

В. Ю. Биков

МОДЕЛІ
ОРГАНІЗАЦІЙНИХ
СИСТЕМ
ВІДКРИТОЇ ОСВІТИ



«Світ рухається до «знаннєвого» суспільства. Коли це кажуть, то частіше мають на увазі існування все потужніших інформаційних потоків. Це, безумовно, складова знаннєвого суспільства, але, на мій погляд, воно лише тоді буде утворено, коли буде підготовлена людина, здатна жити і працювати на основі отриманих знань. Тобто знання – не поряд із людиною, знання не для іспиту, не для заліку, а знання як основа, методологія поведінки й діяльності професійної й побутової».

Василь Кремень



«Сучасне суспільство характеризується властивими для трансформаційних суспільств швидкими змінами у всіх сферах життя. Особливо швидко зміни відбуваються завдяки багатьом чинникам, що сьогодні рухають економіку та промисловість, впливають на розвиток культури міжнародних відносин, залежать від світових міграційних процесів, особливо впливають на розвиток інформаційного, зокрема й освітянського, простору. Інформаційні ресурси сьогодні набувають найбільшої цінності та є стратегічним продуктом держав...»

Світ, який швидко розвивається від зіткнення нових цінностей і технологій, нових геополітичних відносин, нових стилів життя й засобів взаємодії, вимагає зовсім нових ідей і аналогій, класифікацій і концепцій».

«... Вплив комп'ютерів на час відчувається дедалі більше і більше, змінюючи навіть уявлення про нього. Комп'ютер вводить новий словник (з такими термінами, як реальний час, наприклад), що класифікує, визначає і переконцептуалізує часові явища. Він починає заміщувати годинника, як важливий механізм, що підтримує час і задає темп у суспільстві».

Елвін Тоффлер



«Глобальний ринок постійно підвищує планку своїх вимог до шкіл... На порядку денному значно більша мета – створити суспільства, що навчаються».

«Розвиток суспільства, що навчається, – це соціальне питання... Прагнення до навчання працівників та застосування набутих результатів у їх практичній діяльності має підтримуватись у всіх видах організації та закладів, якщо вони хочуть досягти значущості у суспільстві».

Майкл Фуллан



Валерій Юхимович БИКОВ

доктор технічних наук, професор, член-кореспондент АПН України, заслужений діяч науки і техніки України, директор Інституту інформаційних технологій і засобів навчання АПН України

Valeriy Yu. BYKOV

Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of the Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, Honored Worker of Science and Technique of Ukraine, Director of the Institute of Information Technologies and Teaching Aids of Education of the Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine

Відомий в Україні і за кордоном вчений, педагог, організатор науки та освіти.

Наукові інтереси і практичні результати пов'язані з розв'язанням проблем інформатизації освіти, з моделюванням, аналізом й управлінням соціально-економічними об'єктами і процесами, дослідженням проблем і створенням автоматизованої системи управління освітою: методів, засобів і технологій інформаційно-вимірковальної техніки, новітніх комп'ютерно орієнтованих комплексів засобів навчання та освітніх інформаційно-комунікаційних технологій, розвитком змісту інформатичної освіти та розробленням освітніх й освітньо-професійних стандартів, дослідженням комп'ютерно орієнтованого навчального середовища, систем відкритої освіти, створенням систем електронного дистанційного навчання, багатofункціональних комп'ютерних систем та використанням Інтернету в освіті, проектного менеджменту.

Well-known scientist in Ukraine and abroad, pedagogue, science and education manager.

Scientific interests and practical results are related to the problems of education informatization, design, analysis and management of socio-economic objects and processes, research of problems and creation of automated system of management in education; methods, learning resources and technologies of information measurement techniques; newest computer oriented complexes of teaching aids and educational information and communication technologies, as well as to the development of the information education content and the professional education standards, research of the computer oriented learning environment, open education systems, electronic distance learning, multifunction computer systems, and Internet in education, project management.

В. Ю. Биков

МОДЕЛІ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ ОСВІТИ

Київ • Атіка • 2009

УДК 371.315.7.014.3
ББК 74.202.5
Б60

*Рекомендовано Вченою радою
Інституту інформаційних технологій і засобів навчання АПН України
(Протокол № 7 від 18.IX 2008 р.)*

Рецензенти:

Сторіжко В. Ю. – академік Національної академії наук України, доктор фізико-математичних наук, професор;

Жалдик М. І. – академік Академії педагогічних наук України, доктор педагогічних наук, професор;

Зямон І. А. – академік Академії педагогічних наук України, доктор філософських наук, професор;

Мокін Б. І. – академік Академії педагогічних наук України, доктор технічних наук, професор;

Шут М. І. – член-кореспондент Академії педагогічних наук України, доктор фізико-математичних наук, професор.

Биков В. Ю.

Б60 Моделі організаційних систем відкритої освіти: Монографія. – К.: Атіка, 2009. – 684 с.: іл.

ISBN 978-966-326-317-5

У монографії з системних позицій викладено основи теорії моделювання організаційних систем відкритої освіти. На основі аналізу сучасних підходів та інструментів розвитку системи освіти і визначеного теоретико-методологічного апарату системного подання і дослідження організаційних систем, проєктуються моделі організаційних систем відкритої освіти, аналізуються особливості їх будови, проєктування, реалізації і впровадження. Розглянуто також моделі систем експериментального дослідження об'єктів і процесів в освіті, наводяться й аналізуються результати застосування таких систем при експериментальному дослідженні запропонованих моделей та можливі шляхи використання цих результатів в освітній практиці.

Книга призначена для науковців, працівників органів управління освітою, викладачів та студентів вищих навчальних закладів, викладачів та слухачів навчальних закладів системи післядипломної педагогічної освіти, вчителів та аспірантів, для всіх тих, кого цікавлять перспективні тенденції розвитку освітніх систем, сучасні підходи щодо їх дослідження і впровадження.

УДК 371.315.7.014.3
ББК 74.202.5

ISBN 978-966-326-317-5

© Биков В. Ю., 2009
© Видавництво «Атіка», 2009

V. Yu. Bykov

M

ODELS

**OF THE OPEN EDUCATION
ORGANIZATIONAL
SYSTEMS**

УДК 371.315.7.014.3
ББК 74.202.5
Б60

*Recommended by the Scientific Council of the Institute
of Information Technologies and Teaching Aids
of the Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine
(Minutes № 7 of 18 September 2008)*

Reviewers:

Storizhko V. Yu. – Academician of the National Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Physic-Mathematical Sciences, Professor;

Zhaldak M. I. – Academician of the Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor;

Zyazyun I. A. – Academician of the Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, Doctor of Philosophical Sciences, Professor;

Mokin B. I. – Academician of the Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, Doctor of Engineering Sciences, Professor;

Shoot M. I. – Corresponding Member of the Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, Doctor of Physic-Mathematical Sciences, Professor.

Bykov V. Yu.

Б60 Models of the open education organizational systems:
Monograph. – K.: Atika, 2009. – 684 p.: ill.

ISBN 978-966-326-317-5

The bases of modeling of the open education organizational systems theory of design are expounded from systemic positions in the monograph. On the basis of analysis of modern approaches and instruments of education system development and the theoretical and methodological tools of system description as well as research of organizational system, the models of the open education organizational systems are designed, the features of their structure, designing, realization and introduction are analysed. The models of experimental research of the objects and processes in education, results of the application of such systems for experimental research of the offered models and possible ways of using these results in educational practice are also considered.

A book is dedicated to scholars, education managers, university teachers and students, in-service teacher training system, post-graduate students, for all those who are interested in prospective tendencies of educational systems development, modern approaches to their research and application.

УДК 371.315.7.014.3
ББК 74.202.5

ISBN 978-966-326-317-5

© Bykov V. Yu., 2009
© Publishing house «Atika», 2009

Зміст

Список основних скорочень	13
ПЕРЕДМОВА	17
Розділ 1. СУЧАСНІ ПІДХОДИ ТА ІНСТРУМЕНТИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ОСВІТИ	28
1.1. Інтеграція, демократизація та інформатизація – важливі чинники та сучасні інструменти розвитку освіти	28
1.1.1. Інтеграція і демократизація освіти	28
1.1.2. Інформаційне суспільство й освіта	36
1.2. Відкрита освіта – інструмент забезпечення сучасної освітньої парадигми	45
1.2.1. Відкрита освіта й сучасна освітня парадигма	45
1.2.2. Принципи відкритої освіти	48
1.2.3. Відкрита освіта і відкрите навчальне середовище	59
1.2.3.1. Принципи відкритої освіти і відкрите навчальне середовище	59
1.2.3.2. Будова автоматизованих інформаційних систем відкритого навчального середовища	63
1.2.3.3. Інформаційні мережі відкритого навчального середовища	68
1.2.3.4. Відкрита освіта і проблеми е-педагогіки	82
1.2.3.5. Відкрита освіта і віртуальне навчання	84
1.3. Дистанційна освіта – інструмент практичної реалізації принципів відкритої освіти	93
1.3.1. Передумови появи дистанційної освіти	93
1.3.2. Основні означення	95
1.3.3. Основні просторово-технологічні відмінності традиційного та е-дистанційного навчання	99
1.3.4. Специфічні якісні властивості систем дистанційної освіти і навчання	101
1.3.5. Дистанційна освіта – ефективне доповнення до традиційних форм освіти	115
1.3.6. Основні функції автоматизованих систем підтримки е-дистанційного навчального процесу та організаційні структури сучасних навчально-науково-виробничих комплексів, що забезпечують розвиток системи е-дистанційної освіти	118
1.3.7. Основні напрями наукових досліджень проблем дистанційної професійної освіти	131
1.4. Інформатизація освіти – інструмент формування інформаційно-технологічної платформи відкритої освіти	140
1.4.1. Інформатизація освіти	140
1.4.2. Комп'ютеризація освіти	151
1.4.3. Інформатизація освіти і розвиток поняттєво-термінологічного апарату систем навчання і освіти	167
1.5. Підвищення рівня управління освітою – інструмент її ефективного функціонування і розвитку в суспільстві	170
1.5.1. Шляхи підвищення рівня управління освітою	171
1.5.2. Особливості системи освіти як об'єкта управління	179
1.5.3. Цілі створення та організаційна будова автоматизованої системи управління освітою	183
1.5.4. Проблеми, чинники і шляхи підвищення ефективності автоматизованої системи управління освітою	187

1.5.5. Сучасні проблеми розвитку функціональної і забезпечувальної частин автоматизованої системи управління освітою	194
1.5.6. Вибір та оцінювання ефективних шляхів створення і розвитку автоматизованої системи управління освітою	198
1.6. Проектний підхід – інструмент управління інноваційним розвитком системи освіти	203
Розділ 2. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНИЙ АПАРАТ СИСТЕМНОГО ПОДАННЯ І ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ СИСТЕМ	218
2.1. Базові терміни і поняття	218
2.2. Типи моделей функціонування і розвитку систем	241
2.3. Структура моделі цілеформувального середовища	245
2.4. Системи моделей та їх подання	249
2.4.1. Додаткові терміни і поняття	250
2.4.2. Форми подання систем моделей	253
2.4.3. Системи моделей управління функціонуванням систем	254
2.4.3.1. Подання будови систем моделей	254
2.4.3.2. Подання функціонування систем моделей	264
2.5. Системи задач та їх подання	272
2.5.1. Моделювання в системах задач функціонального аспекту	272
2.5.2. Моделювання в системах задач аспекту реалізації	273
2.5.3. Узагальнена модель задачі з моделювання систем моделей	276
2.5.4. Особливості модельного подання формувальної і розв'язувальної частин задачі	278
Розділ 3. МОДЕЛІ СИСТЕМ НАВЧАННЯ І ОСВІТИ	285
3.1. Моделі системи освіти і освітнього середовища	286
3.2. Моделі педагогічних систем	292
3.2.1. Моделі будови педагогічних систем	293
3.2.2. Моделі функціонування педагогічних систем	301
3.3. Моделі методичних систем навчання та їх проєктування	309
3.3.1. Моделі методичних систем навчання	309
3.3.2. Проєктування методичних систем навчання відкритої професійної освіти	318
3.3.3. Зміст і особливості організації робіт з визначення навчальних потреб учнів, які навчаються е-дистанційно	330
3.3.4. Особливості навчальних стилів учнів та підходи до їх аналізу, врахування та удосконалення	333
3.3.5. Моделі оцінювання результатів функціонування системи освіти	344
3.3.6. Цілі створення, будова і функції проєктного середовища та технологічна модель проєктування е-методичних систем навчання відкритої освіти	351
3.3.7. Цілі створення, будова і функції проєктних команд із створення е-методичних систем навчання відкритої освіти	357
3.4. Моделі навчальних середовищ	375
3.4.1. Основні підходи до моделювання та додаткові поняття	376
3.4.2. Моделі будови навчального середовища систем відкритої освіти ...	379
3.4.3. Моделі функціонування навчального середовища систем відкритої освіти	386
3.5. Моделі систем засобів навчання	395
3.5.1. Класифікація засобів навчання	396
3.5.2. Системи засобів навчання та моделі їх будови	435

3.5.3. Засоби навчання нового покоління, їх функції та сучасні форми організації їх створення та впровадження	439
3.6. Модель автоматизованої розв'язувальної системи	443
Розділ 4. МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ОСВІТОЮ	451
4.1. Особливості подання процесів планування та управління освітою	451
4.1.1. Моделі управління освітою та їх взаємозв'язки	451
4.1.2. Модель функціональної частини системи управління освітою	461
4.1.3. Системи задач управління освітою	466
4.1.4. Склад системи моделей планування розвитку системи освіти	472
4.1.5. Центральний комплекс задач планування розвитку системи освіти	474
4.2. Система моделей планового блоку Центрального комплексу задач	479
4.2.1. Система моделей прогнозування і планування контингенту учнів навчальних закладів	479
4.2.1.1. Модель динаміки контингенту учнів	479
4.2.1.2. Система моделей збалансованого розподілу випускників основної школи	483
4.2.2. Система моделей розміщення та розвитку мережі навчальних закладів	488
4.2.2.1. Модель мережі навчальних закладів	489
4.2.2.2. Оцінка стану мережі навчальних закладів	492
4.2.2.3. Способи формування цілей розвитку мережі навчальних закладів та шляхи їх досягнення	494
4.2.3. Система моделей планування потреби навчальних закладів у педагогічних кадрах	497
4.2.3.1. Моделі державного рівня управління	501
4.2.3.1.1. Система моделей планування потреби в педагогічних і медичних кадрах для дитячих дошкільних установ	504
4.2.3.1.2. Система моделей планування потреби в педагогічних кадрах для загальноосвітніх навчальних закладів і шкіл-інтернатів	504
4.2.3.1.3. Система моделей планування розподілу професорсько-викладацьких кадрів вищих навчальних закладів	508
4.2.3.2. Моделі обласного і районного рівнів управління	520
4.2.3.2.1. Модель планування загальної потреби навчальних закладів у педагогічних кадрах	520
4.2.3.2.2. Модель планування додаткової потреби навчальних закладів у педагогічних кадрах	522
4.2.3.2.3. Модель розподілу педагогічних кадрів за стажем їх роботи	524
4.2.3.2.4. Модель розподілу молодих спеціалістів до загальноосвітніх і професійно-технічних навчальних закладів	526
4.2.3.3. Моделі управління на рівні навчального закладу	527
4.2.3.3.1. Модель оптимального розподілу педагогічних кадрів	527
4.2.3.3.2. Модель оптимального складу педагогічних кадрів	531
4.2.3.3.3. Модель планування додаткової потреби у педагогічних кадрах	533
4.3. Моделі макрофункцій планування та управління розвитком освіти на державному рівні	536
4.3.1. Система моделей забезпечення навчальних закладів педагогічними кадрами	538
4.3.1.1. Модель динаміки складу педагогічних кадрів	540
4.3.1.2. Модель об'єкта управління та оточуючого середовища	546
4.3.2. Система моделей управління розвитком галузевої системи підготовки педагогічних кадрів	548

4.3.3. Система моделей забезпечення навчальних закладів засобами навчання	559
4.4. Розвиток структури комп'ютерних систем опрацювання статистичної звітності для забезпечення управління системою освіти	569
Розділ 5. АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ	576
5.1. Науковий експеримент як засіб дослідження систем	577
5.1.1. Класифікація наукових експериментів та особливості їх застосування	577
5.1.2. Чинники, що породжують неадекватність імітаційних експериментів	584
5.2. Системи експериментального дослідження об'єктів і процесів	590
5.2.1. Імітаційні системи – інструменти автоматизації експериментальних наукових досліджень	590
5.2.2. Моделі імітаційних систем	593
5.2.2.1. Основні функції імітаційних систем	595
5.2.2.2. Модель будови імітаційної системи	598
5.2.3. Технологічна модель підготовки до проведення імітаційного експерименту	605
5.2.4. Методи та засоби вимірювань в імітаційних системах	607
5.2.4.1. Основні терміни і поняття	608
5.2.4.2. Особливості і параметри вимірювальної величини	610
5.2.4.3. Порівняльний аналіз методів вимірювання статичних і динамічних характеристик досліджуваних систем	613
5.2.4.4. Особливості будови і використання в імітаційних системах різних типів програмно-технічних засобів дослідження	616
5.3. Експериментальні дослідження моделей організаційних систем освіти	623
5.3.1. Дослідження моделі динаміки складу педагогічних кадрів навчальних закладів	623
5.3.2. Проектування і дослідження моделі оптимального розподілу педагогічних кадрів у навчальному закладі	627
5.3.2.1. Проектування алгоритму розв'язування задачі	627
5.3.2.2. Дослідження ефективності алгоритму	632
5.3.3. Дослідження динамічних властивостей автоматизованої розв'язувальної системи	636
5.3.3.1. Дослідження стійкості автоматизованої розв'язувальної системи	636
5.3.3.2. Дослідження впливу значень параметрів автоматизованої розв'язувальної системи на час розв'язування задач	644
5.3.4. Дослідження моделі оптимізації мережі мікрорайонів обслуговування загальноосвітніх навчальних закладів	646
Додатки	
Додаток 1. Склад параметрів моделей об'єкта управління (МОУ) і моделей оточуючого середовища (МОС), що входять до складу системи моделей управління розвитком галузевої системи підготовки педагогічних кадрів (СМ СПК)	653
Додаток 2. Склад векторів вхідних і вихідних параметрів локальних моделей, що входять до складу системи моделей управління розвитком галузевої системи підготовки педагогічних кадрів (СМ СПК)	655
Додаток 3. Склад векторів вхідних і вихідних параметрів локальних моделей, що входять до складу системи моделей забезпечення навчальних закладів навчально-наочними посібниками та навчальним обладнанням (СМ ЗПО)	656
Додаток 4. Склад параметрів моделей об'єкта управління (МОУ) і моделей оточуючого середовища (МОС), що входять до складу системи моделей забезпечення навчальних закладів навчально-наочними посібниками та навчальним обладнанням (СМ ЗПО)	657
<i>Література</i>	660

Contents

List of abbreviations	13
PREFACE	17
PART 1. MODERN INSTRUMENTS AND APPROACHES TO THE EDUCATION SYSTEM DEVELOPMENT	28
1.1. Integration, democratization and informatization processes – important elements and modern instruments of education development	28
1.1.1. Integration and democratization in education	28
1.1.2. Information society and education	36
1.2. Open education as a modern educational paradigm instrument	45
1.2.1. Open education and a modern educational paradigm	45
1.2.2. Open education principles	48
1.2.3. Open education and open learning environment	59
1.2.3.1. Open education principles and open learning environment	59
1.2.3.2. Structure of the automated information system of open learning environment	63
1.2.3.3. Information networks of open education environment	68
1.2.3.4. Open education and e-pedagogy problems	82
1.2.3.5. Open education and virtual learning	84
1.3. Distance education as a practical open education principles realization	93
1.3.1. Main preconditions of distance education appearance	93
1.3.2. Basic definitions	95
1.3.3. Main space and technological differences of traditional and e-distance learning	99
1.3.4. Specific qualitative states of distance education and learning systems	101
1.3.5. Distance education – effective supplement to the traditional education forms	115
1.3.6. Main functions of automated systems support of e-distance learning process and organization structures of modern learning, scientific and manufacture complexes which provide e-distance education system development	118
1.3.7. Basic approaches to the professional distance education problems investigation	131
1.4. Education informatization as an instrument of information and technological open education platform	140
1.4.1. Informatization of education	140
1.4.2. Computerization of education	151
1.4.3. Informatization of education, the educational and learning systems conceptual and terminological instrument development	167
1.5. Upraising of education management – the effective instrument of education development in the society	170
1.5.1. Ways of raising effectiveness of education management improvement	171
1.5.2. Educational system peculiarities in the framework of management objects	179
1.5.3. Creation objectives and the organizational structure of automated system of the education management	183
1.5.4. Problems, elements and ways of raising effectiveness of the education automated system	187

1.5.5. Contemporary problems of functioning and providing subsystems of automated management systems in education	194
1.5.6. Effective ways of the education management automated system choice and evaluation	198
1.6. Project approach – the innovation education system development instrument	203
PART 2. THEORY AND METHODOLOGY OF SYSTEMATICAL PRESENTATION AND INVESTIGATION OF ORGANIZATIONAL SYSTEMS	218
2.1. Basic terms and definitions	218
2.2. Types of models of functioning and development systems	241
2.3. Structure of the goal-formative environment model	245
2.4. Model systems and their presentation	249
2.4.1. Additional terms and definitions	250
2.4.2. Forms of system models presentation	253
2.4.3. System models of management functioning systems	254
2.4.3.1. Forms of system structure presentation	254
2.4.3.2. Forms of system functioning presentation	264
2.5. System tasks and their presentation	272
2.5.1. Modeling in the tasks systems of functioning aspects	272
2.5.2. Modeling in the tasks systems of realization aspects	273
2.5.3. General model of the modeling system task	276
2.5.4. Specifics of the modeling presentation of the formative and solvable parts of the task	278
PART 3. EDUCATION AND LEARNING SYSTEMS MODELS	285
3.1. Education system and environment models	286
3.2. Pedagogical system models	292
3.2.1. Models of pedagogical systems structure	293
3.2.2. Models of pedagogical systems functioning	301
3.3. Methodological system learning models and their projecting	309
3.3.1. Methodological system learning models	309
3.3.2. Projecting of the open professional education methodological system learning models	318
3.3.3. Content and characteristics of the organization of pupils' e-distance learning needs	330
3.3.4. Characteristics of the learning styles and approaches to their analysis, consideration and upgrading	333
3.3.5. Education system functioning results evaluation models	344
3.3.6. Aims of the creation, structure and functions of the project environment, technological model of e-methodological open education systems models ...	351
3.3.7. Aims of the creation, structure and functions of e-methodological open education systems project commands	357
3.4. Learning environment models	375
3.4.1. Main approaches to the modeling and additional concepts	376
3.4.2. Open education system learning environment structure models	379
3.4.3. Open education system learning environment structure models functioning	386
3.5. Learning resources of education system models	395
3.5.1. Learning resources of education classification	396
3.5.2. Systems of learning resources and their models structure	435
3.5.3. New generation of learning resources, their functions and modern organization and implementation forms	439
3.6. Automated solvable system model	443

PART 4. EDUCATION MANAGEMENT MODELS PRESENTATION	451
4.1. Education planning and management presentation specifics	451
4.1.1. Education management models and their intercommunication	451
4.1.2. Models of functioning subsystem of education management system	461
4.1.3. Systems of tasks of education management system	466
4.1.4. Content of the education system planning models	472
4.1.5. Central complex of the education system tasks planning	474
4.2. Central complex tasks planning block model	479
4.2.1. System models prognosis and planning of the pupils' contingent in educational institutions	479
4.2.1.1. Pupils' contingent dynamics model	479
4.2.1.2. Model system of the secondary school leavers balancing distribution	483
4.2.2. Models system placing and development of the educational institutions network	488
4.2.2.1. Educational institutions network model	489
4.2.2.2. Educational institutions network state evaluation	492
4.2.2.3. Educational institutions network development methods and the ways of their achievement	494
4.2.3. System models planning of the educational institution needs in pedagogical staff	497
4.2.3.1. State level management models	501
4.2.3.1.1. <i>System models planning needs in pedagogical and medical staff for preschool educational institutions</i>	504
4.2.3.1.2. <i>System models planning needs in pedagogical staff for secondary educational institutions and boarding-school</i>	504
4.2.3.1.3. <i>System models planning of teaching higher institutions staff distribution</i>	508
4.2.3.2. Regional and local level management models	520
4.2.3.2.1. <i>Educational institutions teaching personnel general needs model</i>	520
4.2.3.2.2. <i>Educational institutions teaching personnel additional needs model</i>	522
4.2.3.2.3. <i>Teaching personnel distribution model by the working stage</i>	524
4.2.3.2.4. <i>Young specialists' distribution model to the secondary and vocational education institutions</i>	526
4.2.3.3. Educational institutional level management model	527
4.2.3.3.1. <i>Optimum pedagogical personnel distribution model</i>	527
4.2.3.3.2. <i>Optimum pedagogical personnel content model</i>	531
4.2.3.3.3. <i>Pedagogical staff additional needs planning model</i>	533
4.3. Education system macrofunction planning and management models at national level	536
4.3.1. Education institutions pedagogical personnel provision system model	538
4.3.1.1. Pedagogical personnel structure dynamics model	540
4.3.1.2. Management object and environment model	546
4.3.2. Education personnel initial training management model system development	548
4.3.3. Teaching aids model system provision of educational institutions	559
4.4. Computer system processing of the statistic data for education management system	569
PART 5. EDUCATION INVESTIGATION AND EXPERIMENTAL WORKS AUTOMATED SYSTEM MODELS	576
5.1. Scientific experiment as a system investigation instrument	577

5.1.1. Education scientific experiments classification and their application	577
5.1.2. Factors which cause unequal imitation experiments	584
5.2. Experimental investigation systems of objects and processes	590
5.2.1. Imitation systems – automatization instruments of scientific investigation	590
5.2.2. Imitation model systems	593
5.2.2.1. Imitation systems main functions	595
5.2.2.2. Imitation systems model structure	598
5.2.3. Technological model of the imitation experiment preparation	605
5.2.4. Methods and instruments of measurements in imitation systems	607
5.2.4.1. General terms and definitions	608
5.2.4.2. Specific and parameters of measuring quantity	610
5.2.4.3. Comparative analysis methods of static and dynamic characteristics of investigation systems	613
5.2.4.4. Structure and application specifics in the imitation systems of different types of programming and technical means of investigation	616
5.3. Experimental investigation of education organizational systems management models	623
5.3.1. Pedagogical personnel content dynamics model in educational institutions	623
5.3.2. Investigation and projecting of optimal distribution model of pedagogical personnel in education institution	627
5.3.2.1. Task solving algorithm projecting	627
5.3.2.2. Algorithm effectiveness investigation	632
5.3.3. Dynamic specifics of automated solving system investigation	636
5.3.3.1. System sustainability	636
5.3.3.2. Impact parameters investigation of the automated solving system in the solving tasks timing framework	644
5.3.4. Microdistricts' network service optimisation of schools	646
Annexes	
Annex 1. Structure of parameters management object and environment models, composing of the educational personal initial training model system development	653
Annex 2. Content of the input and output parameters of local models, composing of the educational personal initial training model system development	655
Annex 3. Content of the input and output parameters of local models, composing of the teaching aids model system provision of the educational institutions	656
Annex 4. Structure of parameters management object and environment models, composing of the teaching aids model system provision of the educational institutions	657
Literature	660

Список основних скорочень

Ан	Аналіз функціонування і розвитку
АБД	Автоматизований банк даних
АЗД	Аналогові засоби досліджень імітаційних систем
АЗД	Аналого-цифрові засоби досліджень імітаційних систем
АІС	Автоматизована інформаційна система
АРС	Автоматизована розв'язувальна система
АС	Актуальне середовище
АСУ	Автоматизована система управління
АСНД	Автоматизована система наукових досліджень
АСУО	Автоматизована система управління освітою
АОМ	Аналогова обчислювальна машина
АРМ	Автоматизоване робоче місце
АЦЗД	Аналого-цифрові засоби досліджень
АЦК	Аналого-цифрові комплекси
БАС	Бажаний стан актуальної системи
БД	База даних
БС	Бажаний стан
БСЕІР	Базові соціально-економічні показники розвитку системи освіти
БЦС	Бажаний стан цілеформувальної системи
ВНЗ	Випускний навчальний заклад
ВОК	Вимірювально-обчислювальний комплекс
ВЕА	Властивості ефекту автоматизації
ГОМ	Гібридні обчислювальні машини
ГОП	Глобальний освітній простір
ДВН	Двопараметричні вимірювачі напруги
ДУУ	Дитяча дошкільна установа
ДЕ	Джерела ефективності АСУО
ДН	Дистанційне навчання
ДНВ	Домени навчальної взаємодії, навчальних взаємозв'язків
ДО	Дистанційна освіта
ДПВ	Домени педагогічної взаємодії
ДПН	Двомірні параметри напруги
ДПО	Дистанційна професійна освіта
ДПС	Дистанційна педагогічна система
ДС	Досліджувана система (система, що досліджується)
ДФА	Дослідницькі функції аналізу імітаційних систем
ДФЗ	Забезпечувальні дослідницькі функції імітаційних систем
ДХ	Динамічна характеристика
ДЦ	Дерево цілей
ДЧРС	Динамічна частина розв'язувальної системи
ЕВІП	Елементарні вимірювальні перетворення
ЕЗВ	Елементарні засоби вимірювання
ЕОМ	Електронна обчислювальна машина
ЕОТ	Електронно-обчислювальна техніка
ЄІПСО	Єдиний інформаційний простір системи освіти
З	Задача

ЗВ	Засоби вимірювань
ЗДВ	Засоби формування дослідницьких впливів
ЗМ	Зміст навчання
ЗНЗ	Загальноосвітній навчальний заклад
ЗО	Заклади, установи і підприємства, що входять до складу системи освіти
ЗОЧ	Загальна обмежувальна частина глобальної цілі ДС
ЗПМЗ	Загальносистемне програмно-математичне забезпечення імітаційних систем
ЗПГЗ	Загальносистемні програмно-технічні засоби імітаційних систем
ЗС	Зовнішнє середовище
ЗФЧ	Загальна функціональна частина глобальної цілі ДС
ІВТ	Інформаційно-вимірювальна техніка
ІЕ	Імітаційний експеримент
ІКТ	Інформаційно-комунікаційні технології
ІЛМ	Інформаційно-логічна матриця
ІЛС	Інформаційно-логічна схема
ІМС	Імітаційна система
ІО	Інформатизація освіти
ІПС	Інформаційно-пошукова система
ІС	Інформаційне суспільство
ІСДН	Інформаційна система дистанційного навчання
КАІС	Корпоративна автоматизована інформаційна система
КІЕ	Комплексний імітаційний експеримент
КО	Комп'ютеризація освіти
ЛІЕ	Локальний імітаційний експеримент
ЛКЕ	Локальний критерій ефективності АСУО
ЛФМ	Логіко-функціональна матриця
ЛФС	Логіко-функціональна схема
ЛЧРС	Лінійна частина розв'язувальної системи
ЛЧС	Логіко-часова схема
М	Методика навчання
МБ	Модель будови СМ
МБС	Матриця будови системи
МЕ	Моделюючий елемент
МЗ	Місце проведення занять
ММФ	Модель методу функціонування
ММхФ	Модель механізму функціонування
МОНМ	Мова описування неперервних моделей
МОМ	Мова описування моделей
МОО	Об'єктно орієнтовані системи програмування
МОС	Модель оточуючого середовища
МОУ	Модель об'єкта управління
МПФ	Модель процесу функціонування
МПМ	Модель педагогічного методу
МППД	Модель процесу педагогічної діяльності
МПС	Модель педагогічного способу
МПТ	Модель педагогічної технології
МПУ	Модель процесу управління
МС	Моделююча система

МСВН	Методична система віртуального навчання
МСФ	Модель способу функціонування
МТФ	Модель технології функціонування
МтМД	Математичні методи досліджень
МФ	Модель функціонування СМ
МФС	Матриця функціонування системи
НЗ	Навчальний заклад
ННВК	Навчально-науково-виробничий комплекс
НММ	Навчально-методичні матеріали
НМСБ	Навчальна мережа Світового банку
НС	Навчальне середовище
НСВО	Навчальне середовище відкритої освіти
НО	Навчальна одиниця
НОІС	Науково-освітні інформаційні системи
НП	Навчальний процес
НПЛ	Навчальний план
НПР	Навчальна програма
НЧРС	Нелінійна частина розв'язувальної системи
ОВН	Однопараметричні вимірювачі напруги
ОЗ	Облік та звітність
ОІС	Освітні інформаційні системи
ОЛМ	Операційно-логічна матриця
ОЛС	Операційно-логічна схема
ОО	Організаційна одиниця
ОПН	Одномірні параметри напруги
ОС	Оточуюче* середовище (середовище, що оточує досліджуваний об'єкт)
ОСЕПР	Основні соціально-економічні показники розвитку системи освіти
ОУО	Органи управління освітою
П	Предмет діяльності (навчальний предмет)
ПАС	Поточний стан актуальної системи
ПВК	Професорсько-викладацькі кадри
ПГ	Предметна галузь
ПК	Проектна команда
ПлС	Плановий стан
ПОЧ	Порівняльна обмежувальна частина глобальної цілі ДС
ПІМЗ	Прикладне програмно-математичне забезпечення імітаційних систем
ППП	Пакети прикладних програм
ПР	Планування та прогнозування розвитку
ПрС	Проблемна ситуація
ПС	Педагогічна система
ПСВН	Педагогічна система віртуального навчання
ПСПК	Позагалузева система підготовки педкадрів
ПТ	Педагогічна технологія
ПТВН	Педагогічна технологія системи віртуального навчання

* У цій роботі вважаємо за доцільне вживати саме такий термін, замість стилістично правильного *навколишнє*, оскільки останнє поняття є ширшим, ніж те, яке ми вкладаємо у поняття «оточуюче».

ПТНЗ	Професійно-технічний навчальний заклад
ПтС	Поточний стан
ПТЗД	Програмно-технічні засоби дослідження
ПФЧ	Порівняльна функціональна частина глобальної цілі ДС
ПіС	Поточний стан цілеформуальної системи
РАСУ	Республіканська автоматизована система управління
РЗ	Розв'язувана задача (Задача, що підлягає розв'язуванню)
РС	Розв'язувальна система задач
РтС	Ретроспективний стан
РЧ	Розв'язувальна частина системи
РЧМ	Розв'язувальна частина моделі СЗ
СВО	Система віртуальної освіти
СД	Середовище діяльності
СДН	Система дистанційного навчання
СДО	Система дистанційної освіти
СЕНОС	Соціально-економічні параметри оточуючого середовища
ССВН	Середовище системи віртуального навчання
СЗ	Системи задач
СМ	Система моделей
СМ ЗПК	Система моделей забезпечення ЗПЗ педагогічними кадрами
СМ ЗПО	Система моделей забезпечення ЗПЗ навчально-наочними посібниками і навчальним обладнанням
СМ ЗРВ	Система моделей збалансованого розподілу випускників основної загальноосвітньої школи
СМ СПК	Система моделей управління розвитком галузевої СПК
СМУ	Система моделей управління
СО	Система освіти
СПК	Система підготовки педкадрів
СПО	Система професійної освіти
СУО	Система управління освітою
СЦ	Система цілей
Т	Термін навчання
ТЧ	Тривалість часу
УП	Управління проектами
УФ	Управління функціонуванням та розвитком
Ф	Форма проведення занять
ФНВ	Фрейми навчальної взаємодії, навчальних взаємозв'язків
ФПВ	Фрейми педагогічної взаємодії, навчальних взаємозв'язків
ФС	Формувальна система задач
ФЧ	Формувальна частина системи
ФЧМ	Формувальна частина моделі СЗ
ЦДН	Центр дистанційного навчання
Ц	Ціль
ЦЗД	Цифрові засоби досліджень імітаційних систем
ЦКЗ	Центральний комплекс задач
ЦМ	Циліндр моделей
ЦО	Циліндр операцій
ЦОМ	Цифрова обчислювальна машина
ЦС	Цілеформувальне середовище

Передмова

Об'єктивні процеси розвитку суспільства (глобалізація і прискорення світових процесів суспільного розвитку, перехід суспільства до інформаційної стадії свого розвитку, демократизація суспільних відносин, інтеграція суспільних систем тощо), зокрема ті з них, що здійснюються в напрямі забезпечення поступового та неухильного зростання матеріального добробуту і відродження духовності людини, підвищення рівня її захищеності від можливих суспільних, техногенних і природних небезпек, невпинно і різко змінюють світ, в якому ми живемо. В теперішні часи зміни в техніці і провідних технологіях, у суспільному житті відбуваються досить швидко – навіть швидше, ніж тривалість життя одного покоління людей. Одночасно, ці ж об'єктивні процеси створили нові і загострили існуючі суспільні проблеми: науки і освіти, здоров'я населення, дитинства, молоді і сім'ї, безробіття і зайнятості, економічні, екологічні, демографічні, морально-етичні, оборони і безпеки та ін.

Сучасний етап суспільного розвитку характеризується суттєвим розширенням масштабів і поглибленням наукових досліджень і розробок, що проводяться практично у всіх галузях суспільства, на всіх його рівнях. На цій основі розвиваються існуючі і виникають нові галузі знань та високі технології (наприклад, нано- і біотехнології, космічні технології, технології штучного інтелекту, освітні технології, технології в галузі охорони здоров'я і сільського господарства, інформаційно-комунікаційні технології – ІКТ тощо), створюються нові високоінтелектуальні автоматичні і автоматизовані високопродуктивні засоби діяльності. Розробляються нові матеріали, альтернативні екологічно більш безпечні джерела і перетворювачі різних видів енергії, здійснюється їх експериментальне випробування, промислове виробництво та широке застосування. Розвиваються економічні системи (ринки праці, капіталів, товарів і послуг, підвищується конкуренція на цих ринках). Удосконалюються системи управління соціально-економічними і техніко-технологічними процесами. Як результат, підвищується продуктивність виробництва, швидко змінюються засоби і культура суспільної праці, способи життєдіяльності людини.

Зазначені особливості суспільного розвитку зумовили необхідність змін складу, структури і масштабів суспільної діяльності. Вони стали причиною суттєвого підвищення обсягів відомостей, що виробляються і циркулюють в суспільстві, відчутного підвищення динамізму і складності соціально-економічних, науково-технічних та виробничих процесів. Поява ІКТ, стрімкий розвиток їх засобів і технологій, зокрема цифрових та оптико-волоконних, їх широке впровадження у всі сфери суспільного життя прискорили інтеграційні і комунікаційні процеси, забезпечили нові більш продуктивні можливості опрацювання електронних даних. Ці технології сприяють стрімкому просуванню до інформаційного суспільства, до майбутнього *суспільства знань*.

За сучасних умов, люди, як визначальні складові соціотехнічних систем, мають встигати за цими змінами, адекватно реагувати на них. Отже, з'являється потреба постійного (в темпі реальних змін) переосмислення відомих і набуття нових знань про людину, суспільство і природу, необхідність, щоби члени суспільства опанували цими знаннями, набували навички життєдіяльності в сучасному світі. Останнє

визначає, що людина повинна навчатися впродовж усього життя, а система освіти має надати їй такі можливості.

Об'єктивність розвитку сучасного світу породжує таке протиріччя – суспільство, з одного боку, висувало і буде надалі висувати нові вимоги до якісних показників різних освітніх рівнів своїх членів. З іншого боку, у членів суспільства будуть виникати все нові й нові потреби щодо освітньої бази свого особистісного розвитку і своєї відповідності вимогам суспільства. Розв'язання цього протиріччя можливе через підвищення освітнього рівня членів суспільства, що, у свою чергу, зумовлює необхідність адекватного розвитку *системи освіти* – підвищення доступності освіти, розширення спектру і поліпшення якості освітніх послуг.

Забезпечення цілей освіти передбачає поступове і неперервне удосконалення будови системи освіти та її частин, реалізацію в освіті сучасних парадигм, ідей, підходів і принципів, які вона проголошує, сповідує, на яких базується і які відтворює при своєму розвитку. Однією з цих сучасних освітніх парадигм є *парадигма людиноцентризму*, яка відображає і утверджує в практиці гуманітарний аспект освіти. Ця парадигма спрямована на різнобічний особистісний розвиток людини (з урахуванням її індивідуальних здібностей, нахилів і можливостей, загальноосвітніх і професійних освітніх намірів тощо), на формування її готовності до соціалізації в суспільстві. Інша з цих сучасних освітніх парадигм передбачає таку будову системи освіти, яка надала б людині можливість здобути професійну освіту, поступово і послідовно підвищувати, осучаснювати свою професійну кваліфікацію, професійні компетентності впродовж всього життя відповідно до особистих уподобань і нахилів та соціально-економічних потреб суспільства.

Необхідність реагування на потреби людини, на суспільні виклики утверджує в суспільстві *нову освітню парадигму, яка полягає у необхідності забезпечення рівного доступу до якісної освіти для всіх тих, хто повинен навчатися, хто має бажання, потребу навчатися впродовж життя і хто має для цього можливості*. Отже, нова освітня парадигма стала реагуванням системи освіти на виклики об'єктивних процесів розвитку суспільства і появу, в зв'язку з цим, нових потреб у тих, хто навчається (планує навчатися). Вона відображає, «інтегрує в собі» попередньо наведені, буде гіпотетичний портрет освіти – *відкритої освіти*, в якій школа розглядається як система й навчальний заклад становлення і розвитку вільної людини. Саме відкрита освіта покликана реалізувати права людини на якісну освіту й вільне отримання знань на сучасному етапі розвитку суспільства. На основі цієї парадигми формується система сучасних цілей освіти, які передбачають відповідний розвиток педагогічних систем (передусім, осучаснення змісту освіти, впровадження нових педагогічних технологій, що мають застосовуватися у відкритому навчально-виховному процесі), а також розвиток технологій управління відкритою освітою на всіх її організаційних рівнях.

Багато в чому реалізація нової освітньої парадигми в системі освіти України може бути забезпечена на основі поступового системного впровадження в її різні підсистеми принципів відкритої освіти. Це відповідає сучасним світовим тенденціям розвитку освітніх систем, забезпечує органічну інтеграцію національної системи освіти у світовий освітній простір.

Найбільш вагомим у такому підході є те, що він відкриває нові можливості для тих, хто навчається (планує навчатися). Головним виявом освітнього результату цього підходу є можливість не тільки більш адекватно і раціонально, гнучко

і динамічно (ніж в традиційній системі освіти) забезпечити в системі освіти реалізацію індивідуальних потреб людини, сприяти гармонійному розвитку її особистості, а й гнучко у часі й просторі підвищувати компетентності людини з різних напрямів освітньої підготовки та в різних життєвих ситуаціях як в особистих інтересах людини, так і в інтересах суспільства. Цей підхід дає змогу розширити горизонти і спектр засобів і технологій самоосвіти, самовизначення, самоствердження і самовдосконалення людини, надати їй можливість знайти своє місце в сучасному суспільстві, працевлаштуватись, забезпечити конкурентоспроможність на ринку праці, тобто бути готовою до суспільно корисної діяльності. Він передбачає, що людина *навчається вчитися*, може і прагне навчатися сама впродовж життя.

Надаючи певні «свободи» учням, вчителям, організаторам освіти щодо здійснення ними навчальної та організаційної діяльності, системи відкритої освіти, водночас, є системами керованими, розвиток яких підпорядкований цілям освіти на певних етапах її розвитку. Тому відкритій освіті притаманні всі етапи процесу управління розвитком керованих систем: планування траєкторії розвитку (через визначення бажаного стану системи у встановлений або обраний момент часу у майбутньому – термін або горизонт планування) та планових поточних станів системи (у певні, попередньо встановлені моменти часу, що лежать у межах планового горизонту); аналіз процесу розвитку системи, його характеру (на основі визначення співвідношення її планового і поточного станів); прийняття і реалізація управлінських рішень (щодо приведення поточних станів системи у відповідність до запланованих).

З метою практичної реалізації ідей відкритої освіти створюються відповідні освітні системи. Головними проблемами їх створення і впровадження в освітню практику є: комп'ютерно-технологічна, організаційно-управлінська, психолого-педагогічна, фінансово-економічна і нормативно-правова. Поряд з усвідомленням необхідності комплексного і збалансованого розв'язування кожної з цих проблем, слід підкреслити і виокремити психолого-педагогічну проблему, як таку, теоретичне і практичне розв'язання якої сьогодні є завданням найбільш складним, до необхідної межі не визначеним та належним чином не розв'язаним.

Ця проблема є визначальним чинником забезпечення якості освіти. Сьогодні вона є найбільш вагомим «стримувачем» широкого впровадження принципів відкритої освіти, е-дистанційних технологій навчання в освітню практику (передусім, у підготовку, перепідготовку і підвищення кваліфікації дорослих). Розв'язання цієї проблеми навіть на початковому етапі створення відкритої освіти не є одномоментною чи короткотривалою дією, здійснення якої виключно залежить, наприклад, від наявності фінансових ресурсів (що значною мірою стосується розв'язання комп'ютерно-технологічної проблеми).

Означена проблема потребує ґрунтовного вивчення позитивного закордонного досвіду створення систем відкритої освіти, проведення наукових досліджень, спрямованих на її розв'язання, здійснення відповідних психолого-педагогічних експериментів для підтвердження висунутих наукових гіпотез і забезпечення обґрунтованості впровадження отриманих наукових результатів в практику відкритих освітніх систем. Очевидна потреба розв'язання цієї проблеми зумовлює появу так званої *електронної педагогіки (е-педагогіки)*, яка, спираючись на здобутки класичної психолого-педагогічної науки, розробляє специфічні завдання створення та ефектив-

ного впровадження в освітню практику ІКТ, зокрема завдання *педагогіки відкритої освіти*.

Вивчення систем відкритої освіти, насамперед, пов'язане з виявленням та усвідомленням суттєвих ознак такого явища, як відкрита освіта, способів, за якими вона будується. Це вивчення має передбачати, зокрема, моделювання об'єктів і процесів відкритої освіти, дослідження й уточнення її моделей.

Значна невизначеність багатьох моделей об'єктів і процесів освіти зумовлює проведення при дослідженні багатьох з них імітаційних експериментів, що здійснюються в середовищі відповідних імітаційних систем. Засоби і технології цих систем дозволяють суттєво підвищити ефективність реалізації експериментів з моделями, забезпечити автоматизацію процесів збирання і опрацювання експериментальних даних і на цій основі будувати адекватні моделі об'єктів і процесів відкритої освіти. В умовах розвитку освіти України це надає можливість не тільки урахувати світові тенденції функціонування відкритих освітніх систем, а й відкрити шляхи подальшого удосконалення відкритої освіти, передусім, в напрямі підвищення якості освіти, надання рівного доступу до освітніх послуг усім бажаючим. Це забезпечує адекватний новим умовам розвиток системи підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації педагогічних і керівних кадрів для різних типів навчальних закладів.

Створення національної системи відкритої освіти є певним загальнонаціональним проектом розвитку освіти, передбачає відповідну інноваційну діяльність. Сучасним підходом і потужним інструментом управління інноваційною діяльністю є проектний підхід. Роботи представників вітчизняної наукової школи з управління проектами розвинули методологію проектного підходу, заклали науковий фундамент національної системи управління проектами і програмами, створили науково-методичні та організаційно-освітні умови підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації кадрів з управління проектами для національної економіки, забезпечили ефективну та якісну підготовку й реалізацію широкого кола проектів і програм соціально-економічного розвитку України, зокрема в сфері освіти. Так, застосування методів і засобів управління проектами при підготовці і реалізації Державної програми «Інформаційні та комунікаційні технології в освіті і науці» та державної Комплексної програми «Забезпечення загальноосвітніх, професійно-технічних і вищих навчальних закладів сучасними технічними засобами навчання з природничо-математичних і технологічних дисциплін», які багато в чому спрямовані на створення в Україні системи відкритої освіти, дозволило сформулювати необхідне організаційно-інструментальне забезпечення системи управління цими важливими програмами розвитку освіти, заклало основу і стало запорукою їх ефективної поетапної реалізації.

У цій роботі автор не ставив за мету здійснити моделювання процесів навчання за конкретними предметами і циклами дисциплін, запропонувати і проаналізувати зміст освіти і педагогічні технології в певних педагогічних системах, що є предметом окремого розгляду і чому присвячено багато інших наукових праць. У книзі з системних позицій викладено основи теорії моделювання організаційних систем відкритої освіти на тих її рівнях, які не залежать від змісту конкретного навчального предмета і педагогічних технологій, що застосовуються. На основі аналізу сучасних підходів та інструментів розвитку системи освіти і визначеного теоретико-методологічного апарату системного подання і дослідження організаційних систем,

проектуються моделі організаційних систем відкритої освіти, аналізуються особливості їх будови, проектування, реалізації і впровадження. В ній також розглядаються моделі систем експериментального дослідження об'єктів і процесів в освіті, наводяться й аналізуються результати застосування таких систем при експериментальному дослідженні запропонованих моделей та можливі шляхи використання цих результатів в освітній практиці.

У першому розділі обґрунтовується актуальність постановки і своєчасність дослідження проблем відкритої освіти, розглядаються чинники та інструменти її розвитку. Як такі чинники виділяються процеси інтеграції, демократизації та інформатизації освіти; відкрита освіта розглядається як інструмент забезпечення сучасної освітньої парадигми; дистанційна освіта – як інструмент практичної реалізації принципів відкритою освіти; інформатизація освіти – як інструменти формування інформаційно-технологічної платформи відкритої освіти; підвищення рівня управління освітою – як інструмент ефективного її функціонування і розвитку в суспільстві; проектний підхід – як інструмент управління інноваційним розвитком системою освіти, зокрема відкритої.

У другому розділі розглянуто теоретико-методологічний апарат системного подання і дослідження організаційних систем. Зокрема, наведені базові терміни і поняття, що утворюють поняттєво-термінологічний апарат подальшого розгляду; визначені типи моделей, запропоновано підходи до формування і описування систем моделей і задач, що слугують базою побудови моделей і задач, поданих у наступних розділах.

Третій розділ присвячений розгляду питань моделювання системи освіти та її складових, як відповідних організаційних систем, визначенню тих їх суттєвих об'єктів і взаємозв'язків, які істотно впливають на характер освітнього процесу, на навчальні результати освітньої діяльності. Подаються моделі системи освіти, освітнього і навчального середовища, моделі педагогічних і методичних систем навчання та систем засобів навчання, проектується модель автоматизованої розв'язувальної системи.

У четвертому розділі представлені моделі управління освітою. Зокрема, аналізуються особливості модельного подання процесів планування та управління освітою; визначається склад і структура системи моделей планового блоку Центрального комплексу задач управління розвитком системи освіти на її різних організаційних рівнях; проектуються моделі макрофункцій планування та управління розвитком освіти на державному рівні управління; пропонуються підходи щодо розвитку структури комп'ютерних систем опрацювання статистичної звітності для забезпечення управління системою освіти.

П'ятий розділ присвячений розгляду систем автоматизації наукових досліджень, наводяться результати експериментальних досліджень запропонованих моделей. Подається класифікація наукових експериментів, висвітлено особливості їх застосування при дослідженні об'єктів і процесів у системі освіти та їх моделей; виділяються чинники, що спричиняють неадекватність імітаційних експериментів; проектується моделі імітаційних систем як інструменту дослідження моделей та автоматизації експериментальних наукових досліджень; наводяться результати досліджень за допомогою імітаційних системах низки побудованих моделей.

Можна впевнено стверджувати, що впровадження в національну систему освіти принципів відкритої освіти сприятиме утвердженню у світі високого авторитету

української науки і освіти, створить нові освітні умови формування сучасного «кадрового капіталу» України і на цій основі дозволить ввести в дію нові, ще до кінця не розкриті резерви її потенційного розвитку, сприятиме цілеспрямованому і впевненому входженню України до розвинутих країн Європи і світу.

Автор усвідомлює, що спектр проблем і питань, пов'язаних з дослідженням відкритої освіти, впровадженням її в освітню практику, не вичерпується матеріалом, викладеним у цій роботі. В цьому напрямі плідно працюють багато дослідників і практичних працівників освіти як в Україні, так і за її кордонами. Пропонована робота є лише намаганням автора системно представити й оприлюднити отримані результати і тим самим зробити свій внесок у розв'язання сучасних теоретико-методологічних та науково-методичних проблем відкритої освіти, що сприятимуть розвитку вітчизняної системи освіти. Автор з вдячністю сприйме всі побажання і пропозиції, що будуть спрямовані на поліпшення й удосконалення книги.

Preface

Objective processes of society development which means globalization and acceleration of social world processes, society transformation to the informative stage of its development, democratization of social relations, integration of social systems etc., in particular those realizing approaches to provide the gradual and steady growth of welfare and spirituality of people, increasing the level of their protection from possible social, technogenic and natural disasters. These processes are changing incessantly and strikingly the world where we live in. Nowadays, the development of technique and leading technologies in social life is being changed faster than even one generation people life-span. At the same time, these objective processes have created new vital social problems in the spheres of science, education, health, childhood, young generation and family, unemployment and employment, economics, ecology, demography, moral and ethics, defense and safety etc.

The modern stage of society development is characterized by substantial expansion of scales and deepening of science investigation conducted practically in all spheres of society, at all levels. On this basis, existing knowledge is being developing, high technologies and new fields of knowledge appear (for example, nano- and biotechnology, space technologies, technologies of artificial intellect, educational technologies, as well as technologies in the spheres of health protection and agriculture, information and ICT), new automatic high-intelligent and highly productive automated means of activity are being created. New materials, alternative more dangerous ecologically sources and transformers of different types of energy, their experimental tests, industrial production and wide application are being carried out.

Economic systems are being developed in the sphere of labor-markets, capitals, goods and services, increasing competition. The socio-economic techniques and technologies of management are being improved. As a result, the productivity of production has raised, facilities and culture of social labor, ways of people's life activity are being changed quickly.

Social development features mentioned above have resulted in the necessity of mechanisms, structures and scales of social activity changes. They became the reason for information content producing and circulating in the society, for its substantial increase, perceptible dynamism and complication of socio-economic, scientific, technical processes. ICT appearance, fast-moving development of their means and technology, in particular digital and fiber optic technologies, their wide introduction into all spheres of social life has accelerated the integration and communication processes, provided new more productive possibilities of electronic information processing. These technologies move us forward on the way to the informative society and the future society of knowledge.

At present-day reality people, as determining constituents of the socio technique systems, have succeed in making these changes and reacting to them adequately. It predetermines the necessity of permanent (in the rate of the real changes) rethinking of already known and receiving of new knowledge about a man, society and nature. It is foreseen that the members of society have to take this knowledge and get the contemporary life-skills. So, it is determined that human being has to learn during all his life and the education system has to give him this opportunity.

Consequently, objectivity of modern world development predetermines such contradiction – the society, on the one hand, produces and will in future produce new require-

ments to the high-quality indexes of different educational levels of their members. On the other hand, for the members of society there will be new and new necessities in relation to the educational base of the personality development and accordance to the requirements of society. The decision of this contradiction is in the society members' educational promotion which predetermines the necessity of adequate development of the education system – increasing of availability of education, expansion of spectrum and improvement of quality of educational services which it gives.

Providing the aims of education means the gradual and continuous improvement of education system and structure, realization of modern paradigms, ideas, approaches and principles, which it offers, proclaims, and which reproduces in its development. One of these modern educational paradigms is the paradigm of personal centralism, which represents and asserts the humanitarian aspect of education in practice.

This paradigm is aimed at all-round man's personality development (taking into account its individual abilities, inclinations and possibilities, general and professional educational intentions etc.), on the forming of his/her readiness to socialization in society. Another modern educational paradigm offers such structure of education system, which gives the possibility to get professional education, improving gradually and consistently, updating his/her professional qualification, professional competence during all his/her life in accordance with the personal tastes and inclinations and socio-economic society challenges.

Necessity of reacting on man's needs, society challenges asserts in society a new educational paradigm, which consists in the necessity of providing equal access to high-quality education for all those, who must study, have a desire, necessity to study during all their lives and have possibilities to fulfill this purpose. Consequently, a new educational paradigm became the education system reaction on the objective processes of society development challenges and appearance of new necessities for those, who study (plan to study). It represents, «integrates in itself» the preliminary mentioned ones, builds the hypothetical portrait of education – an open education in which a school is examined as a system and educational establishment of free man's formation and development. It is the open education which is aimed at human rights for equal access to quality education at the modern stage of society development. On the basis of the paradigm the system of modern educational goals is formed. It presupposes the proper development of the pedagogical systems (foremost, up-dating the content of education, introduction of new pedagogical technologies which must be used in the open educational process), and also the development of open education technologies management at all levels.

The realization of new educational paradigm in the education system of Ukraine can be provided due to gradual system introduction into its different subsystems of open education principles. It responded to modern world progress of the educational systems approaches, provides an organic integration of the national education system in the world educational environment.

The most considerable is the approach that opens new possibilities for those, who study or plan to study. The main demonstration of this approach result is a possibility not only more adequately and rationally, flexibly and dynamically than in the traditional education system to provide realization of individual necessities of man, to assist the harmonious development of personality, but also to promote the human competence in different directions of training and in different vital situations both in the personal and society interests flexibly in time and space.

This approach allows extending horizons and facilities spectrum and technologies for man's self-education, self-determination, self-affirmation and self-perfection, giving him

a possibility to find the place in modern society, to get a job, to provide at the labor market competition, that is to be ready to socially useful activity. It means that a man learns how to study, is able and wishes to study during all his life.

Giving certain «freedoms» to students, teachers, the education managers in relation to realization an educational and organizational activity by them, the open education systems, however, are the guided systems, developed according to the aims of education on certain stages of their development. That is why all stages of guided systems management development process are corresponded to the open education: planning of development trajectory (through determination of the desired system state in the set or selected moment of time in the future is a term or planning horizon) and planned current statuses of the system (in the certain, preliminary set moments of time of, which lie within the limits of the planned horizon); analysis of the system process development, its character (on the basis of determination of correlation of its planned and current statuses); acceptance and realization of administrative decisions (in relation to bringing current statuses of the system into conformity with those planned).

With the aim of practical realization of open education ideas, appropriate educational systems are created. The main problems of their creation and introduction into the educational practice are computer-technological, organizationally administrative, psychological-pedagogical, financial-economic and regulatory problems. Along with the awareness of necessity of each of these complex problems and balanced decision, it is necessary to underline and select a psychological-pedagogical problem, as it is, a theoretical and practical decision of which today is the most difficult task, not enough determined and resolved. This problem is in the determination of education quality provided. In our time it is the most considerable «restrainer» of wide introduction of open education principles, e-distance education technologies into the educational practice (mostly, in training, re-training and in-plant of adults training). This problem solving even on the initial stage of the creation of open education is not a short or lasting action, realization of which depends on, for example, existence of financial resources (today the decision of computer-technological problem is very important). This problem requires the detailed study of positive overseas experience in the sphere of the open education systems creation, carrying out the researches, directed on its decision, realization of the proper psychological-pedagogical experiments for confirmation of the created scientific hypotheses and providing the substantiation of scientific results introduction into practice of the open educational systems. Obviously, the necessity of solving this problem predetermines the appearance of so-called electronic pedagogy (e-pedagogy), which, on the basis of the achievements of classical psychological-pedagogical science, develops the specific tasks of ICT creation and their effective introduction into educational practice, in particular the open education pedagogy task.

The study of the open education systems, first and foremost, is related to the exposure and awareness of substantial signs of such phenomenon as open education, the principles it is built after. This study must consider, in particular, an open education objects and processes of design, research and clarification of its models.

The considerable vagueness of many educational objects and processes in models predetermines the conducting of imitation experiments which are carried out in the environment of the proper simulations systems. Facilities and technologies of these systems allow to promote an efficiency of experimental realization with models substantially, to provide automation of collection and processing the experimental information and on this basis to build the adequate models of objects and processes of the open education. The

education development in Ukraine gives the possibility not only to take into account the world tendencies of open educational systems functioning but also will open the ways for subsequent improvement of the open education, first and foremost, in the way of upgrading education, getting an equal access to educational services for all. It provides an adequate development of the training system, retraining and in-plant training for pedagogical staff in different types of educational establishments.

Creation of the open education national system is a national project of education development which aims at the proper innovative activity. Modern approach and powerful instrument of innovative activity management is a project approach. The Ukrainian scientific school has developed the methodology of project approach to the management projects and laid the scientific foundation for the management projects national system and programs, created the scientifically methodical and organizationally educational conditions for training, retraining for national economy, provided an effective and high-quality training and realization of many projects and programs of socio-economic development of Ukraine, in particular in the sphere of education. So, the application of projects management methods and facilities at the preparation and realization of the National Program «Information and communication technologies in education and science» and National Complex Program «Providing the comprehensive, professional-technical and higher educational establishments with modern technical aids for science, mathematical and technological disciplines», which are to a great extent aimed at the creation of the open education system in Ukraine, allowed to form the necessary instrumental system of providing the educational development management of important programs system, and became the proof of their effective stage-by-stage realization.

In this book the author did not have a purpose to carry out the design of processes of studies of certain subjects and cycles of disciplines, to offer and analyze the maintenance of education and pedagogical technologies in the certain pedagogical systems which is the subject for special consideration and a lot of other works are devoted to it. In the book the bases of modelling theory of the open education organizational systems are expounded from the systemic position at those its levels, which do not depend on maintenance of certain educational subject and pedagogical technologies which are used. The models of the organizational systems of open education are designed; the features of their structure, planning, realization and introduction at different organizational levels of the system of education are analyzed on the basis of analysis of modern approaches and instruments of development of education system and certain theoretical-methodological instrument of system description and research of the organizational systems. As well as the models of the systems of experimental research of objects and processes are also examined in education, results over of application of such systems are brought and analyzed at experimental research of the offered models and the possible ways of using these results in educational practice.

In the First Part the author proves the actuality of rising and timeliness of research of open education problems; factors and instruments of its development are examined. The processes of integration, democratization and informatization of education are distinguished as such; the open education is examined as an instrument for providing the modern educational paradigm; distance education – as an instrument of practical realization of open education principles; informatization of education – as instruments for open education technological platform forming; increase of level of education management – as an instrument of its effective functioning and development in society; project approach – as an instrument of innovative development management by the education system, in particular, the open one.

The Second Part considers the theoretical-methodological instrument of system description and the organizational systems research. In particular, the basic terms and concepts which form the concept-terminology instrument of subsequent consideration are described; the types of models are determined, approaches to forming and description of the models and tasks systems, which serve as the base for construction of models and tasks, considered in next sections are proposed.

The Third Part is devoted to consideration of questions of education system and its constituents design, as the proper organizational systems, determination of their substantial objects and intercommunications which substantially influence the character of educational process, the educational results of educational activity. The models of education system, educational environment, and the pedagogical and methodical systems, systems of educational means are constructed; the model of automatic solving system is designed.

Education management models are considered in the Fourth Part. In particular, the features of model presentation of education planning and management processes are analyzed; composition and structure of the system of models of the planned block of the Central complex of tasks of management development of the educational system is determined, at its different organizational levels; the models of macro function of planning and management development of education are designed at state level of management; approaches to the development of structure of computer systems processing of the statistical accounting for providing management the education system are proposed.

The Fifth Part is devoted to consideration of automation of scientific researches systems; results of experimental researches of the offered models are presented. In particular, the classification of scientific experiments is given, the features of their application at research of objects and processes in the system of education and their models are examined; factors which cause inadequacy of imitation experiments are selected; the models of the imitation systems are designed as the instrument of research of models and automation of experimental scientific researches; results of the researches due to imitation systems of the built models are presented.

It may be asserted with confidence that introduction of the open education principles into the national system of education will ensure a high authority of Ukrainian science and education in the world, will create new educational terms for modern formation of Ukraine's «staff capital», and on this basis will allow to bring into action a new, not yet discovered potentials of its progressive development, will promote advancement of Ukraine to the developed countries of Europe and the world.

The author is aware that the spectrum of problems and questions, which are related to research of the open education, its introduction into the educational practice is not limited by the material given in this work. Many scientists and educators both in Ukraine and abroad are working at this theme. This work is only the author's attempt to present the achievements on working out open education modern theoretical-methodological and methodological problems. The author hopes that the material will assist the development of national system of education. He will be grateful for all wishes and proposals which he will consider to develop and improve the book.

Розділ 1 | СУЧАСНІ ПІДХОДИ ТА ІНСТРУМЕНТИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ОСВІТИ

- Інтеграція, демократизація та інформатизація – важливі чинники та сучасні інструменти розвитку системи освіти.
- Відкрита освіта – інструмент забезпечення сучасної освітньої парадигми.
- Дистанційна освіта – інструмент практичної реалізації принципів відкритої освіти.
- Інформатизація освіти – інструмент формування інформаційно-технологічної платформи відкритої освіти.
- Підвищення рівня управління освітою – інструмент її ефективного функціонування і розвитку в суспільстві.
- Проектний підхід – інструмент управління інноваційним розвитком системи освіти.

Визначаючи сучасні підходи та інструменти розвитку системи освіти, проєктуючи модель освіти України у майбутньому, але, насправді, досить близькому інформаційному суспільстві, необхідно, з одного боку, передбачати і визначати, наскільки вітчизняна система освіти відповідає потребам людини і суспільства, що розвиваються, розглядати, аналізувати і обирати альтернативи, що надають для навчання такі нові технології, які змінюють практично всі аспекти життєдіяльності людини.

Рейдар Ролл, генеральний секретар Міжнародної ради з дистанційної освіти, у передмові до [393] зазначає, що у XXI столітті «з'являться навчальні заклади, що здатні управляти процесами змін, і ця особливість стане більш важливою і цінною для розвитку суспільства. Сюди слід віднести не тільки досягнення в галузі ІКТ, що прискорюють хід перемін, яких потребує система освіти. Багато політичних діячів висловлюють скептицизм стосовно ефективності і продуктивності використання ресурсів освітнім сектором. Існує думка, що у наступний період розвитку суспільства навряд чи слід очікувати значного підвищення витрат на освіту у більшості країн світу, передусім тому, що у них немає грошей, і сектор освіти у боротьбі за ресурси зіткнеться з жорсткою конкуренцією інших галузей, таких, як соціальна сфера і захист навколишнього середовища. У такому сценарії сектору освіти, мабуть, доведеться звернути увагу на продуктивність своєї роботи».

Водночас, необхідно усвідомлювати, що із зміною освіти змінюється сама людина і суспільство в цілому.

1.1. Інтеграція, демократизація та інформатизація – важливі чинники та сучасні інструменти розвитку системи освіти

- Інтеграція і демократизація освіти.
- Інформаційне суспільство й освіта.

1.1.1. Інтеграція і демократизація освіти

Сучасне світове суспільство стає дедалі більш глобалізованим, інтернаціональним, готовим до конкурентної боротьби як на ринках капіталів, енергетичних ресурсів, товарів, послуг і зайнятості, так і у сфері освіти.

У Програмі діяльності із захисту і розвитку навколишнього середовища, прийнятою на конференції в Ріо-де-Жанейро (Agenda 21), зокрема, зазначається: «Людство стоїть на порозі змін... Жодна нація нездатна досягти бажаного результату самостійно, але усі разом – при глобальному партнерстві і взаємній підтримці – ми здатні зробити це» [393].

Яким буде суспільство майбутнього, як в ньому буде організована і як буде здійснюватись діяльність людини, функціонування технічних і соціотехнічних систем, який рівень життя людини буде в ньому досягнутий, залежить, насамперед, від того, наскільки освіченими будуть його члени.

Рівень розвитку освітніх систем, досягнутий сьогодні в розвинутих країнах світу, є вагомим чинником їх інтелектуального, економічного, соціального, науково-технічного, інноваційно-технологічного і культурного розвитку, що значною мірою забезпечує цим країнам стабільність й еволюційний характер розвитку, дозволяє удосконалити життєустрій, поглиблювати демократичні процеси, поступово підвищувати духовний і матеріальний рівень мирного, творчого життя населення – головної мети прогресивного розвитку людини і суспільства.

Світові тенденції інтеграції і демократизації систем освіти, що сьогодні яскраво простежуються, спрямовані до цієї мети, відіграють у процесі її досягнення провідну роль.

Проте зазначимо, що, розглядаючи в цьому розділі процеси інтеграції і демократизації в системі освіти, не будемо торкатися тих складових цих процесів, які в цілому є дуже важливими, але які все ж не є суттєвими в контексті даного розгляду (наприклад, при розгляді процесів інтеграції не будемо говорити про інтеграцію змісту навчання чи інтеграцію різних форм навчальної діяльності тощо, а при розгляді процесів демократизації – про самоврядування у студентських колективах чи участь батьків в управлінні навчальними закладами тощо).

Проблема інтеграції системи освіти України у світовий, насамперед європейський, освітній простір обумовлена самим життям, стратегічною політикою України на інтеграцію в європейське і світове співтовариство.

У рекомендаціях парламентських слухань про взаємовідносини та співробітництво України з Європейським Союзом (ЄС) від 28 листопада 2002 року зазначено, що:

- реалізація курсу на європейську інтеграцію України є невід'ємним елементом внутрішніх реформ, спрямованих на економічне зростання, підвищення рівня життя народу, розвиток демократії, становлення громадянського суспільства, забезпечення гарантій верховенства права, свободи слова, захист прав і свобод людини, зміцнення національної безпеки;

- поглиблення співробітництва з ЄС – це важливий елемент зміцнення стабільності та безпеки на Європейському континенті;

- курс на поглиблення співробітництва України з ЄС стимулюватиме проведення внутрішніх економічних і політичних реформ, сприятиме суспільному прогресу та розбудові соціально орієнтованої економіки України.

В [141] зазначається, що «успіх на шляху просування України цим курсом та надання Євросоюзом відносинам Україна – ЄС якісно нового статусу залежатиме від:

- здійснення послідовного та виваженого реформування економічної і соціальної сфер;

- ефективності процесу у наблизенні законодавства України до законодавства ЄС та норм і принципів ГАТТ/СОТ;

- реалізації положень Угоди про партнерство та співробітництво між Україною і ЄС та державами-учасниками.

Водночас від ЄС очікується підтвердження відкритості для всіх держав континенту, які сповідують європейські цінності і готові співпрацювати заради досягнення миру, добробуту і демократії в Європі. Правомірно очікувати, що підходи до відносин ЄС з Україною передбачатимуть перспективу вступу України до цієї організації, сприятимуть динамічній інтеграції нашої держави до спільного європейського правового та економічного простору.

Це дуже важливе і велике питання, в якому є і буде чимало протиріч, невирішених проблем. Їх розв'язання – не одномоментна дія. Це неперервний процес оновлення і розвитку, який притаманний не тільки системі освіти, а й суспільству в цілому.

Основними складовими загального інтеграційного процесу розвитку сучасного світу, що відображає об'єктивні тенденції його глобалізації, є процеси інтеграції: знань про людину, суспільство і природу; технологій діяльності людини, технічних і соціотехнічних систем; а також процеси інтеграції соціально-економічних і науково-технічних систем: політичних, нормативно-законодавчих, екологічних, промислового виробництва, сільського господарства, будівництва і архітектури, транспорту, торгівлі, енергетичного і матеріально-технічного ресурсного забезпечення і збереження, економічних (включаючи системи господарювання, ринки товарів, послуг і праці), міжнародної діяльності, інформаційних і телекомунікаційних (включаючи інформаційні ресурси і системи масового інформування), безпеки і оборони, культури, охорони здоров'я, спорту, туризму, соціального захисту населення, науки і освіти; а також систем управління функціонуванням і розвитком різних галузей діяльності людини та їх структурних складових.

Формуючи кадрову компоненту цих інтеграційних процесів, система освіти має не тільки сама бути залученою до процесів світової соціально-економічної, науково-технічної, інноваційно-технологічної і загальнокультурної інтеграції, а й стати їх каталізатором, забезпечити гармонійність, стабільність і передбачуваність їх еволюції, усвідомлення членами суспільства необхідності їх практичної реалізації. Вітчизняна система освіти має увійти у світовий освітній простір, стати в ньому активним, конкурентоспроможним і продуктивним гравцем.

Водночас сьогодні, коли світ розвивається так динамічно, ця проблема набуває особливої актуальності, від якості і темпів розв'язання якої залежить головне – чи буде вітчизняна система освіти і далі займати передові позиції у світовій педагогічній науці і освітній практиці, чи втратить досягнуте і все більше і більше громадян України намагатимуться здобути освіту і роботу за кордоном, а про сучасний розвиток особистості годі буде і думати.

Обмежений відносно надбань вітчизняної культурної спадщини і рівня сучасних світових вимог розвиток особистості, втрата конкурентоспроможності продуктивних сил в недалекому майбутньому стануть визначальними чинниками зниження загальнокультурного рівня населення, процесів стагнації, кризових явищ в економіці країни. За таких умов Україна навіть у перспективі не зможе сподіватись на зайняття достойного місця серед розвинутих країн світу. І що абсолютно драматично для майбутнього України, – вона не буде привабливою для особисто обдарованого і суспільно активного молодого покоління, вона буде поступово втрачати інтелектуальну базу для формування національної еліти, кваліфікованої продуктивної сили.

Рейдар Ролл у передмові до [393] зазначає, що «багато держав передбачають можливість посилення конкуренції між постачальниками освітніх послуг... Одночасно уряди держав враховують у своїх стратегіях розвитку країни посилення регіонального і світового партнерства у різних галузях, в тому числі і в сфері освіти. В країнах, де застосовується такий підхід, система освіти стає дедалі більш продуктивною і конкурентоспроможною».

Загальні інтеграційні процеси в системі освіти мають бути провідною визначальною рисою сучасного етапу розвитку освіти, стати джерелом розв'язання більшості її проблем, забезпечити її впевнений розвиток, продуктивність і конкурентоспроможність на світовому ринку освітніх послуг.

Основними складовими загального інтеграційного процесу розвитку освіти є процеси інтеграції, а саме:

- освітніх і освітньо-професійних стандартів (у тому числі системи сертифікації вищих навчальних закладів і дипломів про вищу освіту, освітньо-професійних стандартів із стандартами міжнародних професійних асоціацій);
- змісту різнорівневої дошкільної, загальної і професійної освіти (в тому числі позашкільної освіти);
- навчально-методичного забезпечення (у тому числі традиційних і електронних інформаційних ресурсів);
- методів, засобів і технологій дошкільної, загальної і професійної освіти (у тому числі підходів та інструментів навчання іноземних мов та ІКТ, підготовки перекладачів, створення і використання дистанційних та інших сучасних педагогічних технологій);
- методів, засобів і технологій оцінювання рівнів навчальних досягнень і професійних компетентностей (включаючи принципи забезпечення рівного доступу до освітніх систем, будови кредитно-модульних систем, систем кваліфікацій і ступенів вищої освіти);
- методів, засобів і технологій післядипломної освіти (у тому числі професійної підготовки перепідготовки і підвищення кваліфікації керівників підприємств державного і приватного секторів та цивільних службовців для пріоритетних галузей розвитку і структур суспільства, забезпечення впродовж життя освіти іншим категоріям дорослого населення);
- організаційно-функціональної і структурної будови системи освіти (у тому числі мереж навчальних закладів різних ступенів і рівнів акредитації та організаційних структур закладів дошкільної, загальної, професійної і післядипломної освіти);
- методів, засобів і технологій підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації кадрів освіти (включаючи учительські, професорсько-викладацькі, наукові кадри, а також кадри управління освітою, навчально-виховними закладами і науковими установами);
- методів, засобів і технологій наукової діяльності (у тому числі сприяння спільній науковій діяльності і навчанню науковців у галузі високих технологій);
- комп'ютерних мереж навчальних закладів, наукових установ і органів управління освітою (у тому числі унормування переліку сервісів та інтерфейсів користувачів, забезпечення рівного доступу до засобів і сервісів мереж, інтеграція національних комп'ютерних мереж, локальних мереж навчальних закладів і наукових установ у глобальні комп'ютерні мережі єдиного інформаційного освітнього простору);

- баз освітніх і наукових даних (у тому числі забезпечення захисту і рівного доступу до ресурсів цих баз, інтеграція баз даних в єдиному інформаційному освітньому просторі);
- бібліотечної справи (у тому числі автоматизованих інформаційних бібліотечних систем та їх інформаційних баз, забезпечення захисту даних і рівного доступу до сервісів цих систем і ресурсів цих баз, інтеграція баз даних і систем в єдиному інформаційному освітньому просторі);
- систем мас-медіа, що пропонують освітні і науково-популярні програми;
- законодавчого і нормативно-правового забезпечення освітньої і наукової діяльності;
- економічних механізмів і процесів господарювання, функціонування і розвитку освіти і науки (у тому числі інформаційно-аналітичних систем адміністративного управління освітою і наукою);
- систем зайнятості (у тому числі забезпечення мобільності вчителів, випускників, адміністраторів, учених, робітничих кадрів);
- систем статистики (включаючи унормування ключових індикаторів, що відображають стан, характер функціонування і напрями планового розвитку мережі навчальних закладів, якісної і кількісної структури їх прийомів – випусків, іншої продукції систем освіти, навчальних закладів і наукових установ, технології збирання і опрацювання даних, моніторингу освітньої діяльності, системи управління освітою на її різних організаційних рівнях).

Мова, насамперед, йде про міжнародне освітнє та науково-технічне співробітництво. «Міжнародне співробітництво в освіті, якщо воно успішно реалізується, має великий потенціал. Воно може привезти до створення глобальних освітніх спільнот і консорціумів, «що зробить освіту доступною як міжнародну додаткову послугу, що сплачується усіма тими, хто в змозі собі це дозволити... Це принципи глобального партнерства між рівними у різних сферах і культурах» [393, с. 26].

Серед продуктивних форм цього співробітництва, що, безумовно, має сприяти інтеграції системи освіти України у світовий освітній простір, слід підтвердити такі з них, які позитивно зарекомендували себе у попередні часи:

- взаємний обмін учнями, студентами, слухачами, викладачами і науковцями;
- реалізація спільних навчальних програм і наукових досліджень;
- здійснення спільних заходів (публікації, конференції, конкурси, змагання, інші заходи спільної освітньо-виховної, спортивно-оздоровчої, культурно-просвітницької і наукової діяльності).

Необхідно забезпечити розширення масштабів і поглибити зміст цих форм діяльності. Водночас, слід суттєво розвинути, а в деяких навчальних закладах і розпочати такі форми цієї роботи, які повинні осучаснити і суттєво поглибити інтеграційні процеси:

- взаємне ліцензування навчальних програм, курсів, викладацьких кадрів;
- розробка спільних освітніх і наукових проектів, що спрямовані на розвиток та інтеграцію систем освіти і науки;
- залучення вітчизняних і міжнародних спонсорів і фондів до забезпечення виконання програм і проектів (у тому числі міжнародних), спрямованих на розвиток освіти і науки в Україні;
- впровадження принципів відкритої освіти, методів, засобів і технологій дистанційного навчання.

Розвиток ринкової економіки передбачає конкуренцію на її різних ринках. Тому в найближчі роки на ринку освітніх послуг слід очікувати значного посилення конкуренції між постачальниками цих послуг. У висновках Консультативного комітету промислових досліджень Європейської Комісії Євросоюзу заявлено, що без конкурентоспроможної системи освіти не може бути конкурентоспроможної економіки. В [314] додається, що «ця теза є актуальною і для нашої країни, для підвищення добробуту наших громадян. Освіта, наука, виробництво – це ті опори, на яких має будуватися нова стратегія держави, адже освітня сфера в передових країнах давно стала основою економічного зростання: кожна одиниця затрат на освіту дає 1,7–1,9 одиниць ВВП».

Водночас, посилення міжнародного партнерства освітніх закладів, наукових установ, органів управління освітою на фоні загальних інтеграційних процесів розвитку суспільства в Україні дозволить, з одного боку, поміжкшити конкурентну боротьбу на ринку освітніх послуг, а з іншого – надасть поштовху і забезпечить подальший розвиток вітчизняної системи освіти, вона стане більш якісною, продуктивною і конкурентоспроможною.

У сфері освіти глобальне співробітництво розвивається особливо бурхливо. Нові комп'ютерні супермагістралі, супутниковий зв'язок роблять таке співробітництво більш доступним та ефективним.

Однак слід враховувати небезпеку культурної експансії, експорту через глобальні комунікаційні магістралі освітніх програм, продукції мас-медіа, які є неприйнятними і навіть неприпустимими для мовних, освітніх і культурних традицій ряду країн і цілих регіонів. Це пов'язано з «нав'язуванням» культури, що притаманна певним регіонам, країнам, етнічним групам, що сповідують інший спосіб життя, працюють за іншими правилами, дотримуються інших цінностей тощо. Це є намаганням окремих соціальних груп, країн установити й утвердити в міжкультурних стосунках всього культурного різноманіття світу домінуючої культури, відносин домінування [444].

Встановлення відносин домінування суперечить тій сучасній тенденції розвитку світового суспільства, яка сьогодні спрямована не в бік глобалізації культур, а стійко націлена на етнічну і культурну ідентифікацію, на захист національних традицій, на культурну толерантність. Проте вже сьогодні можна відзначити бажання деяких великих міжнародних освітніх корпорацій, не турбуючись про можливі наслідки здійснюваної освітньої діяльності, віднайти нові ринки попиту для своїх послуг, які змістовно не адаптовані до аудиторії з певною культурою. В [315] зазначається, що «світ останнім часом невпинно змінюється. Визначальним чинником сучасної цивілізації стали інформаційні ресурси й усе, пов'язане з їх накопиченням, оновленням, передаванням і використанням. Але, як відомо, інформаційні ресурси також є різного спрямування. Тому вкрай важливо, щоб вчитель став захисником дітей від елементів агресії, жорстокості, які нерідко пропонують інформаційні потоки».

Якщо не враховувати ці тенденції, не запобігти виявам негативного інформаційного впливу на вітчизняний освітній простір з боку небажаних закордонних освітніх і мас-медіа систем, то на цьому ґрунті можуть виникнути серйозні конфлікти, у тому числі міжнародні. Розвиток партнерських відносин й удосконалення ринку освітніх послуг слід будувати на засадах поваги до культурних цінностей різних націй і народів з урахуванням обраними цими націями і народами шляхів і темпів свого суспільного розвитку.

За останні роки освіта України зробила рішучі кроки в напрямі інтеграції у європейський освітній простір. Розглянемо деякі з них.

По-перше, як приклад успішного міжнародного співробітництва з інтеграції системи вищої освіти України у європейський освітній простір можна навести спільну результативну діяльність міжнародних і національних урядових структур, провідних вітчизняних і закордонних університетів, основні положення якої були визначені у Лісабонській конвенції, а основні принципи – згодом сформульовані у Болонській декларації. Ця спільна міжнародна діяльність дістала назву Болонський процес. Основні принципи Болонській декларації, в основному, збіглися із стратегічними напрямками розвитку освіти України, з бажанням України інтегруватись у Європейське Співтовариство. Тому у 2005 році Україна офіційно приєдналася до Болонського процесу і планує у 2010 році запровадити його основні принципи в повному обсязі.

Відповідно до основних принципів Болонської декларації в рамках досягнутих з Європейською Комісією ЄС домовленостей Україна планує до 2010 року запровадити у вищій освіті систему академічних кредитів, аналогічну до системи ECTS (Європейська кредитно-трансферна система). Саме цю систему розглядають як засіб підвищення мобільності студентів під час переходу з однієї навчальної програми на іншу, включаючи програми післядипломної освіти. Передбачається, що ECTS буде відігравати роль вагомого багатоцільового інструмента сучасного етапу модернізації освітніх систем, стане не тільки засобом забезпечення мобільності тих, хто навчається, а й буде активно сприяти формуванню єдиної двоступеневої системи вищої освіти, реформуванню й удосконаленню навчальних програм, уніфікації систем оцінювання навчальних досягнень, професійних компетентностей, забезпечить умови щодо міжінституціонального і міжнародного визнання проміжних результатів навчання і сертифікатів про отриману освіту тощо.

Багатолітня співпраця Європейської Комісії ЄС і 145 провідних університетів Європи дала змогу сформулювати такі базові принципи, на яких ґрунтується розробка і запровадження загальноєвропейської системи кваліфікацій і ступенів [141, с. 166]:

1. Філософії взаємної довіри.
2. Здатності освітніх структур до конвергенції (гармонізації) як на національному, так і на міжнародному рівнях.
3. Подання результатів навчання не в термінах часу, а в термінах кредитів, що прив'язані до результатів, виражених компетентностями.
4. Реальності створення загальноєвропейської системи перезарахування (обліку) і накопичення кредитів.
5. Цінності і самодостатності обох ступенів освіти: як ступеня бакалавра, так і ступеня магістра.
6. Погодженості в рамках загальноєвропейського освітнього простору вимог до кваліфікацій у вигляді компетентностей.
7. Відмінності термінів навчання як на першому, так і на другому ступенях освіти не більш ніж на 25%.
8. Обмеженості шкали оцінювання кредитів: програми бакалаврського рівня – від 180 до 240 кредитів, програми магістерського рівня – від 90 до 120 кредитів; кількість кредитів у річній програмі – не більш як 60.
9. Розроблення загальних і прозорих рівневих індикаторів результатів навчальних досягнень як умови порівняльності структур і ступенів, як частини власне європейської структури кваліфікацій, заснованих на об'єктивних стандартах.

10. Погодженості та здійсненості цих принципів як результат політичної волі і копіткої праці всіх учасників, зокрема в рамках програм визнання подвійних і сумісних дипломів.

По-друге, розглядаючи питання інтеграції системи освіти України в європейські освітні системи, слід вказати на роботи, які проводяться в Україні в напрямі створення національної системи оцінювання рівнів навчальних досягнень, запровадження зовнішнього незалежного тестування випускників загальноосвітніх навчальних закладів, яке спричинило у суспільстві широкий резонанс. У [314] зазначається: «дієвим важелем підвищення ефективності системи освіти є зовнішнє незалежне оцінювання результатів діяльності усіх суб'єктів навчально-виховного процесу. Воно передбачає об'єктивну оцінку підвищення якості середньої освіти, забезпечення доступу до вищої освіти та створення передумов для входження України у європейський освітній простір... Експерти оцінюють зовнішнє тестування як реальні кроки до прозорості випускної/вступної компанії, до справжньої неперервності середньої і вищої освіти».

При створенні і впровадженні системи зовнішнього незалежного тестування необхідно було врахувати закордонний досвід, специфіку стану і завдань розвитку вітчизняної освіти та забезпечити сполученість і сумісність національної системи з аналогічними європейськими системами. У 2006 році Міністерство освіти і науки України разом з Українським центром оцінювання якості освіти провело (у пілотному режимі) в 178 пунктах тестування зовнішнє оцінювання навчальних досягнень 41 818 випускників загальноосвітніх навчальних закладів з української мови, математики та історії. Загалом, результати пілотного тестування показали правильність обраних підходів, заклали необхідні умови для його поширення в освітній практиці. Втім, ці результати засвідчили «потребу в реальній модернізації навчального процесу з математики і природничих дисциплін, у запровадженні навчальних технологій, спрямованих на розвиток особистості школяра» [314].

По-третє, у 2007 році Україна вперше взяла участь у міжнародному порівняльному дослідженні якості математичної і природничої освіти школярів 4-х і 8-х класів, що здійснюватиметься за проектом TIMSS – найбільш масштабного міжнародного проекту в галузі освіти, в межах якого досліджуватиметься якість освіти школярів у 67 країнах світу. В [314] зазначається, що «участь у міжнародних моніторингових дослідженнях – це не разова акція міністерства. Президент України, Уряд поставили завдання не лише брати участь у таких дослідженнях, а й створити в країні моніторингову систему якості освіти». Безумовно, такий підхід сприятиме успішній інтеграції системи освіти України у світовий освітній простір, забезпечить її випускникам підвищення мобільності і конкурентоспроможності на ринку праці.

По-четверте, з часу приєднання України до Болонського процесу Міністерство освіти і науки України ініціювало питання про формування нового переліку галузей знань, бакалаврських програм і програм професійного спрямування замість чинного Переліку напрямів і спеціальностей підготовки – як ще один крок на шляху до інтеграції в систему освіти Європи. «У новому варіанті Переліку спеціальностей «Початкове навчання», «Дошкільне виховання», «Технологічна освіта (трудове навчання)» виокремлено у бакалаврські програми, а підготовка вчителя загальноосвітніх предметів буде здійснюватися за відповідними бакалаврськими програмами професійного спрямування класичних університетів. Мета змін полягає у тому, щоб підвищити якість підготовки вчителя, наблизити її рівень до європейських

вимог та урівноважити статус випускників педагогічних і класичних університетів» [314].

Це далеко не повний перелік реальних кроків, які останніми роками рішуче і послідовно здійснюються в системі освіти України на шляху її інтеграції до європейського освітнього простору.

Проте, успішна інтеграція системи освіти України у світовий освітній простір є неможливою без розвитку демократичних процесів в освіті, наближення стану демократії (її внутрішньосистемних механізмів і зовнішніх виявів) до рівня, що досягнутий в системах, з якими вона інтегрується. Цьому має сприяти не тільки виконання зазначених вище інтеграційних заходів, а багато в чому – впевнене і наполегливе утвердження в освіті принципів та широке впровадження в усі її гілки механізмів і інструментів свободи вибору, формування в освітньому середовищі толерантних відносин, які притаманні сьгодні системам освіти країн з розвинутою демократією.

В [314] зазначається: «Демократизація суспільства спонукає до підвищення рівня готовності громадян до відповідального і свідомого вибору, здатності до толерантного розв'язування конфліктних ситуацій... Необхідність своєчасного і правильного реагування на виклики епохи потребує нової парадигми освіти. На відміну від традиційної освітньої моделі, що базується на пріоритеті простого засвоєння і відтворення навчального матеріалу, головною метою навчання у XXI столітті стає всебічний розвиток людської особистості як рівновеликої цінності. Демократичне спрямування навчання дає людині можливість підготуватися до життя у швидкоплинних змінах соціокультурних умов і професійної діяльності».

Отже, розвиток демократичних процесів в освіті не тільки спричинений необхідністю її інтеграції у світовий освітній простір, загальною тенденцією демократизації суспільного життя в Україні і світі, а й є вагомим чинником, що забезпечує цю інтеграцію.

Таким чином, інтеграція і демократизація освіти виступають як важливі чинники, як сучасні інструменти розвитку системи освіти в Україні. Обидва ці чинники є взаємообумовленими, спираються один на один, передбачають і взаємодоповнюють один одного.

Немає сумнівів, що збалансована реалізація всього спектру завдань, пов'язаних з інтеграцією системи освіти України у світовий освітній простір, демократизацією її внутрішньої і зовнішньої діяльності, дозволить підняти рівень системи освіти України до сучасних міжнародних вимог, створити умови для розвитку особистості, формування конкурентоспроможних продуктивних сил України і тим самим – забезпечить прогресивний поступ, цілеспрямоване і впевнене інтегрування України до розвинених країн Європи і світу.

1.1.2. Інформаційне суспільство й освіта

Інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) поступово і невпинно проникають та інтегруються в усі сфери діяльності людини і суспільства, стають могутнім каталізатором і визначальним джерелом їх об'єктивного розвитку. Цей процес називають *інформатизацією суспільства*, а саме суспільство набуває ознак інформаційного.

Поняття «інформаційне суспільство» (ІС) виникло на початку 90-х років XX століття. Основними об'єктивними факторами його появи стало різке зростання ролі знань та інформаційних ресурсів, які є важливим стратегічним ресурсом суспільства,

що забезпечує адекватний сьогоденню розвиток особистості, прискорений розвиток високотехнологічних галузей економіки. В ІС надається широкий доступ громадян до інформаційних ресурсів, освіти, культурних надбань, створюються нові можливості роботи й спілкування завдяки бурхливому розвитку і широкомасштабному впровадженню ІКТ.

Рейдар Ролл, генеральний секретар Міжнародної ради з дистанційної освіти (Осло, Норвегія), у передмові до книги Дж. Тиффіна і Л. Раджасінгам (університет Вікторія у Новій Зеландії) [393, с. 19] зокрема, зазначає, що революційний переворот спостерігається у комунікаційній і технологічних сферах. Розвиток цифрових та оптико-волоконних технологій стрімко просувають нас до ІС майбутнього, де практично будь-які інформаційні ресурси і послуги будуть доступні кожному і повсякденно, що створить необмежені можливості справді транспланетного спілкування. Більшості людей ще складно повністю усвідомити ті зміни, які виникають у звичному сьогодні суспільстві: по-новому будуватиметься життя, робота і дозвілля, по-іншому почнуть навчатися, виробляти і продавати послуги, зміняться методи ведення війн – і все це буде впливати на відносини між імущими і неімущими класами, певним чином змінювати мову і культуру.

В «Декларації принципів», яка була прийнята в 2003 році в Женеві на Всесвітній зустрічі на вищому рівні з питань інформаційного суспільства, зокрема, підкреслюється, що ІС – це таке суспільство, в якому кожний міг би створювати нові знання, мати до них доступ, користуватися й обмінюватися ними з тим, щоб дати окремим особам, громадянам і народам можливість повною мірою реалізувати свій потенціал.

Група експертів Колегії Європейських співавторів, яка створена у травні 1995 року з метою аналізу соціальних аспектів ІС, характеризує таке суспільство як глобальне суспільство, у якому обмін відомостями не буде мати ні часових, ні просторових, ні політичних кордонів; яке, з одного боку, сприяє взаємопроникненню культур, а, з іншого – відкриває кожному співтовариству нові можливості для самоідентифікації й розвитку власної унікальної культури.

Інформаційне суспільство (*information society, digital society, electronic society, e-society*) розглядається як етап переходу до нового перспективного стану свого соціально-економічного і науково-технічного розвитку – до суспільства знань (*knowledge society, k-society*), в якому головним джерелом існування і розвитку, основним ресурсом функціонування і рушійною силою прогресивних перетворень стануть знання, які накопичило і продовжуватиме здобувати і накопичувати людство і які будуть ефективно використовуватись практично усіма підсистемами суспільства, переважною більшістю його членів для розв'язування своїх повсякденних і перспективних завдань.

В основі створення ІС лежить процес його інформатизації, який в [407] визначається як «організований соціально-економічний і науково-технічний процес створення оптимальних умов для вдосконалення інформаційних потреб і реалізації прав громадян, органів державної влади, органів місцевого самоврядування, організацій, громадських об'єднань на основі формування і використання інформаційних ресурсів».

Вивченням проблем створення ІС, його особливостей, визначенням цього поняття займаються вчені багатьох країн світу. Багато з них визначають контури ІС як суспільства, у якому процес комп'ютеризації надає людям доступ до надійних джерел інформаційних ресурсів, позбавляє їх від рутинної роботи, забезпечує високий рівень автоматизації виробництва. В багатьох роботах вітчизняних і зарубіжних

авторів ІС характеризується як постіндустріальне суспільство, де знання використовуються як стратегічний ресурс. Сьогодні новітні засоби зв'язку та системи комунікацій стирають кордони між країнами і націями. Цифрові технології принципово змінюють не тільки можливості зв'язку, а й технології обміну товарами, послугами, знаннями, управління виробничими, соціально-економічними й політичними процесами в житті колективів регіонів, та країн. На світовому обрії вимальовуються контури цифрової економіки і глобального ІС, в якому нації об'єднуються та співіснують на основі сучасних ІКТ. Встановлено, що найбільш конкурентоспроможними є ті країни, в яких вдало поєднуються високотехнологічне виробництво й раціональне використання власних природних ресурсів, знання та ІКТ [354, 400].

Дон Тапскотт, наприклад, виділяє десять змін у технологіях, що притаманні переходу від постіндустріального суспільства до ІС, яке він називає електронно-цифрове суспільство [389]. Ці зміни забезпечуються такими переходами:

- від аналогової техніки до цифрової, оскільки електронно-цифрове суспільство вимагає електронно-цифрових технологій;
- від напівпровідників до мікропроцесорів, оскільки високопродуктивні організації вимагають ефективних засобів опрацювання даних;
- від централізованих обчислень до архітектури клієнт-сервер, оскільки динамічним сервісним організаціям, зорієнтованим на клієнт-замовника, необхідні обчислювальні потужності з архітектурою клієнт-сервер; при цьому мережа перетворюється на обчислювальну машину, виробництво стає мережним;
- від низькоінтелектуальних засобів доступу до інформаційних побутових засобів, оскільки інформаційним магістралям потрібні інтелектуальні засоби сполучення;
- від даних, текстів, звуків і зображень до мультимедіа, оскільки для спілкування між собою людям потрібні повноцінні засоби мультимедіа;
- від спеціалізованих до відкритих систем, оскільки відкритому світу потрібні відкриті системи;
- від неінтелектуальних мереж до інтелектуальних, оскільки гіперсередовище надає можливість досліджувати зміст мережі за допомогою програм-агентів;
- від ремісничого програмування до об'єктно орієнтованої індустрії програмування, оскільки швидкозмінний світ вимагає високоадаптивних програмних систем;
- від існуючих інтерфейсів управління електронно-цифровими засобами з боку людини до нових поколінь цих інтерфейсів, оскільки нові умови діяльності, що виникають і розвиваються в ІС, вимагають нових засобів управління електронною технікою з боку людини.

Отже, ІС – це комплексне поняття, що складається з множини різноманітних аспектів політичної, соціальної, економічної та технологічної природи, кожному з яких властива висока динаміка розвитку.

Найбільш розвинуті країни світу наприкінці ХХ сторіччя поставили собі за мету прискорений перехід до нового етапу свого розвитку – ІС, що характеризується [216]:

- розвиненою інформаційно-комунікаційною інфраструктурою та прискореним розвитком високотехнологічних галузей економіки;
- широким доступом громадян до інформаційних ресурсів, освіти, культурних надбань, можливостей роботи і спілкування;

- новими вимірами прав і свобод громадян;
- високими темпами економічного зростання.

Інформаційне суспільство суттєво змінює традиційні уявлення про працю, освіту, культуру, спілкування, соціально-політичне життя. Сьогодні якнайшвидше впровадження тих або інших рис ІС в існуючу соціально-економічну систему – головне завдання політичних та професійних еліт найбільш розвинутих країн Європи, Америки, Азії. Водночас, головною проблемою інших країн стає так званий «цифровий розрив» (інформаційна нерівність) – розрив у можливостях та способах життя між державами, що будують ІС, та рештою держав. Особливо загрозливим «цифровий розрив» є для пострадянських країн, які ще не завершили соціально-політичну трансформацію.

Об'єктивною передумовою формування ІС є бурхливий розвиток і глобальне поширення персональних комп'ютерних засобів, практично неосяжні масштаби Інтернет, високий рівень його комунікативних характеристик і сервісів. У [393, с. 201] зазначається, що всесвітній Інтернет – це тільки приклад майбутньої інформаційної інфраструктури. Її обриси поки що тільки слабо відгадуються, і, можливо, ніхто не в силах уявити, якою вона буде. Але вже тепер стає зрозумілим, що ця інфраструктура буде значно складнішою, ніж будь-що існує в теперішній час, і навіть те, що ми можемо собі уявити».

Суть концепції ІС полягає в тому, що першорядного значення в розвитку всіх суспільних сфер набувають знання, інформаційні ресурси та інтелектуальний потенціал людини. Основними особливостями ІС є [216]:

- збільшення ролі інформаційних ресурсів і знань у політичному, економічному, соціальному та культурному житті суспільства;
- зростання обсягу інформаційно-комунікаційних продуктів і послуг у валовому внутрішньому продукті;
- створення глобального інформаційного простору, що забезпечує:
 - а) ефективну інформаційну взаємодію людей;
 - б) доступ членів суспільства до світових інформаційних ресурсів;
 - в) задоволення потреб членів суспільства в інформаційних продуктах та послугах.

Метою ІС є комплексний та органічний розвиток людини, створення умов для її духовного та розумового збагачення, нарощування національного людського капіталу як основи розвитку політичної, соціальної, економічної, гуманітарної, культурної та інших сфер суспільного життя насамперед в інтересах підвищення добробуту громадян, ефективності економіки та зміцнення державності [216].

Побудова ІС – не самоціль, а інструмент економічної, соціальної, науково-технічної, міжнародної політики України, яка будує нове сучасне суспільство.

До основних стратегічних цілей розвитку ІС в Україні у [216, 323, 336, 337] віднесено:

- створення постіндустріальної економіки в Україні шляхом прискореного впровадження новітніх ІКТ в усі сфери суспільного життя, діяльності органів державної влади та місцевого самоврядування;
- широке використання ІКТ як інструмента для затвердження демократичних форм державного управління, удосконалення відносин між державою і громадянами, зміцнення демократичних інститутів, становлення електронної форми взаємодії між владою і громадянами;
- забезпечення комп'ютерної грамотності населення, насамперед через створення системи освіти, орієнтованої на виклики ІС; формування в суспільстві системи

цінностей і пріоритетів ІС, що спрямовує і стимулює його членів і суспільні підсистеми використовувати новітні ІКТ у формуванні особистості;

- створення національної інформаційно-комунікаційної інфраструктури та інтеграція її із світовою інфраструктурою.

Для оцінки стану розвитку ІКТ країн світу в 2002 році Міжнародна академія зв'язку ввела показник-індекс цифрового доступу, значення якого може змінюватись від нуля до одиниці і який розраховується на основі таких восьми показників: кількість абонентів фіксованого зв'язку; кількість абонентів мобільного зв'язку; кількість абонентів широкосмугового зв'язку; освіта дорослого населення; загальне охоплення шкільною освітою; ціна доступу до Інтернету; кількість користувачів Інтернету; якість міжнародного трафіку. Для України у 2005 році цей індекс не перевищував 0,5 і був помітно меншим, ніж для розвинутих країн світу (наприклад, для Швеції він становив 0,85) [216].

Інформатизація суспільства передбачає випереджувальну інформатизацію галузі науки і освіти, де в основному формується когнітивний, кадровий і науково-технічний фундамент самої інформатизації як процесу і соціально-економічного явища, закладається майбутнє досягнень і розвитку суспільства в цілому.

В [393, с. 19] Рейдар Ролл зазначає: «У світі майбутнього... освітнє середовище, яке ми знаємо сьогодні, те, як ми забезпечуємо і організуємо освіту і способи навчання, будуть змінюватись драматично швидко у зв'язку з новими реаліями і новими потребами навчання. Ми вже значно просунулися шляхом змін і маємо можливість спостерігати, як у багатьох країнах світу здійснюється процес злиття традиційного і дистанційного навчання. В міру того, як звичайна освіта буде трансформуватися, дистанційне навчання також зміниться».

В Декларації II Міжнародного конгресу ЮНЕСКО «Інформатизація і освіта» його учасники закликали «уряди, структури, що займаються питаннями освіти, ділові і промислові кола зміцнювати спільні зусилля, віднаходити нові форми співробітництва з метою забезпечення всіх рівнів освіти адекватними ІКТ в інтересах тих, хто навчається, у межах неперервної освіти для всіх». В основному робочому документі цього конгресу зазначається, що «швидкий розвиток ІКТ не тільки відкриває нові можливості, але й ставить нові завдання перед світовим суспільством. Створення так званих інформаційних магістралей, безумовно, відіб'ється на економічній, соціальній, культурній і освітній сферах та зможе докорінно вплинути на форми правління, творчість, обмін ідеями і знаннями». У Рекомендаціях цього Конгресу підкреслюється, що перш за все необхідно використовувати всілякі можливості для пропаганди найбільш наочних і дійових форм і методів реалізації ІКТ [398].

В [314] наголошується: «Людство постало перед фактом, що знання оновлюються навіть швидше, ніж відбувається зміна поколінь. Тому перед освітою постало складне двослдине завдання: вона повинна осучаснюватися на основі новітніх технологій через широке впровадження у навчально-виховний процес ІКТ, а також – формувати у молоді риси, необхідні для успішної самореалізації в інформаційному суспільстві після завершення навчання в школі чи університеті».

Отже, інформатизація освіти є невід'ємною складовою інформатизації суспільства, відображає загальні тенденції глобалізації світових процесів розвитку, виступає як визначальний інформаційний і комунікаційний базис розвитку освіти, гармонійного розвитку особистості і соціально-економічних систем суспільства. В [123], зокрема, читаємо: «Вже сьогодні, а не завтра нам всім доведеться обов'язково

вирішувати проблему адаптації до нових умов життя в ІС, де вирішальну роль будуть відігравати не речовина і енергія, а інформаційні ресурси і наукові знання. За цих умов важливо впровадити в систему освіти нові принципи викладання і вивчення інформатики, які мають забезпечити формування у людей нових сучасних уявлень про роль інформаційних ресурсів та інформаційних процесів у природі та суспільстві».

Інформатизація освітнього процесу є важливим резервом підвищення якості освіти. Інформаційно-технологічна платформа освіти, в якій підтримується ІКТ навчання та управління освітою, дає змогу необмежено розширити доступ до інформаційних ресурсів, урізноманітнити технології тощо. Але й освіта сама по собі є прискорювачем процесу інформатизації суспільства, інструментом формування інформаційної культури людини, підготовки професіоналів нової генерації. Сьогодні рівень сформованості інформаційної культури фахівця визначається не лише його здатністю використовувати інформаційні ресурси в різних видах діяльності, а й світоглядним баченням навколишнього світу як відкритої інформаційної системи [314].

У [123] підкреслюється, що «виключно важливою є умова, відповідно до якої реформування системи освіти та її інформатизація мають в обов'язковому порядку йти одночасно і взаємопов'язано, а не послідовно і паралельно. Перехід системи освіти на якісно новий рівень без її інформатизації є неможливим». І далі: «Головна мета процесу інформатизації – це зміна системних властивостей сфери освіти, і в першу чергу вищої школи з метою підвищення її сприймання інновацій, надання можливостей активного цілеспрямованого використання світової інформаційної магістралі, нових можливостей впливу на освітню, наукову, професійну траєкторію, а з ними – і на історичну траєкторію розвитку країни».

Головне призначення системи освіти в ІС є багатофакторним і передбачає низку завдань. Це головне призначення полягає у підготовці тих, хто навчається, до ефективної участі у побутовій, громадській і професійній життєдіяльності в умовах ІС. Для реалізації головного призначення системи освіти в ІС необхідно забезпечити:

- підвищення якості освіти;
- поліпшення ступеня доступності освіти;
- підвищення економічного потенціалу в країні на основі зростання освітнього рівня населення (людський потенціал);
- створення єдиного інформаційного простору системи освіти;
- інформаційну інтеграцію національної системи освіти у наукову, виробничу, соціально-громадську і культурну інфраструктуру світового суспільства.

При цьому стратегічними завданнями системи освіти в ІС є:

- наукове обґрунтування методології інформатизації системи освіти в умовах ІС;
- підготовка кадрів, які здатні досягати поставлених масштабних цілей;
- поліпшення якості освіти на основі широкого й ефективного застосування сучасних і перспективних ІКТ;
- аналіз рівнів доцільного використання ІКТ у різних напрямках і для різних рівнів підготовки спеціалістів;
- розроблення комп'ютерних систем навчального призначення;
- створення системи стандартів ІКТ, розроблення методик сертифікації програмних і технічних засобів навчання;

- розвиток єдиної системи баз даних та інформаційних ресурсів у системі освіти, забезпечення масового доступу до цієї системи усіх категорій користувачів.

Розвиток України як країни, економіка якої має базуватися на широкому використанні і розвитку високих технологій, а її комунікаційно-технологічні підсистеми мають формувати інфраструктуру ІС, є неможливим без створення і широкого впровадження в систему освіти сучасних засобів навчання та ІКТ. Тільки за цих умов освіта буде відповідати соціально-економічним потребам розвитку суспільства, індивідуальним загальноосвітнім і професійним потребам громадян. Тільки за цих умов національна система освіти забезпечить адекватне формування кадрової складової гуманістичної і соціально-економічної трансформації країни – розвиток особистості, створення ефективної економіки, розвиток громадянського суспільства і демократизації Української держави, європейської і світової інтеграції України. За таким підходом розвиваються системи освіти в усіх економічно розвинутих країнах світу.

В [393, с. 19] Рейдар Ролл зазначає: «Деякі країни перебувають сьогодні на етапі переосмислення своїх освітніх систем, в той час як в інших державах, і це можна віднести до західного світу, зазначений процес здається уповільненим. Тут має місце реальна загроза, оскільки може трапитись, що швидкість, з якою відбуватимуться зміни в офіційних освітніх системах, виявляться настільки низькими, що їх спроможність забезпечити необхідну громадянам якість освітніх послуг стане абсолютно недостатньою. Справитися з поставленим завданням зможуть ті школи, університети та інші навчальні заклади, котрі будуть здатні йти в ногу з новими реаліями і випереджати інших у забезпеченні необхідних послуг на освітньому ринку завтрашнього дня. Можливо, цей ринок надасть перевагу зближенню частин освітньої системи і корпоративного світу телекомунікацій й виробників апаратного і програмного забезпечення для освітнього ринку, тимчасово відсунувши політиків на задній план?». Можна сказати з високою ймовірністю, що так і станеться.

Привабливі перспективи щодо реалізації такого підходу відкривають нові форми співробітництва навчальних закладів (передусім, сучасних університетів) і провідних світових компаній, що працюють у галузі високих технологій. Таке співробітництво базується на спільних інтересах освіти і бізнесу в напрямі підготовки висококваліфікованих випускників системи професійної освіти та їх подальшого використання при створенні засобів і технологій найсучасніших комп'ютерно орієнтованих систем – складових інфраструктури інформаційного суспільства.

Як позитивний приклад такого співробітництва можна навести діяльність університету в Ніці (University of Nice Sophia Antipolis – www.unice.fr), Франція, де на базі Imagine Institute (Innovative Multimedia Application Generated by Interdisciplinary Network Environment) під керівництвом професора Сержа Міранди (Serge Miranda – serge.miranda@unice.fr) у 1980 році була започаткована і дотепер здійснюється магістерська програма MBDS (Multimedia Data Base and System integration), в якій передбачається обов'язкова поглиблена інтеграція навчального процесу і діяльності компаній, які створюють засоби ІКТ та активно використовують такі засоби при виготовленні своєї продукції і реалізації різних послуг. Серед основних партнерів університету в Ніці у здійсненні підготовки за цією програмою виступають: компанії із створення програмних продуктів – Oracle, IBM, Sun, Microsoft, CA, ETRI (Південна Корея); компанії із розроблення телекомунікаційних систем – SFR, Orange R&D, Telecom Italia, ISBM (Torino), ETSI, Alcatel-Lucent, Comcel; компанії

із розроблення телекомунікаційних засобів – ASK, NXP, Nokia, Coronis, Tam Tele-sante, ST MicroElectronics; компанії із розроблення засобів мобільного цифрового телебачення – TDF, France Television, Wonderfone Index, NTTV; компанії інших галузей економіки, які при створенні своєї продукції і реалізації послуг активно використовують ІКТ – Amadeus, Hospital of Nice, Mercedes, Renault, Citroen, GDF, Veolia, Credit Agricole, Malongo, Rica Lewis та ін.

При здійсненні підготовки за програмою MBDS майбутні випускники безпосередньо залучаються до роботи в компаніях, беручи участь у реалізації спільних проектів, насамперед, із створення прототипів (зразків) перспективних засобів бездротових ІКТ та інформаційних сервісів (Prototyping the Wireless Information Services of the Future).

Цікавий досвід у цьому напрямі напрацьовано у Королівському технологічному інституті (Royal Institute of Technology), Стокгольм, Швеція, де за відповідним проектом Tempus здійснюється магістерська програма з підготовки майбутніх спеціалістів у галузі так званих підтримуючих технологій, що базуються на ІКТ (MSc programme in Sustainable Technology).

Подібний підхід при здійсненні навчання за такими інноваційними технологіями застосовують і провідні університети України, серед яких слід назвати Національний технічний університет України «КПІ», Національний технічний університет «ХПІ», Національний аерокосмічний університет, Національний авіаційний університет, Херсонський державний університет та ін.

Нові перспективи щодо розвитку в Україні ІС відкриває Закон України від 9 січня 2007 року № 537-V «Про Основні засади створення інформаційного суспільства в Україні», де формулюються Основні засади розвитку ІС в Україні на 2007–2015 роки та завдання системи освіти, що виникають у зв'язку з цим. Виділимо ті з них, які стосуються, найперше, науки і освіти.

Відповідно до цього Закону до основних стратегічних цілей розвитку ІС в Україні віднесено:

- прискорення розроблення та впровадження новітніх конкурентоспроможних ІКТ в усі сфери суспільного життя;
- забезпечення комп'ютерної та інформаційної грамотності населення, насамперед через створення системи освіти, орієнтованої на використання новітніх ІКТ у формуванні всебічно розвиненої особистості;
- створення загальнодержавних інформаційних систем, насамперед у сферах освіти і науки.

Основними напрямками розвитку ІС в Україні цим Законом визначено:

- створення загальнодоступних електронних інформаційних ресурсів на основі врахування національних, світоглядних, політичних, економічних, культурних та інших аспектів розвитку України;
- надання кожній людині можливості для здобуття знань, умінь і навичок з використанням ІКТ під час навчання, виховання та професійної підготовки;
- створення умов для забезпечення комп'ютерної та інформаційної грамотності усіх верств населення, створення системи мотивацій щодо впровадження і використання ІКТ для формування широкого попиту на такі технології в усіх сферах життя суспільства.

Відповідно до цього Закону національна політика розвитку ІС в Україні визнає, що однією з головних умов успішної реалізації Основних засад створення

в Україні ІС є забезпечення навчання, виховання, професійної підготовки людини для роботи в ІС. Для цього необхідно:

- розвивати національний науково-освітній простір, який ґрунтуватиметься на об'єднанні різних національних багатоцільових інформаційно-комунікаційних систем;
- розробити методичне забезпечення, орієнтоване на використання комп'ютерних мультимедійних технологій при навчанні шкільних предметів, врахувати в системах навчання студентів педагогічних вищих навчальних закладів і перепідготовки вчителів особливості роботи з ІКТ;
- забезпечити пріоритетність підготовки фахівців з ІКТ;
- вдосконалити навчальні плани, відкрити нові спеціальності з новітніх ІКТ, втілити принцип «освіта протягом усього життя»;
- створити системи дистанційного навчання та забезпечити на їх основі ефективне впровадження і використання ІКТ на всіх освітніх рівнях усіх форм навчання;
- забезпечити на відповідному рівні навчальні заклади та наукові установи сучасними засобами ІКТ і необхідними інформаційними ресурсами;
- забезпечити вільний доступ до засобів ІКТ та інформаційних ресурсів, особливо у сільській місцевості та у важкодоступних населених пунктах.

До основних засад національної політики розвитку в Україні ІС цей Закон відносить відповідний розвиток науки і культури. Ним передбачено, що з метою підвищення ефективності науки та культури в ІС вважати пріоритетним проведення фундаментальних та прикладних досліджень з питань розвитку ІС. Особливу увагу в розбудові ІС необхідно приділити випереджувальному розвитку фундаментальних і прикладних досліджень та наукоємних технологій, розвитку вітчизняної індустрії програмування, інфраструктури виробництва ІКТ.

Виходячи з цих пріоритетних завдань науки і освіти, необхідне суттєве поглиблення і розширення діяльності наукових установ, провідних навчальних закладів в напрямі науково-методичної та інформаційно-аналітичної підтримки інформатизації освіти, дослідження проблем формування ІС, ролі, яку має відігравати у цьому процесі система освіти, що повинно забезпечити сучасні темпи і характер розвитку національної системи освіти, високу якість освітніх послуг, що надаються. На цій основі буде закладено освітній фундамент формування в Україні ІС, що, в свою чергу, забезпечить створення нових робочих місць і боротьбу із бідністю, конкурентоспроможність випускників національної системи освіти на ринку праці, а освітніх систем – на ринку освітніх послуг, інвестиційну привабливість освіти і країни в цілому. Такий підхід сприятиме запобіганню та ослабленню в суспільстві впливу таких негативних соціальних явищ, як кіберзлочинність, відтік з країни висококваліфікованих фахівців, він стане протидією негативному інформаційному впливу інших країн.

Все це сприятиме формуванню іміджу України як країни високих технологій, в якій гармонійно поєднуються духовні, інтелектуальні та науково-технічні надбання людства із демократичними здобутками Української держави, що цілеспрямовано будуватиме ІС та активно інтегрується у співтовариство розвинених країн Європи і світу.

Тільки за цих умов розвиток освіти буде відповідати завданням, що визначені у Національній доктрині розвитку освіти [298], буде забезпечено сучасні темпи і характер розвитку її системи освіти, високу результативність діяльності галузі, яка відповідатиме сучасним і перспективним потребам людини і суспільства.

1.2. Відкрита освіта – інструмент забезпечення сучасної освітньої парадигми

- Відкрита освіта й сучасна освітня парадигма.
- Принципи відкритої освіти.
- Відкрита освіта і відкрите навчальне середовище.

1.2.1. Відкрита освіта й сучасна освітня парадигма

Об'єктивні процеси розвитку людини і суспільства сприймаються системою освіти як виклики і, в основному, виявляються у:

- різкому зростанні обсягів відомостей (про людину, суспільство і природу), що мають бути використані в процесі навчання і включають як нові знання, так і ті, що накопичило людство у попередні роки;
- підвищенні вимог до якості освіти (рівня знань, умінь і навичок, компетентностей), яку в процесі навчання мають набути учні;
- необхідності створення додаткових умов для індивідуального розвитку особистості;
- зменшенні часу, що виділяється на опанування освіти;
- неможливості забезпечити рівний доступ до якісної освіти всім бажаним (передусім, невідповідності мережі і «потужності» навчальних закладів та структури підготовки реальним потребам учнів і суспільства);
- необхідності створення умов для реалізації концепції навчання впродовж усього життя людини;
- підвищенні вимог до якості управління освітою на всіх її організаційних рівнях, а також управління навчально-виховним процесом.

При цьому, реагування системи освіти на виклики суспільства відбувається за умов об'єктивної довготривалості протікання переважної більшості освітніх процесів та основних процесів їх змін, а також, зазвичай, на фоні обмеженості фінансових та інших ресурсів, що виділяються на освіту (під реагуванням системи освіти на виклики суспільства розуміється успішне розв'язання за допомогою системи освіти певних проблем, поява яких зумовлена усвідомленням як самих викликів, так і необхідності відповісти на них).

Необхідність реагування на потреби людини, на суспільні виклики, на об'єктивні процеси їх розвитку утворює *нову освітню парадигму, яка полягає у необхідності забезпечення рівного доступу до якісної освіти для всіх тих, хто повинен навчатися* (у тих випадках, коли наявність сертифіката про загальну і/або відповідну професійну освіту є обов'язковою), *хто має бажання, потребу* (внутрішньо або зовнішньо мотивовані) *навчатися впродовж життя і хто має для цього можливість* (час, стан здоров'я, сімейні обставини, завантаженість на роботі тощо).

На основі цієї парадигми формується система сучасних цілей освіти, досягнення яких має забезпечити адекватний характер її розвитку. В свою чергу, сучасні завдання системи освіти передбачають розвиток змісту освіти і педагогічних технологій, що застосовуються у навчально-виховному процесі, а також розвиток технологій управління освітою.

Можна умовно виділити три основні категорії членів суспільства, яких безпосередньо торкаються зазначені суспільні виклики і від позиції та активності яких багато в чому залежать темпи і характер змін у системі освіти [36].

У першій категорії – у переважній більшості дорослого населення – ці проблеми виявляються у появі нових і додаткових потребах щодо отримання за сучасних умов якісної освіти і, передусім, у забезпеченні зручного і рівного доступу до якісної освіти та підвищенні мобільності і гнучкості навчання.

У другій категорії – у працівників системи освіти (передусім, вчителів, науково-викладацьких кадрів, методистів, інших кваліфікованих працівників навчальних закладів і науково-методичних установ), які організовують, здійснюють і забезпечують навчально-виховний процес і які є основними творцями і рушійною силою перебудов в освіті, – ці проблеми типово виявилися у необхідності змін методів, засобів, форм і технологій навчальної діяльності, котрі вже застосовуються і вже успішно опановані. Це, в свою чергу, часто спричинює у працівників системи освіти потребу у додатковому якісному навчанні, перенавчанні або підвищенні кваліфікації, що в цьому аспекті поєднує цю другу категорію членів суспільства з першою.

У третій категорії – у посадових осіб, які відповідають за стан і розвиток освіти (політиків, урядовців, керівників і працівників органів управління освітою і навчальних закладів), – ці проблеми виявилися в усвідомленні необхідності задоволення сучасних освітніх вимог суспільства і потреб людини (у тому числі тих членів суспільства, які за об'єктивних або суб'єктивних причин, наприклад, через вік або стан здоров'я, не усвідомлюють чи не поділяють необхідності змін), у необхідності здійснення системних заходів, що забезпечило би бажані (заплановані) зміни в системі освіти. Це, в свою чергу, часто спричинює у посадових осіб потребу у додатковому якісному навчанні, перенавчанні або підвищенні кваліфікації, що в цьому аспекті також поєднує цю третю категорію членів суспільства з першою.

Тобто, так чи інакше, на тому чи іншому етапі життя всі зазначені категорії членів суспільства виступають учнями і звертаються (мають звернутися) до послуг системи освіти. В свою чергу, система освіти повинна забезпечити бажання, прагнення і сподівання учнів на здобуття якісної освіти у найбільш сприятливих для них умовах.

На основі чого, передусім, досягаються сучасні цілі освіти, реалізується нова освітня парадигма?

У попередніх розділах (1.1.1 і 1.1.2) були виокремлені чинники, що визначились і застосовуються як інструменти модернізації освіти і врахування яких має сприяти розв'язанню проблем сучасного етапу розвитку системи освіти. Це такі чинники:

- інтеграційні процеси в освіті (інтеграція освітніх стандартів, змісту освіти, її навчально-методичного забезпечення, методів, засобів, ресурсів і технологій, організаційно-функціональної і структурної будови системи освіти і системи управління нею тощо);
- демократизація процесу здобуття освіти (розвиток і широкомасштабне запровадження механізмів і інструментів свободи вибору, рівні можливості здобуття освіти незалежно від соціального статусу учнів та їх батьків, рівний доступ до якісної освіти широких верств населення незалежно від місця проживання, порівнянність дипломів, кредити, мобільність на ринках, єдина двоступенева вища освіта, наближені програми підготовки, уніфіковані інтерфейси взаємодії з різними системами освіти і навчальними закладами тощо);
- люди з обмеженими розумовими і фізичними можливостями також мають право на освіту, яку мають запропонувати і забезпечити навчальні заклади, що застосовують при навчанні і вихованні методи і засоби спеціальної педагогіки);

- інформатизація освіти, що відповідає цілям і завданням формування інформаційного суспільства і, в даному контексті, передбачає створення єдиного інформаційного освітнього простору – змістовно-предметної, комп'ютерно-технологічної та інформаційно-комунікаційної платформи інтеграції і демократизації освіти.

Об'єктивний вплив цих чинників на розвиток системи освіти, з одного боку, та зазначені зміни потреб тих, хто навчається, – з іншого, саме і формують сучасні принципи, цілі, обмеження, механізми та інструменти розвитку системи освіти, сукупність яких будує портрет, концептуальну модель нової освіти, яку називають *відкритою освітою*.

Деякі автори, наприклад А. М. Лобок, аналізуючи шляхи подальшого розвитку освіти, називають таку освіту *вільною* або *ймовірнісною*. «Вільна (ймовірнісна) освіта – це освіта, в якій відсутня планова детермінованість (визначеність) навчального процесу на противагу традиційному навчальному процесу, де абсолютним законом є так звана програма. Це освіта, в якій принцип творчої невизначеності, ймовірність, розмитість майбутнього приймаються як фундаментальні культурні цінності» [266].

Враховуючи наведене, виділимо три узагальнюючих чинники, що зумовили появу такого явища, як відкрита освіта. Два перших з них можна назвати чинниками освітнього замовлення, а третій – чинником освітньої пропозиції. Ці чинники «замикають» ланцюг «попит – пропозиція», відображаючи і реалізуючи у такий спосіб ринковий характер побудови сучасного відкритого освітнього середовища.

Перший чинник зумовлений тими об'єктивними процесами розвитку суспільства, які пов'язані з появою нових вимог до освітнього рівня людей, до характеру і темпів набуття ними освіти.

Другий чинник пов'язаний з появою нових індивідуальних потреб учнів щодо забезпечення свого особистісного розвитку та характеру здобуття якісної освіти у сучасних умовах.

Третій чинник зумовлений тими об'єктивними процесами розвитку суспільства, які пов'язані з появою у системі освіти нових можливостей, що виявляються у розвитку змісту навчання і педагогічних технологій, у створенні додаткових умов для індивідуального особистісного розвитку людини, у поглибленні процесів демократизації та інтеграції освіти, а також у широкомасштабній інформатизації системи освіти, інших підсистем суспільства, з якими система освіти у процесі виконання своїх завдань так чи інакше взаємодіє.

Зазначені чинники взаємообумовлені і взаємодоповнюють один одного. Нова освітня парадигма, що визначила і задекларувала принципи відкритої освіти, була реагуванням системи освіти на ці чинники.

Визначально, що відкрита освіта передбачає суттєві зміни характеру здійснення навчальної діяльності, ролі, яка відводиться у навчальному процесі учневі і вчителю. М. М. Солдатенко зазначає: «Головна функція вчителя традиційної школи – дати учням певну, наперед визначену навчальною програмою суму знань. У протилежному ж випадку він – методолог самоосвітнього процесу, який немає жорсткого програмного спрямування. Тут учитель – швидше мотиватор і консультант. Його завдання полягає в тому, щоб у початковий період максимально вмотивувати учня на вільну, але активну пошукову діяльність, а вже потім неперервно допомагати в розробці подальшої стратегії пошуку. Отже, педагог в такій навчальній системі повинен володіти двома надзвичайно важливими вміннями. По-перше, він повинен психологічно грамотно здійснити мотивацію дослідної активності учня і здійсню-

вати корекцію цієї активності в часі, адже в подальшому ця активність може набути лосить непередбачуваних напрямів. По-друге, вчитель повинен вміти бути консультантом в ситуаціях, до яких він наперед в інформаційному плані не готовий і які він з цієї причини мусить «розкопувати» спільно з учнем, так би мовити, експромтом. Важливою особливістю діяльності такого вчителя є той факт, що сам він разом з дітьми перебуває в позиції активного незнання, йдучи разом зі своїми вихованцями невідомим наперед «маршрутом пізнання», він постійно і багато відкриває нового і для себе» [376, с. 13].

Отже, відображуючи сучасні освітні потреби людини, об'єктивні процеси розвитку, завдання і можливості суспільства, процеси інтеграції, демократизації та інформатизації освіти та маючи загальносистемний (відносно системи освіти) статус, нова освітня парадигма виступає головним системоутворювальним принципом розвитку сучасної освіти і відкритої освіти зокрема.

1.2.2. Принципи відкритої освіти

Основні системоутворювальні принципи відкритої освіти базуються на сучасній освітній парадигмі (наведена у попередньому розділі), а тому відповідають сучасним освітнім потребам людини і суспільства, а також враховують поточні можливості і перспективні завдання системи освіти. Аналізуючи відомі визначення такої багатомірної категорії, як відкрита освіта, можна виділити такі основні принципи відкритої освіти (принципи будови систем відкритої освіти) [59]:

1. *Принцип свободи вибору учнів* – можливість вільного вибору учнями спеціальності, рівня освіти, які вони бажають здобути; навчальної програми з варіантів, що пропонуються навчальним закладом; індивідуальної програми навчання; інформаційних ресурсів, які вони застосовують; навчального закладу та складу викладачів з різних предметів тощо.

2. *Принцип свободи вибору вчителів* – можливість вільного вибору вчителями і викладачами: одного або кількох навчальних закладів, в яких вони з тих або інших причин бажають, зацікавлені або мають можливість працювати; рівня свого загального навчального навантаження або навантаження з певних предметів; розміру навчальних груп, форм і методів навчальної діяльності, що забезпечує задану якість освіти, врахування індивідуальних бажань і можливостей учнів (зокрема, змісту і обсягів додаткових навчально-методичних матеріалів та інших інформаційних ресурсів, педагогічних технологій, співвідношення обсягів індивідуальних і групових занять; термінів, змісту і місця проведення перепідготовки і підвищення своєї кваліфікації тощо).

3. *Принцип гнучкості навчання* – можливість гнучкого формування індивідуальних планів і програм оволодіння учнями різних предметів і спеціальностей за різними рівнями освіти, а також методів здійснення і форм організації навчання, зокрема пропорцій здобуття освіти за очною і за дистанційною формами; дозволяє учневі в процесі навчання коригувати або доповнювати свою навчальну програму в необхідному для нього напрямі (за відсутності відповідних послуг з боку навчального закладу, де він навчається), а також змінювати в процесі навчання навчальний заклад та склад викладачів з різних предметів тощо.

Реалізація цього принципу зможе забезпечити відносну незалежність систем відкритої освіти щодо базового рівня знань і конкретно визначених у даний час цілей навчання учнів. Завдяки гнучкості методів, засобів і технологій ці системи

мають відповідати вимозі адаптивності до наявного освітнього рівня учнів та їх навчальних потреб в деяких попередньо визначених і обумовлених межах.

4. *Принцип інваріантності навчання* – збереження інваріантності освіти у відкритих системах, що має забезпечити можливість переходу учнів з одного навчального закладу до іншого як після завершення повного циклу навчання, так і після завершення його певних етапів, для навчання за спорідненими або іншими напрямками чи спеціальностями; використання учнями і викладачами уніфікованих навчально-методичних матеріалів, педагогічних технологій, засобів навчання тощо.

Оволодіння освітою у відкритих системах є однією з форм здобуття освіти. Тому в цих системах мають бути забезпечені педагогічні та організаційні умови для здійснення неперервного за змістом, рівнями і за різними формами освіти навчання впродовж усього життя людини.

5. *Принцип незалежності навчання в часі* – навчання має здійснюватися переважно у зручний як для учня, так і для викладача час, для чого, зокрема, значно збільшується питома вага навчального часу, що відводиться на самостійну роботу. Спільна навчальна діяльність учня (учнів) і викладача може здійснюватися, в тому числі, одночасно з професійною діяльністю учня або паралельно з навчанням за іншим напрямом підготовки. Ця навчальна діяльність здійснюється за попередньо узгодженими формою та індивідуальним інтервальним графіком (розкладом) взаємодії в часі, для чого, зокрема, забезпечується синхронний і асинхронний режими навчальних комунікацій та незалежний в часі доступ до навчальних інформаційних ресурсів та інших засобів навчання.

6. *Принцип екстериторіальності навчання* – навчання може здійснюватися поза межами навчального закладу, незалежно від географічної віддаленості учня від навчального закладу, переважно у зручному як для учня, так і для викладача місці. Зокрема, реалізація цього принципу передбачає для учнів можливість здобути відповідну освіту без відриву від виробництва або паралельно з виконанням інших видів діяльності, що здійснюються на значній відстані від навчального закладу. Для цього забезпечується дистанційні синхронний і асинхронний режими навчальних комунікацій, телекомунікаційні режими доступу до навчальних інформаційних ресурсів та інших засобів навчання.

7. *Принцип еквівалентності сертифікатів про освіту* – приведення у відповідність національних і міжнародних освітніх стандартів; забезпечення такої якості відкритої освіти, яка відповідала б чинним освітнім стандартам і не поступалася якості освіти, що надається в традиційних освітніх системах; використання таких індикаторів і засобів вимірювання результатів навчання, які офіційно визнаються на міжнародних ринках освітніх послуг і зайнятості.

Ті риси систем відкритої освіти, які можуть негативно впливати на якість освіти, що надається (наприклад, для певної вікової групи учнів або опановуючи освіту за деякими спеціальностями підготовки), і які принципово відображують характер здійснення навчання у відкритих системах (наприклад ті, що пов'язані з екстериторіальністю здійснення навчально-виховного процесу), мають компенсуватися тими додатковими можливостями, які позитивно відрізняють відкриті форми освіти від традиційних (передусім, залученням до підготовки навчально-методичних матеріалів і викладанням предметів кращими і спеціально підготовленими викладацькими кадрами, через розширення спектру, обсягів і поліпшення доступу до навчальних інформаційних ресурсів, використання адекватного навчального середовища, будова якого відповідає завданням відкритої освіти, забезпечення гнучкості та адаптивності

навчального процесу, його принципову спрямованість на широке застосування ІКТ, використання досконалих систем оцінювання навчальних досягнень і професійної компетентності).

8. *Принцип стартового рівня знань* – ефективне навчання в системі відкритої освіти вимагає від потенційних учнів і вчителів наявності у них певного стартового рівня знань, умінь і навичок діяльності, насамперед у галузі ІКТ (певних навичок користування комп'ютером, автоматизованими пошуковими засобами, роботи в комп'ютерних мережних системах, зокрема Інтернет, тощо). Необхідна також наявність в учнів, викладачів, методистів і організаторів освіти певної культури діяльності у відкритих системах (зокрема, дотримання певних етичних норм при електронних комунікаціях, умінь використання засобів навчального середовища, електронних інтерфейсів та процедур регламентованої і нерегламентованої взаємодії, що застосовуються певним навчальним закладом для автоматизованої підтримки навчального процесу). За відсутності в учнів і вчителів необхідного стартового рівня знань його забезпечення передбачає попереднє навчання учнів, а також здійснення заходів щодо підготовки необхідних викладацьких кадрів і організаторів освіти, які володіли б технологіями відкритої освіти, у тому числі ІКТ.

9. *Принцип гуманізації навчання* – вимоги до гуманізації є визначальними у системі неперервного навчання. Але завдяки реалізації всієї сукупності наведених принципів відкритої освіти ці вимоги суттєво посилюються в освітніх системах, що її забезпечують. Сутність цього принципу полягає у поглибленні (порівняно з традиційними системами навчання) спрямованості навчання і освітнього процесу в цілому до людини; у створенні максимально сприятливих умов для оволодіння учнями соціально накопиченим досвідом, опанування ними загальної освіти та обраної професії, розвитку і вияву в учнів творчої індивідуальності, високих громадянських, моральних, інтелектуальних якостей, які забезпечували б їм соціальну захищеність і достойне існування у сучасному світі.

Реалізація в системі відкритої освіти цього принципу передбачає побудову людиноцентристських педагогічних систем, центром яких є учень, заради якого, в інтересах якого ці системи і створюються. Досягаючи цієї мети, проектувальники педагогічних систем відкритої освіти повинні віднайти, а практичні працівники освіти впровадити такі засоби і технології, використання яких компенсувало б або принаймні «пом'якшило педагогічні втрати», що зумовлені, насамперед, суттєвим зниженням часу, який передбачений навчальними програмами для безпосереднього (віч-на-віч) контакту між учасниками навчально-виховного процесу.

10. *Принцип інтернаціоналізації навчання* – у порівнянні з традиційною освітньою системою значення цього принципу у відкритій освіті суттєво посилюється. Системи відкритої освіти стануть тільки тоді ефективними, коли за їх допомогою будуть готуватись учні, які здатні розуміти, цінувати і сприймати досягнення різних культур; володіти кількома іноземними мовами; толерантно ставитися до їх представників; орієнтуватись у міжнародній обстановці; використовувати в процесі навчання і у повсякденному житті інформаційні ресурси, що містяться у міжнародних комп'ютерних мережах і системах мас-медіа; застосовувати визнані у світі передові технології; брати участь у міжнародних заходах, здобувати і продовжувати освіту за кордоном тощо.

Реалізація в системі відкритої освіти цього принципу сприятиме інтернаціоналізації відносин у суспільстві як на національному, так і на світовому рівнях. Це є

необхідною умовою посилення безпеки світового суспільства, важливим фактором забезпечення та оцінки загальноосвітнього і загальнокультурного рівнів учнів, їх професійної придатності і конкурентоспроможності на міжнародному ринку зайнятості, де здатність взаємодіяти з іншими членами суспільства, незалежно від особистої культурної належності, буде мати вирішальне значення у боротьбі за робочі місця на ринку праці, коли цей ринок стане справді інтернаціональним в міру посилення міжнародної конкуренції за вплив у сферах послуг і виробництва товарів. Реалізація цього принципу, зокрема, відкриває можливість надання освітніх послуг громадянам іноземних держав і співвітчизникам, які проживають за кордоном.

11. *Принцип пріоритетності педагогічного підходу* – проектування систем відкритої освіти необхідно починати з розроблення теоретичних концепцій, формування методів, засобів і педагогічних технологій відкритої освіти, із створення дидактичних моделей тієї педагогічної діяльності, яку передбачається реалізувати засобами відкритих систем. Досвід інформатизації і комп'ютеризації освіти, зокрема, дає можливість стверджувати, що коли пріоритетним є педагогічний бік справи, освітня система, що створюється, функціонує більш ефективно.

Навчальний процес у відкритій освіті відбувається у специфічних педагогічних системах, що мають бути зорієнтовані на посилення активної ролі учнів у забезпеченні власної освіти: у постановці освітніх цілей, прийнятті самостійних і відповідальних рішень щодо використання освітніх нововведень та інновацій, виборі домінуючих напрямів, форм і темпів навчання в різних освітніх сферах, місця навчання і навчального закладу тощо. На основі цих педагогічних систем учні мають навчитися вчитися. В цих системах має збільшуватися евристична складова навчального процесу завдяки застосуванню інтерактивних форм навчання та мультимедійних засобів навчання, використання телекомунікаційних методів конструювання знань, набуттю учнями досвіду електронного спілкування з усім світом.

Компонентами педагогічних систем відкритої освіти є підсистеми: цілей навчання, змісту навчання, методів навчання, засобів навчання, організаційних форм навчання; ідентифікаційно-контролююча, навчально-матеріальна, фінансово-економічна, нормативно-правова, маркетингова, проектування яких потребує специфічних підходів.

Ця специфіка потребує розвитку педагогіки відкритої освіти, віртуальної педагогіки, підходів і способів формування педагогічних, методичних систем та навчального середовища відкритої освіти, вимагає педагогічної оцінки ефективності кожного кроку проектування і створення систем відкритої освіти. На кожному з цих кроків на перший план необхідно ставити не «сліпе» впровадження принципів відкритої освіти, не впровадження у навчальний процес програмно-технічних засобів ІКТ як самоціль, а віднайдення тих місць в освітньому процесі, де застосування цих принципів і таких засобів є доцільним і ефективним з педагогічної точки зору. Це передусім стосується застосування принципів відкритої освіти, засобів ІКТ в загальноосвітній школі, вимагає врахування вікових психолого-педагогічних особливостей розвитку дитини, особливо на початковому етапі навчання.

Зміст навчання в системах відкритої освіти має відповідати нормативним вимогам державних освітніх стандартів, а також професійно-кваліфікаційним вимогам ринку праці.

Педагогічні системи повинні забезпечити реалізацію принципів відкритої освіти не тільки за змістом, а й за педагогічними технологіями та організаційними фор-

мами навчання. Зокрема, технології навчання мають бути адекватними моделям відкритої освіти. Окрім традиційних дисциплінарних моделей навчання, до складу систем відкритої освіти можуть бути введені і нові моделі навчання (наприклад, особистісно орієнтовані, проектно-інформаційні, креативні моделі тощо).

12. *Принцип досконалості будови навчального середовища.* Суть принципу полягає у забезпеченні технологічної спрямованості і структурної відповідності навчального середовища завданням відкритих педагогічних систем. Це передбачає, з одного боку, технологічну спрямованість всіх компонентів навчального середовища систем відкритої освіти (зокрема, педагогічних технологій, організаційних технологій відкритої освіти) на широке застосування у навчально-виховному процесі ІКТ, на використання в ньому останніх досягнень у цій галузі, що в цілому має сприяти входженню людини в інформаційне суспільство, у світовий освітній простір, забезпечити органічне застосування учасниками навчально-виховного процесу засобів і технологій інформаційного суспільства. З іншого боку, дотримання цього принципу передбачає відповідність навчального середовища основним принципам відкритої освіти і завданням її конкретної системи. Це вимагає виконання вимог щодо складу і структури навчального середовища відкритої освіти (НСВО), зокрема: вимог щодо забезпечення інформаційно-комунікаційні потреб учасників навчально-виховного процесу, захисту засобів, технологій та інформаційних ресурсів НСВО від несанкціонованого доступу, їх адаптивність до вимог педагогічних систем, а також узгодженість із зовнішніми ІКТ системами, які у певному НСВО передбачається використовувати.

Зазначений принцип передбачає еволюційно-поетапне, системне удосконалення будови НСВО відповідно до завдань конкретних систем відкритої освіти та досягнень науково-технічного прогресу, насамперед у галузі ІКТ.

Засоби, технології та інформаційні ресурси НСВО системно інтегруються у складі спеціально створених НСВО навчальних закладів. В свою чергу, сукупність НСВО навчальних закладів разом з системами мас-медіа (у тому числі, системами супутникового телебачення, мобільного зв'язку, радіо тощо) та ІКТ інфраструктурою суспільства (на місцевому, регіональному, міжрегіональному, національному, міждержавному і загальносвітовому рівнях) утворює розподілене навчальне середовище відкритої освіти, її інформаційно-ресурсну та інформаційно-комунікаційну платформу. Це навчальне середовище має бути придатним для об'єднання великої аудиторії розподілених у часі і просторі учнів, викладачів і організаторів освіти, використання практично необмежених навчальних ресурсів, створення необхідних (у тому числі, додаткових відносно традиційних) умов для здійснення навчальних комунікацій.

13. *Принцип економічної привабливості відкритої освіти* – для учнів цей принцип передбачає їх економічну спроможність здобувати освіту у відкритих системах. Вартість навчання має відповідати фінансовим можливостям учнів, які бажають здобути освіту у відкритих освітніх системах, і суттєво не відрізнятися від вартості здобуття аналогічної освіти, що надається за традиційними формами. Якщо ця вартість виявиться дещо більшою, ніж та, що очікувалася учнями, усвідомлені ними переваги навчання у відкритих системах, бажання їх використати мають превалювати, перевищувати їх бажання «заощадити на освіті». Додаткові фінансові витрати на навчання у системах відкритої освіти мають сприйматися учнями як виправдані.

Для вчителів, як одних з головних дійових осіб відкритих педагогічних систем, цей принцип визначає економічну доцільність якісно працювати саме у таких сис-

темах, розуміти їх переваги і недоліки, переконливо пропагувати і використовувати ці переваги та свідомо і виправдано уникати недоліків, постійно підвищувати свою кваліфікацію як за фахом, так і в галузі застосування технологій систем відкритої освіти. Оплата праці вчителів, які працюють за такими технологіями, має стимулювати впроваджувати у навчання інноваційні педагогічні технології, що базуються на комп'ютерно орієнтованому відкритому навчальному середовищі, активно використовувати локальні і мережні електронні навчальні і наукові ресурси, наполегливо застосовувати ІКТ в практиці навчання.

Для навчальних закладів і органів управління освітою цей принцип визначає економічну доцільність організації та забезпечення навчання у відкритих системах освіти. Економічні механізми освітньої діяльності у відкритих системах, її економічні результати мають стимулювати навчальні заклади і систему освіти в цілому широко впроваджувати принципи відкритої освіти в освітню практику, оновлювати і розвивати засоби і технології відкритих освітніх систем, залучати до роботи в них висококваліфікованих, передусім молодих, вчителів, широкі кола учнів, розширювати спектр спеціальностей, напрямів та масштаби підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації учнів, впроваджувати інноваційні проекти, що базуються на принципах відкритої освіти, тощо. Ці механізми мають спонукати працівників, які забезпечують навчання у системах відкритої освіти, якісно працювати, постійно підвищувати свою професійну кваліфікацію, неперервно вивчати і задовольняти потреби учнів, вчителів та інших учасників навчально-виховного процесу.

14. *Принцип несуперечності відкритої освіти* – неантагоністичність та узгодженість відкритої освіти з існуючими формам освіти, можливість успішного впровадження новітніх систем відкритої освіти в існуючі системи освіти.

Реалізація цього принципу забезпечує наступність педагогічного досвіду, змісту освіти і педагогічних технологій, що застосовуються у традиційних і інноваційних освітніх системах.

Традиційна освіта, її методи роботи, форми, засоби і технології діяльності лишаються в арсеналі відкритої освіти. Вони не гальмують, а, навпаки, сприяють впровадженню інноваційних. Навчально-виховний процес у системах відкритої освіти має зберегти усі психолого-педагогічні надбання традиційних систем навчання – забезпечити для учнів можливість отримувати необхідні пояснення навчального матеріалу, здійснювати спілкування між учнем/учнями і викладачем протягом усього терміну навчання, проведення обговорень навчальних тем і виконання спільних завдань, поточних і підсумкових оцінювань рівнів набутих знань тощо. Цей процес передбачає усі складові, що характеризують сучасний навчальний процес – можливість організації активної пізнавальної діяльності кожного учня, забезпечення ефективного зворотного зв'язку, інтерактивності, індивідуалізації і диференціації навчання, формування стійкої мотивації навчально-пізнавальної діяльності тощо.

Сукупність освітніх послуг у системах відкритої освіти слід розглядати як результат узагальнення досвіду надання подібних послуг у традиційних освітніх системах з очною, очно-заочною і вечірньою формами навчання та змістовної модифікації і технологічного розвитку характеру отримання цих послуг в нових – відкритих системах освіти. Ці послуги можуть і мають існувати поряд з освітніми послугами, що надаються за традиційними формами освіти. Відкриті системи освіти на тому чи іншому етапі навчально-виховного процесу можуть використовувати традиційні форми навчання і, навпаки, традиційна освіта може застосовувати

технології систем відкритої освіти там, де це є доцільним з педагогічної точки зору.

Впровадження системи, відкритої освіти може дати необхідний соціальний і економічний ефект тільки за умов, якщо засоби і технології реалізуючих підсистем відкритої освіти, що створюються і впроваджуються, стануть не сторонніми або відокремленими елементами, додатками до існуючої системи освіти, а будуть органічно інтегровані в традиційну систему.

15. *Принцип легітимності відкритої освіти* – полягає у формуванні законодавчо-правової та інструктивно-нормативної бази функціонування і розвитку відкритої освіти.

16. *Принцип престижності відкритої освіти* – полягає у формуванні в суспільстві думки щодо престижу здобуття освіти у відкритих системах, в усвідомленні учнями, викладачами та організаторами освіти переваг і нових перспектив, які забезпечує відкрита освіта в сучасних умовах розвитку суспільства.

Реалізація цього принципу забезпечується завдяки формуванню і підтримці високої репутації відкритих систем освіти і навчальних закладів, що її пропонують і здійснюють, та задоволенню вимог роботодавців щодо якості освіти тих, хто її здобув і працює в різних соціально-економічних галузях суспільства.

Підтримка у суспільстві і у свідомості учнів високої репутації систем відкритої освіти ґрунтується на очевидному вияві бажання роботодавців запрошувати на роботу випускників таких систем, просувати їх службовими сходами без обмежень, на активній ілюстрації в професійному середовищі, засобах масової інформації свого задоволення випускниками відкритих систем освіти.

Останнє, в свою чергу, спричинюється як високою якістю здобутої випускниками освіти, її спрямованістю на задоволення потреб практики, високим рівнем володіння ІКТ, вільною орієнтацією в електронному освітньому і професійному інформаційних просторах, потенційними можливостями використання випускниками відкритих систем освіти специфічних умінь і навичок застосування комп'ютерно орієнтованих технологій у подальшій перепідготовці і підвищенні своєї кваліфікації, що для практики є дуже важливим.

17. *Принцип маркетингу освітніх послуг* – використання маркетингового підходу щодо задоволення наявних і перспективних потреб ринку освітніх послуг завдяки діяльності систем відкритої освіти.

Реалізація цього принципу базується на результатах вивчення та аналізу ринку (у тому числі міжнародного) освітніх послуг, які надають як традиційні, так і відкриті системи освіти. Цей принцип передбачає здійснення всього спектру маркетингових заходів, що спрямовані на конкурентоспроможне задоволення наявного і перспективного попиту на послуги, що пропонують і здійснюють системи відкритої освіти, а саме: вивчення наявного попиту на такі послуги і його перспектив з урахуванням особливостей розвитку якісної і кількісної кадрової структури соціально-економічних систем суспільства; аналіз і врахування наявних і перспективних можливостей традиційних і відкритих освітніх систем, фінансових можливостей потенційних користувачів послуг систем відкритої освіти; формування обґрунтованих пропозицій щодо розвитку таких систем; здійснення заходів рекламного характеру для пропагування і пропонування цих освітніх послуг і таким чином сприяння задоволенню попиту на них.

18. *Принцип системності створення і розвитку відкритої освіти* – створення систем відкритої освіти як цілого, як об'єктів, що можуть вдосконалюватися і роз-

виватися в оточуючому їх середовищі. За цим принципом системи відкритої освіти представляються як цілісні скінчені сукупності їх суттєвих елементів і зв'язків між ними, які виділені з середовища системи освіти за ознакою належності цих елементів і зв'язків до реалізації принципів і цілей створення та розвитку відкритої освіти і які можуть вдосконалюватися і розвиватися в оточуючому їх середовищі, що забезпечує тим самим розвиток всієї системи відкритої освіти.

Цей принцип передбачає системне проектування, формування, впровадження та еволюційно-поетапний розвиток всіх складових систем відкритої освіти: науково-проектної, комп'ютерно-технологічної, інформаційно-ресурсної, кадрової, організаційно-управлінської, фінансово-економічної, нормативно-правової. Ці складові мають створюватися і розвиватися комплексно й збалансовано з урахуванням розвитку потреб користувачів і тенденцій еволюції оточуючого середовища. При цьому має бути забезпечена узгодженість, сполученість і несуперечність системи відкритої освіти з відповідними елементами оточуючого середовища, в якому створювана система має функціонувати.

Системна реалізація тієї чи іншої сукупності наведених вище принципів відкритої освіти не тільки інтегрує у цій сукупності результати реалізації кожного окремого з тих, що входять до цієї певної сукупності, а й завдяки синергізму суттєво підсилює вплив на систему освіти кожного з них, надає системам відкритої освіти *нові (емерджентні) якісні властивості*, що не є притаманними традиційним системам освіти.

На цій підставі можна визначити окрему, дещо скорочену сукупність *системних принципів відкритої освіти*, які є результатом системної реалізації певних сукупностей принципів 1–18 (наведених вище). Ця сукупність системних принципів узагальнено відображає нові якісні властивості систем відкритої освіти і є таким чином узагальненим портретом концептуальною моделлю системи відкритої освіти з точки зору учнів, тобто тих, хто користується її послугами, вчителів – тих, хто здійснює педагогічну діяльність у таких системах, працівників органів управління освітою – тих, хто організовує і забезпечує освітній процес, роботодавців – тих, хто використовує результат функціонування систем відкритої освіти. Це такі системні принципи:

а) *Принцип мобільності учнів і вчителів* – забезпечення мобільності учнів, випускників системи освіти і вчителів на ринках (у тому числі міжнародних) освітніх послуг і праці.

Цей принцип є похідною системної реалізації сукупності принципів 1–7 і 18, наведених вище. В ньому не тільки інтегруються окремі положення кожного з цих принципів, але й завдяки синергізму посилюється вплив на систему освіти кожного з них, що надає відкритим системам освіти нову якісну властивість, відображену в його назві, і яка полягає у забезпеченні мобільності учнів на ринку освітніх послуг, а випускників системи освіти і вчителів – на ринку праці.

б) *Принцип рівного доступу до освітніх систем* – забезпечення в системах відкритої освіти рівних умов для отримання освітніх послуг для всіх, хто має бажання і потребу навчатися впродовж життя та має для цього можливості.

Цей принцип є похідною системної реалізації сукупності принципів 1, 2, 5, 6, 13 і 18, наведених вище. В ньому не тільки інтегруються окремі положення кожного з цих принципів, але й завдяки синергізму посилюється вплив на систему освіти кожного з них, що надає відкритим системам освіти нову якісну властивість, відображену в його назві.

в) *Принцип надання якісної освіти* – забезпечення через відкриті системи такої якості освіти, яка відповідала би індивідуальним освітнім потребам учнів і вимогам суспільства щодо загального і професійного освітнього рівня своїх членів.

Цей принцип є похідною системної реалізації сукупності принципів 8–14 і 18, що попередньо наведені. В ньому не тільки інтегруються окремі положення кожного з цих принципів, але й завдяки синергізму посилюється вплив на систему освіти кожного з них, що надає відкритим системам освіти нову якісну властивість, відображену в його назві.

г) *Принцип формування структури та реалізації освітніх послуг* – забезпечення ринкових механізмів формування якісної і кількісної структури підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації тих, хто навчається, та реалізації спектру освітніх послуг, що пропонуються і здійснюються через системи відкритої освіти.

На основі систем відкритої освіти має формуватися така структура освітніх послуг, яка б у якісному і кількісному відношенні задовольняла (в координатах «попит – пропозиція») нагальні і перспективні потреби людини і суспільства – відповідала бажанням тих, хто навчається, щодо їх індивідуального загальноосвітнього і професійного розвитку та забезпечувала формування кадрової компоненти різних соціально-економічних підсистем суспільства.

Через ці системи повинні формуватися такі якісні і кількісні показники функціонування системи освіти (насамперед в координатах «якість – вартість»), які користувалися би попитом на ринку освітніх послуг, забезпечували їх конкурентоспроможність на цьому ринку.

Цей принцип є похідною системної реалізації сукупності принципів 7, 13, 15–18, що попередньо наведені. В ньому не тільки інтегруються окремі положення кожного з цих принципів, але й завдяки синергізму посилюється вплив на систему освіти кожного з них, що надає відкритим системам освіти нову якісну властивість, відображену в його назві.

Слід зазначити, що дотримання окремих принципів відкритої освіти (принципи 1, 2, 5, 6, 7, 13, 17 і 18) забезпечує реалізацію кількох системних принципів (принципів а, б, в, г) одночасно. Іншими словами, певні сукупності принципів відкритої освіти, що входять до складу тих чи інших системних принципів, перетинаються.

Системна реалізація *повної сукупності принципів відкритої освіти* (принципів 1–18), або, що те саме, *повної сукупності системних принципів* (принципів а, б, в, г) не тільки інтегрує окремі положення кожного з цих принципів, але й завдяки синергізму посилює вплив на систему освіти кожного з них, надає сучасній освіті нові якісні властивості.

Ці *загальносистемні властивості* відкритої освіти, з одного боку, відображають в повному обсязі сучасну освітню парадигму, яка полягає у необхідності надання рівного доступу до якісної освіти всім, хто має бажання і потребу навчатися впродовж життя та має для цього можливості, а з іншого, – виступають як засоби інтеграційних процесів в освіті, демократизації процесу її здобуття, інформатизації освіти – основних інструментів модернізації освіти на сучасному етапі її розвитку.

Визначаючи прогресивні шляхи розвитку системи освіти та інструменти такого розвитку, ці загальносистемні властивості в цілому суттєво збагачують перспективи функціонування і розвитку системи освіти, сприятимуть утвердженню в суспільстві високого престижу освіти.

Інтегрована сукупність всіх принципів відкритої освіти (як основних, так і системних) змістовно розкриває ті характерні ознаки відкритих освітніх систем, які визначають їх *зовнішню і внутрішню відкритість*.

При цьому, *зовнішня відкритість* виявляється, з одного боку, стосовно користувачів системи відкритої освіти і визначається прозорістю і придатністю такої системи до гнучкого адаптування для задоволення широкого спектру їх освітніх потреб. З іншого боку, ця *зовнішня відкритість* виявляється у придатності системи відкритої освіти до органічного поєднання з існуючими системами освіти, узгодженого функціонування з іншими системами оточуючого середовища.

Ця інтегрована сутність також підкреслює *внутрішню відкритість* системи відкритої освіти щодо розвитку її внутрішньої будови і визначається придатністю такої системи до гнучкого адаптування до можливих і, насправді, неминучих системних змін суттєвих елементів її складу і структури, що спричинюється як новими потребами користувачів цих систем, так і об'єктивним розвитком відповідних засобів і технологій.

Змістова наповнюваність як зовнішньої, так і внутрішньої відкритості таких систем розвивається в часі, а тому в цілому віддзеркалює генезис систем відкритої освіти, появу її нових властивостей, її придатність для вдосконалювання, розвитку в оточуючому середовищі.

Отже, всі зазначені ознаки і властивості системи відкритої освіти зведені і узагальнено відображені у її назві. Їх сукупність саме і спричинила появу терміна *відкрита освіта*, змістовно розкриваючи її сутність, пояснюючи її назву.

У назві *відкрита освіта* узагальнено відображено зовнішню і внутрішню відкритість такої освіти. Принципи відкритої освіти, нові властивості систем відкритої освіти, що їм притаманні і відрізняють їх від традиційних, виступають системоутворювальними принципами і властивостями цих систем. Їх сукупність дає підставу розглядати відкриту освіту як цілісність, як систему.

Часткова (неповна) і/або несистемна реалізація в освітніх системах принципів відкритої освіти, що спостерігається, наприклад, при еволюційно-поетапному характері створення таких систем, перетворює ці системи на інші, яким притаманні вже інші, в цілому «збіднілі» за якістю і спектром властивості, порівняно з наведеними вище. Тому тільки комплексне і збалансоване впровадження в практику освіти всієї сукупності зазначених принципів відкритої освіти забезпечує реалізацію в повному обсязі сучасної освітньої парадигми, буде ефективні засоби подальшого розвитку освіти в цілому.

Поступове і наполегливе системне впровадження зазначених принципів в освіту не тільки не руйнує існуючу систему, а, навпаки, передбачає застосування її педагогічних і організаційних надбань, узгодженість та інтеграцію з традиційними формами здобуття освіти, відкриває шляхи їх подальшого вдосконалення. Такий підхід, віддзеркалюючи тенденції розвитку сучасного світу, на основі ринкових механізмів забезпечує задоволення сучасних і перспективних потреб суспільства щодо освітніх рівнів людей, дає можливість створити нові умови для розвитку особистості учнів, передбачає широке застосування в процесі навчання провідних технологій інформаційного суспільства, готує людину до повноцінного життя у цьому суспільстві.

Основні принципи відкритої освіти в її системних принципах та їх відповідність сучасній освітній парадигмі відображені в таблиці 1.2.2-1 (див. с. 58).

Відображення основних принципів відкритої освіти
в її системних принципах та їх відповідність сучасній освітній парадигмі

№ принципу	Принципи відкритої освіти	Системні принципи відкритої освіти				Відповідність сучасній освітній парадигмі
		а) мобільності учнів і вчителів	б) рівного доступу до освітніх систем	в) якісної освіти	г) формування структури та реалізації освітніх послуг	
1	Свободи вибору учнів	+	+			+
2	Свободи вибору вчителів	+	+			+
3	Гнучкості навчання	+				+
4	Інваріантності навчання	+				+
5	Незалежності навчання в часі	+	+			+
6	Екстериторіальності навчання	+	+			+
7	Еквівалентності сертифікатів про освіту	+			+	+
8	Стартового рівня знань			+		+
9	Гуманізації навчання			+		+
10	Інтернаціоналізації навчання			+		+
11	Пріоритетності педагогічного підходу			+		+
12	Досконалість будови навчального середовища			+		+
13	Економічної привабливості		+	+	+	+
14	Несуперечності			+		+
15	Легітимності				+	+
16	Престижності				+	+
17	Маркетингу освітніх послуг		+		+	+
18	Системності створення і розвитку	+	+	+	+	+

1.2.3. Відкрита освіта і відкрите навчальне середовище

- Принципи відкритої освіти і відкрите навчальне середовище.
- Будова автоматизованих інформаційних систем відкритого навчального середовища.
- Інформаційні мережі відкритого навчального середовища.
- Відкрита освіта і проблеми е-педагогіки.
- Відкрита освіта і віртуальне навчання.

У відкритій освіті і відкритих педагогічних системах передбачається використання відкритого навчального середовища, формування його засобів і технологій. Розглянемо, яким чином принципи відкритої освіти відображаються у концептуальній моделі відповідного навчального середовища, на яких засобах і технологіях вона базується, які психолого-педагогічні проблеми у зв'язку з цим виникають.

1.2.3.1. Принципи відкритої освіти і відкрите навчальне середовище

Доступна для учасників навчально-виховного процесу якісна і кількісна різноманітність компонент навчального середовища (можлива для використання різноманітності компонент навчального середовища, які можуть бути застосовані в навчально-виховному процесі) визначають його потенційний дидактичний простір.

У такому розумінні, традиційне навчальне середовище (НС), що існує і функціонує на рівні навчального закладу, назвемо тут *закритим навчальним середовищем*. Таке НС є обмеженим щодо складу і структури своїх компонент, а тому має обмежене дидактичне використання. Зокрема, в закритому НС передбачається використання відносно вузького спектра матеріальних засобів навчання, інформаційних навчальних ресурсів і педагогічних технологій, обмежений склад викладацького персоналу та освітнього мікросоціуму, обмежена кількість навчальних приміщень тощо. Окрім цього, закрите НС виявляється практично непридатним щодо екстериторіального залучення до навчально-виховної діяльності окремої людини, інших учнів і викладачів, що навчаються і працюють поза межами навчального закладу, в якому ця людина навчається. В непоодиноких випадках така можливість з педагогічної точки зору є доцільною і навіть необхідною.

Реалізація при побудові педагогічних систем принципів відкритої освіти, використання сучасних методів і засобів інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) дають змогу суттєво розширити потенційний простір НС, забезпечити формування і використання *відкритого освітнього простору*, в якому доступне для учасників навчально-виховного процесу НС не обмежується наявною в певному навчальному закладі множиною його різноманітних компонент.

Це, насамперед, стосується доступної якісної і кількісної множини ресурсів, які стають доцільними для застосування в навчально-виховному процесі завдяки розподіленню автоматизованим банкам даних і знань та обчислювальних ресурсів, що пропонуються і підтримуються в комп'ютерних мережах (корпоративних, континентальних, Інтернет), комунікаційним характеристикам цих мереж.

Такі можливості визначають новий, розширений компонентний склад НС, що створює потенційні умови для суттєвого поліпшення інформаційно-ресурсного забезпечення для опанування змісту освіти в процесі навчання, розширення спектра навчальних засобів і педагогічних технологій, що можуть бути ефективно застосовані в навчально-виховному процесі. Ці розширені, додаткові (відносно закритого

НС) можливості використання компонентного складу НС виражаються у властивостях нового НС, яке назвемо *відкритим навчальним середовищем*.

Сучасне відкрите НС є потенційно необмеженим щодо обсягу ресурсів, які можуть бути застосовані в навчально-виховному процесі, чисельності користувачів, які можуть використовувати його засоби і технології, а тому і кількості учнів, які можуть бути спільно залучені до розв'язування єдиного дидактичного завдання. В такому НС створюються додаткові умови для реалізації різних цілей, стратегій і траєкторій навчання і виховання людини, для забезпечення адаптації компонент НС до індивідуальних можливостей і потреб учнів. Іншими словами, відкрите НС в цілому суттєво «збагачує» дидактичне застосування педагогічних систем, підсилює їх дидактичні характеристики, що є безперечною позитивною ознакою відкритого НС.

З іншого боку, практична необмеженість відкритого НС створює можливості для впливу на учнів певних негативних виявів відкритого НС. Завдяки цій необмеженості утворюється деякий потенційний надлишок відкритого НС щодо досягнення конкретних навчально-виховних цілей. Цей надлишок може суттєво «зашумляти» необхідне з педагогічної точки зору НС, «викривляти» дидактичний простір відкритих систем освіти. Нейтралізація таких негативних виявів передбачає допустиму і розумну (без втрати цілісності НС і доцільної варіативності його будови, необхідності виконання частих трудомістких дій щодо його реструктуризації, синтезу і деконпозиції) мінімізацію якісної і кількісної різноманітності складу і структури НС відповідно до часткових цілей навчання і виховання, змістово-функціональної спрямованості навчально-виховного процесу і фінансово-енергетичних та інших характеристик освітньої системи.

Це, передусім, стосується розумного обмеження доступу учнів до електронних інформаційних ресурсів і засобів масового інформування, формування і доступ до яких сьогодні суттєво спростилися, законодавчо достатньою мірою не відрегульований, а зміст – нерідко є педагогічно невиваженим.

Питання це – дуже важливе, оскільки реакція учня на НС, на інформаційні ресурси, до яких йому надається доступ, може бути неоднозначною. Робота з тими чи іншими інформаційними ресурсами може викликати в учня таку реакцію, як відторгнення або блокування, а може привести до переоцінювання сформованих раніш цінностей. Одні з них можуть викликати в учня піднесення, а інші – повну втрату інтересу до навчання. В свою чергу, вплив на особистість учня роботи з інформаційними ресурсами відкритого НС може подавляти самостійність учня і тим самим знижувати ефективність навчально-виховного процесу, а може стимулювати його навчальну діяльність і тим самим сприяти його розвитку.

Ці протиріччя можуть бути деякою мірою згладжені завдяки виваженому з педагогічної точки зору використанню інформаційних ресурсів відкритого НС, а також завдяки відповідній підготовці учня до роботи у відкритому НС. Оскільки контентне наповнення значної частини відкритого НС здійснюється поза участю і контролем з боку системи освіти, обов'язок часткового зняття цих протиріч лежить на вчителів, на методичних працівниках і організаторах освіти. Тому інформаційні ресурси відкритого НС, які планується використати у навчально-виховному процесі, мають бути попередньо «відфільтрованими» (наприклад, засобами навчальних локальних комп'ютерних мереж або засобами Інтранет) щодо педагогічних уподобань вчителя, освітньої політики і цінностей суспільства. Слід також навчити учня критично і виважено ставитись до того, що пропонується у відкритому НС.

За сучасної глобалізації світових процесів соціально-економічного розвитку суспільства роль відкритого НС виконує так званий *глобальний освітній простір*

(ГОП), сутність якого спрямована на реалізацію в освітньому середовищі основних принципів відкритої освіти. Можна вважати, що відкриті педагогічні системи в цілому входять до складу ГОП, є його часткою, утворюючи в цьому просторі підпростір засобів і технологій інституціональної системи освіти.

Однак підкреслимо, що, будучи по суті відкритим НС, глобальний освітній простір суттєво (реально і/або потенційно) впливає (може впливати) на процес і результати навчання і виховання людини в навчальному закладі. Поряд з безумовно позитивним впливом цього простору на функціонування педагогічних систем, в деяких, на жаль непоодиноких випадках реальної освітньої практики, цей вплив має негативний характер, іноді суттєво знецінюючи і навіть унеможлиблюючи зусилля навчального закладу і системи освіти в цілому щодо досягнення визначених цілей навчання і виховання. Враховуючи практичну необмеженість ресурсного наповнення ГОП, його нескордований з певними навчальними цілями і неконтрольований з боку системи освіти вплив (який може набувати агресивних форм) на учня, пожиттєвий характер освіти людини, цей негативний вплив відчувається людиною впродовж усього її життя.

Останнім часом, переважно в зарубіжній літературі, почали використовувати термін *єдиний інформаційний простір системи освіти* [239, 375]. Вкажемо на спільне і відмінне між поняттями ГОП і єдиний інформаційний простір системи освіти (ЄІПСО), що є основою для тлумачення їх сутності і коректного використання [57, 92].

Поняття ГОП підкреслює і передбачає (аналогічно глобальній комп'ютерній мережі Інтернет, розвиток якої в основному і сприяв виникненню ГОП) масштабність і світовий характер його існування і використання (за географічними ознаками і територіальним розподілом), практичну необмеженість обсягу і цілей застосування його інформаційних ресурсів і сервісів, що відображають сучасні уявлення людства про об'єкти і процеси об'єктивного світу, потенційну наявність у цьому просторі мережних електронних ресурсів, що застосовуються (можуть застосовуватись) у процесі навчання і виховання як в інституціональній освіті, так і при самоосвіті людини поза межами системи освіти. В ГОП, як правило, застосовуються уніфіковані процедури доступу до його інформаційних ресурсів і сервісів.

У цілому, ГОП існує і розвивається в інформаційному суспільстві, передбачає використання його базових ІКТ, орієнтується на задоволення потреб відкритої освіти. Тому поняття ГОП базується на основних ідеях побудови інформаційного суспільства і відкритої системи освіти, зокрема.

Поняття ЄІПСО також несе в собі ознаку масштабу свого існування і застосування, і також, як ГОП, включає в себе ознаки базової технології інформаційного суспільства, особливості свого використання при побудові систем відкритої освіти. Ці ознаки поєднують поняття ЄІПСО і ГОП.

Водночас, поняття ЄІПСО несе в собі додаткову, таку, що відрізняється від ГОП, ознаку, яка відображає наявність у ЄІПСО спеціально створених і цілеспрямованих на освітні цілі однотипних (однакових або наближених за структурованим змістом і технологіями застосування) мережних електронних ресурсів. Існування таких ресурсів передбачає можливість їх спільного застосування (обов'язкового або можливого) деякою категорією користувачів, відповідає на питання: *для кого і для чого* ці типові (без втрати апіорі передбаченої варіативності) мережні електронні ресурси були створені. Як правило, ці ресурси створюються і застосовуються в інституціональній системі освіти. Окрім того, в ЄІПСО передбачається і забезпечується

нормалізація і стандартизація створення мережних електронних ресурсів, розширення масштабу та уніфікація їх вивчення і застосування в освітній практиці інституціональної системи освіти.

Таким чином, ЄІПСО призначений для інформаційно-освітнього ресурсного забезпечення цілей навчання і виховання інтегрованої сукупності інституціональних педагогічних систем, змістовно і територіально розподілених в ГОП і призначених для відповідної категорії його користувачів.

За такого розуміння цих понять впливає, що за ознакою масштабів поширення і застосування, єдності базових ІКТ, ЄІПСО є цілеспрямованою на завдання інституціональної системи освіти частиною ГОП. Формування в ГОП різномасштабного ЄІПСО (світового, континентального, міжконтинентального, регіонального, міжрегіонального, галузевого, міжгалузевого, навчального закладу, наукової установи, виробництва, навчально-науково-виробничого комплексу, індивідуального тощо) є проявом глобалізації сучасних процесів соціально-економічного розвитку людства, інформатизації всіх сфер суспільного життя і спричинених цими явищами процесів інтеграції та інтернаціоналізації змістових і технологічних компонент освіти, демократизації її функціонування, поступового вирівнювання стандартизованих вимог (освітніх і освітньо-професійних стандартів) щодо загальноосвітньої та професійної підготовки і розвитку людини в сучасному світі. У процесі пожиттєвої освіти людина використовує (може використовувати) як засоби ЄІПСО (як правило, при здобутті освіти в інституціональній системі освіти), так і засоби всього ГОП (переважно, в процесі самоосвіти).

Як зазначалося у розділі 1.2.2, принцип досконалості будови НС,— один з основних принципів будови і функціонування відкритої освіти, полягає у забезпеченні технологічної спрямованості і структурної відповідності НС завданням відкритих педагогічних систем.

Відповідно до цього принципу склад відкритого НС має включати: системно організовану сукупність традиційних і комп'ютерно орієнтованих засобів навчання (в тому числі персональні комп'ютери та індивідуальні засоби електронних комунікацій учнів, викладачів та організаторів освіти); засоби мережного доступу, спілкування, передавання даних та захисту інформаційних ресурсів в стаціонарних і мобільних комп'ютерних системах; протоколи мережних взаємозв'язків, які базуються на ІКТ-обміні даними в комп'ютерних мережах, та організаційно-технологічні процедури щодо забезпечення безпечного і конфіденційного зберігання, передавання і використання даних; системи мультимедіа; ІКТ різного призначення; інформаційні ресурси; системне апаратно-програмне та організаційно-методичне забезпечення, що орієнтовані на задоволення потреб учасників навчального процесу.

У відкритому НС широко використовуються комп'ютерні програми навчального призначення, здійснюється адресне постачання та обмін електронними інформаційними ресурсами, забезпечується дистанційне спілкування учасників навчального процесу та організаторів освіти тощо.

Завдяки відкритості НС учасники навчально-виховного процесу мають можливості самі одержувати необхідні знання, вільно користуючись практично необмеженими за обсягом інформаційними ресурсами, сучасними ІКТ. Інформаційні ресурси — бази даних і знань, комп'ютерні, в тому числі мультимедіа, системи навчального призначення, відео- і аудіозаписи, електронні бібліотеки, разом з традиційними підручниками і методичними посібниками,— створюють інформаційно-ресурсне забезпечення відкритої освіти, доступне широкій аудиторії користувачів.

Відкрите НС характеризують більш комфортні, порівняно з традиційними, умови для творчого самовираження учнів, можливість демонстрації учнями продуктів своєї творчої діяльності для всіх бажаючих, широкі експертні можливості оцінювання їх творчих досягнень тощо.

Окремо зазначимо, що розширення потенційного простору НС шляхом формування і використання ресурсів ЄПСО і ГОП не є визначальним чинником збільшення питомих фінансових витрат на освіту окремої людини. Поряд з безумовним збільшенням таких витрат на створення транспортних систем доставляння і підтримування в актуальному стані електронних освітніх інформаційних об'єктів (переважно на рівні окремих навчальних закладів), на розробку комп'ютерно орієнтованих засобів навчання і спеціальних педагогічних технологій, на підвищення кваліфікації викладацького складу, на формування стартових знань учнів з ІКТ одночасно зменшуються сумарні витрати на розробку та підтримку таких засобів і технологій у великій кількості окремих навчальних закладів, для великої кількості учнів. На фоні створення інфраструктури інформаційного суспільства, залучення інших джерел (державних, бізнесу, міжнародних тощо) фінансового забезпечення формування і розвитку відкритого НС навчальних закладів (а тому – і розвитку ЄПСО і ГОП), поступового підвищення рівня попередньої спеціальної підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації викладацького складу та якості стартової підготовки учнів з ІКТ додаткові фінансові витрати, що пов'язані з формуванням і використанням в навчально-виховному процесі ресурсів ЄПСО і ГОП, розширенням потенційного простору НС, будуть поступово знижуватись і стабілізуватись.

Створення і використання засобів і технологій відкритого НС є якісно новим етапом розвитку систем мережного е-дистанційного навчання (е-ДН), який характеризується формуванням і реалізацією в освітньому просторі єдиної науково-технічної і освітньої політики, що базується на принципах відкритої освіти. Тому таке середовище створюється на основі єдиного концептуального підходу, який, зокрема, передбачає, що у цьому середовищі дотримуються міжнародні і національні стандарти щодо процедур і протоколів електронних мережних взаємозв'язків і ті, що у ньому існують, підтримуються та пропонуються: створені навчальними закладами і науковими установами інформаційні навчальні, наукові та освітньо-організаційні ресурси, які структуровані за наближеними моделями і які мають схоже комп'ютерне екранне відображення; інформаційні ресурси електронних бібліотек і спеціалізованих банків даних; уніфіковані засоби навігації в інформаційному просторі і пошуку в ньому необхідних відомостей, інші сервіси, які забезпечуються в комп'ютерних мережах. Переважну більшість цих вимог та інформаційних функцій повинні забезпечити спеціальні освітні портали, використання яких завдяки системній змістовій інтеграції інформаційних ресурсів, уніфікації сервісів комп'ютерних мереж та інтерфейсів користувачів повинно, із свого боку, суттєво підвищити ефективність мережного навчання [93, 94].

1.2.3.2. Будова автоматизованих інформаційних систем відкритого навчального середовища

Практично, властивості відкритого НС забезпечуються спеціально створюваними засобами і технологіями, які є логічно зовнішніми стосовно навчальних закладів (фізично ці засоби і технології можуть створюватись і на базі певних навчальних закладів). Ці засоби і технології, що системно створюються і функціонують поза

межами навчальних закладів, утворюють верхній рівень, в загальному випадку, багаторівневих і багатофункціональних контентно наповнених мереж – автоматизованих інформаційних систем (АІС).

Будова зазначених АІС включає складові, що утворюють її організаційно-функціональну і забезпечувальні підсистеми. Ці підсистеми є взаємозалежними, взаємообумовленими і тому можна говорити про АІС як про єдину систему. Характеристики зазначених підсистем своєю системною сукупністю складають узагальнений портрет АІС. Цей портрет відображує як головне функціональне призначення АІС, особливості її організаційної будови, її загальні користувацькі властивості, так і особливості реалізації функцій АІС та основні обмеження її функціонування.

Організаційно-функціональна підсистема АІС, її організаційно-функціональна складова, що відображає цей аспект функціонування АІС, в свою чергу, містить її дві частини, підсистеми – функціональну і організаційну.

Функціональна підсистема АІС містить систему моделей, що відображають весь спектр функцій (зовнішніх і внутрішніх) АІС на різних її організаційних рівнях.

Організаційна підсистема АІС містить систему моделей, що відображають склад і структуру організаційних рівнів АІС, її організаційну будову, і які характеризують, з одного боку, специфіку багатофункціонального призначення АІС, а з іншого – її предметне спрямування.

Взаємообумовленість функціональної і організаційної підсистем є системоутворювальним фактором єдиної організаційно-функціональної підсистеми АІС.

Сукупність *забезпечувальних підсистем АІС* є її *забезпечувальною складовою*, що характеризує цей аспект її функціонування. Призначення забезпечувальних підсистем АІС – забезпечення необхідних умов для ефективного функціонування її організаційно-функціональної підсистеми. Забезпечувальні підсистеми АІС містять відповідні системи моделей, що відображають зміст і параметри зазначеного аспекту її функціонування, відображають її спрямованість на створення необхідних умов для ефективної роботи організаційно-функціональної підсистеми АІС.

До складу АІС входять такі забезпечувальні підсистеми:

- *інформаційно-комунікаційна підсистема*, яку утворюють територіально розгалужені мережі магістральних високошвидкісних телекомунікаційних каналів передавання даних, що побудовані на основі оптоволоконних технологій – опорні оптоволоконні мережі. Через ці мережі забезпечуються умови для ефективного транспортування інформаційних об'єктів і доступу до них користувачів АІС. Для побудови таких мереж (особливо при розв'язуванні проблеми «останньої милі») фрагментарно можуть використовуватись супутникові канали зв'язку, радіозв'язок, засоби мобільного стільникового зв'язку, дротові виділені канали та канали зв'язку загальної дротової телефонії. Ця складова відображає топологію АІС та її інформаційно-комунікаційні характеристики;

- *ресурсно-технологічна підсистема*, що включає засоби і технології, якими оснащені вузли цих мереж. Ця складова спрямована на забезпечення ресурсних і технологічних умов накопичення, зберігання і опрацювання даних, що циркулюють в АІС, відображення їх процесуальних характеристик, обсягів доступної оперативної і довготривалої пам'яті;

- *ресурсно-інформаційна підсистема*, до якої входять бази даних, сховища, архіви наукових та освітніх відомостей. Ця складова призначена для забезпечення умов ефективного формування контентного наповнення АІС, відображення його складу і структури;

- *інформаційно-операціональна підсистема*, до якої входять операційні системи і банк пакетів прикладних програм. Ця складова призначена для забезпечення умов ефективного і надійного функціонування АІС та формування спектру її сервісних характеристик. Її відображає склад і властивості прикладного програмного забезпечення, загального і спеціального;

- *профіль АІС*, який визначається сукупністю стандартів її загальносистемних інформаційних об'єктів. Ця складова призначена для забезпечення умов спільного інформаційного функціонування АІС, сполучності та узгоджуваності складу і структури її внутрішніх інформаційних об'єктів. Вона є важливим чинником забезпечення інтеграції окремих компонент АІС. Ця складова містить сукупність моделей, форматів і протоколів, за допомогою яких встановлюються і унормовуються правила щодо внутрішнього функціонування АІС та надання користувачам її ресурсів і сервісів (функціональні та еталонні інформаційні моделі, формати електронного обміну, формати метаданих, мови розмітки документів, протоколи електронної пошти, стандарти служб каталогів, стандарти розподілених обчислень, формати описування даних, стандарти баз даних, стандарти геоінформаційних даних, інтерфейси прикладного програмування, стандарти іменованих ресурсів, стеки протоколів телекомунікаційного середовища тощо). Ці правила визначають розробники АІС, які проектують АІС і створюють проекти її подальшого розвитку, а також висувають вимоги до зовнішніх щодо певної АІС систем, з якими вона має взаємодіювати в процесі експлуатації. Ці правила стосуються також тих суб'єктів АІС, які здійснюють її експлуатацію, підтримку її в робочому стані, проводять її модернізацію, а також роботи з розвитку її будови в напрямках подальшого розширення її функціональності і підвищення ефективності експлуатації;

- *фінансово-економічна підсистема*, що містить системи моделей, які відображають фінансові та економічні параметри функціонування АІС, у тому числі параметри бухгалтерської і статистичної звітності про функціонування і розвиток АІС.

- *нормативна підсистема*, яка включає системи моделей, що відображають нормативно-інструктивне поле функціонування АІС;

- *кадрова підсистема*, яка відображає необхідний склад і кадрову структуру персоналу, що підтримує функціонування АІС, забезпечує її розвиток.

Взаємообумовленість організаційно-функціональної і забезпечувальних підсистем є системоутворювальним фактором єдиної АІС.

Повна сукупність функцій цих підсистем реалізується через *служби АІС*, які являють собою автоматизовані інформаційні підсистеми, за допомогою яких забезпечується вся сукупність внутрішніх і зовнішніх функцій АІС на її різних організаційних рівнях. За допомогою цих служб, на базі засобів і технологій забезпечувальних підсистем АІС здійснюють експлуатацію АІС і практичне надання передбачених в ній сервісів. На основі цих служб здійснюють збирання і інформаційно-аналітичне опрацювання різних повідомлень (як зовнішніх повідомлень користувачів, так і внутрішньої службових повідомлень), їх узагальнення і предметне спрямування, формують і підтримують в актуальному стані бази даних АІС, готують різні документи на паперових і електронних носіях даних, забезпечують бібліотечний сервіс, на базі АІС, в тому числі проводять пошук релевантних відомостей за запитам користувачів, здійснюють взаємозв'язки із зовнішніми інформаційними системами, забезпечують транспортування інформаційних об'єктів у мережному територіально розподіленому інформаційному середовищі АІС. За допомогою цих служб реалізують функції адміністрування на різних організаційних рівнях АІС, забезпечують

підтримку функціонування її складових, використання в процесі експлуатації АІС відкритих стандартів на дані і програми, відкритих документованих інтерфейсів та інших користувацьких стандартів і правил, що визначаються профілем АІС.

Використання в навчально-виховному процесі відкритого НС, що базується на засобах і технологіях освітніх АІС, є практичною реалізацією принципів відкритої освіти і відображає певний підхід щодо побудови сучасних педагогічних систем, їх впровадження в освітню практику.

Використання відкритих педагогічних систем, що спираються на цей підхід, допомагає учням опановувати освіту екстериторіально, синхронно і асинхронно в часі, гнучко обирати навчальні програми, своїх вчителів, навчальний заклад, терміни і темп навчання, здобути освіту не пориваючи з постійною роботою, суттєво розширити доступ до електронних навчальних і наукових джерел (особливо до складно доступних), одночасно з вивченням загальноосвітніх і професійних дисциплін опановувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології – провідні технології інформаційного суспільства, навчитись користуватись і застосовувати в процесі навчання мультимедійні засоби, отримати доступ і використовувати такі засоби навчання, які недоступні в традиційному НС (відеоконференції, електронна пошта тощо), значно розширити навчальну аудиторію, тих, хто навчається за спорідненими програмами і/або цікавиться наблизженими темами. Відкрите НС дозволяє забезпечити тим, хто навчається, доступ до великих багатосервісних інформаційних мереж і банків даних, що підтримуються в Інтернет, в потужних комп'ютерних системах (комп'ютерних кластерах). Використання засобів і технологій цих мереж створює можливість у тисячі і мільйони разів підвищити, порівняно з персональними комп'ютерами, продуктивність обчислень, обсяги доступної користувачам цих мереж пам'яті, що виявляється вкрай необхідним при розв'язуванні складних задач у сучасній освіті, науці, практичній діяльності широкого кола користувачів.

Аналіз потреб навчальних закладів з урахуванням інтересів системи освіти у цілому дав підстави зробити висновок про те, що за своєю структурою відкрите НС є розподіленим і однорідним та призначене забезпечити [339]:

- єдині засоби навігації, що надає користувачеві можливість швидко і нескладно віднайти навчальний заклад, незалежно від місця його розташування і рівня підготовки користувача, а також список навчальних закладів, що надають освіту з конкретної спеціальності, через віртуальне представництво певного навчального закладу;
- моніторинг середовища на різних рівнях та збирання статистики з широкого спектра параметрів;
- універсальний набір сервісних служб, що використовуються викладачами різних предметів тією мірою, якої потребує методика навчання з кожного конкретного предмета;
- віртуальні представництва навчальних закладів, що інтегровані у відкрите НС і здійснюють е-дистанційний навчальний процес;
- єдині каталоги регіонального і загальнодержавного масштабів: інформаційних ресурсів, навчальних закладів і спеціальностей, що пропонуються для навчання користувачів через відкрите НС за мережними технологіями;
- моніторинг відкритого НС на його різних рівнях, збирання статистики стосовно широкого спектру його параметрів.

У зазначеному інформаційно-освітньому технологічному середовищі навчальні заклади є адміністративно і фінансово незалежними один від одного і від інших структур, реалізують власну цінову і адміністративну політику та мають бути рів-

ноправними щодо створення свого віртуального представництва, до якого включаються різні навчально-методичні матеріали і задаються умови їх розповсюдження, пропонуються умови навчання через Інтернет у даному навчальному закладі та специфіка організації навчального процесу. В цьому технологічному середовищі поєднуються:

- сучасні технології, що пропонуються через Інтернет;
- методичні напрацювання певних навчальних закладів;
- інтелектуальні ресурси професорсько-викладацького складу, який залучає навчальний заклад незалежно від місця роботи і мешкання окремих членів цього складу;
- заходи матеріального заохочення кожного суб'єкта, який підтримує відкрите НС (від автора навчально-методичних матеріалів до навчального закладу у цілому);
- розподілену систему моніторингу і статистики.

Окремо слід підкреслити ще одну особливість сучасного етапу розвитку відкритого НС, що відображується як новими потребами його користувачів, так і досягнутим науково-технічним рівнем розвитку засобів і технологій комп'ютерної техніки.

Сучасні завдання і перспективи розвитку науки і техніки висувають, окрім іншого, проблему розв'язування надскладних задач, які для свого розв'язування потребують так званих суперкомп'ютерних обчислень. Ці проблеми виникають, наприклад, при розв'язуванні певних задач у галузі математики, інформатики, фізики, хімії, біології і біоінформатики, медицини, геології, метеорології, океанології, астрономії і космічних досліджень, нанотехнології, при розв'язуванні певних задач з логістики, при здійсненні складних інженерних розрахунків в енергетиці, машино-, літако- і суднобудуванні, при моделюванні складних соціально-економічних процесів, зокрема, розв'язуванні прогностичних задач тощо.

Тому ще однією специфічною особливістю розвитку комп'ютерно-технологічної платформи єдиного освітнього і наукового інформаційного простору є формування в межах цієї платформи комп'ютерних кластерів з надвисокими обчислювальними характеристиками, засоби і технології яких спеціалізовані щодо проведення надскладних за логікою і трудомісткістю обчислень та розв'язування таких задач у реальному часі.

Мережне об'єднання суперкомп'ютерних кластерів формує так звану GRID-інфраструктуру, а засоби і технології цих кластерів називають відповідно GRID-засобами і GRID-технологіями.

Основні переваги GRID-інфраструктури полягають у можливості мережної інтеграції просторово розподілених обчислювальних ресурсів і засобів зберігання даних з метою забезпечення можливості розв'язування широкого спектра задач (пасамперед складних і надскладних), використовуючи при цьому будь-яку сукупність цих ресурсів, незалежно від місця їх розташування.

В організаційному плані базові складові GRID-інфраструктури створюються як обчислювальні центри колективного користування і тому передбачається мережний доступ зацікавленого кола користувачів (віртуальних організацій, окремих колективів і фахівців) до спільного використання загальних і потужних віддалених обчислювальних ресурсів та сервісів.

В організаційно-технологічному плані GRID-інфраструктура являє собою систему об'єднання так званих *віртуальних організацій*, під якими розуміють як власників ресурсів і сервісів, так і їх користувачів. Ці віртуальні організації діють на основі встановлених правил щодо надання і використання ресурсів і сервісів GRID-інфраструктури.

Організаційно-технологічне системне об'єднання суперкомп'ютерних центрів колективного користування та їх користувачів формує географічно розподілену GRID-інфраструктуру, що включає та інтегрує комп'ютерні засоби і комп'ютерно орієнтовані ресурси різних типів (процесори, довготривалу і оперативну пам'ять, бази даних, електронні архіви, програмні засоби, мережі тощо) і забезпечує гнучке і розподілене в часі і просторі спільне використання цих засобів і ресурсів широким колам науковців і освітян.

Розвиток європейської GRID-інфраструктури, її інтеграція з системою GEANT (Multi-Gigabit European Academic Network) здійснюються, починаючи з 2004 року, країнами – членами GEANT у межах спільного проекту за підтримки шостої Європейської рамкової програми. У проєкті беруть участь 70 наукових установ з 29 країн світу, а спільна GRID-інфраструктура об'єднує сьогодні більш ніж 15 тисяч процесорів, велику кількість інших комп'ютерних засобів і технологічних ресурсів, на основі яких формується її будова, підтримується її функціонування і широкий спектр сервісів.

GRID-середовище сьогодні стрімко розвивається в планетарному масштабі. Окрім Європи, GRID-системи активно створюються в різних розвинених країнах світу (США, Канаді, Бразилії, Японії, Південній Кореї, Індії, Росії). Світова GRID-інфраструктура об'єднує нині потужності близько 300 різних організацій (університетів, інститутів, центрів, лабораторій тощо); до її складу входять понад 100 000 комп'ютерів.

Сучасний стан і розвиток GRID-систем, їх помітне поширення в світі висувають перед освітою нові завдання, де такі системи виступають і як засіб навчання, і як предмет вивчення.

Сама GRID-ідея формує певний GRID-підхід щодо створення і розвитку провідної технологічної платформи інформаційного суспільства. Відомі вчені світу вважають, що цей підхід і побудоване на його основі GRID-середовище розвиватимуться навіть швидше, ніж ідеї і середовище Інтернет.

Сучасне розуміння основних ідей GRID-підходу буде прообраз (перше наближення, гіпотетичну модель) провідних технологій, базового середовища діяльності в майбутньому суспільстві знань (знансєвому суспільстві). В свою чергу, практичні кроки, які здійснюються сьогодні в світі в напрямі реалізації GRID-підходу, широкомасштабні GRID-проєкти, що розробляються і втілюються у практику, розвивають цей підхід, закладають основи його перспективної успішної реалізації.

1.2.3.3. Інформаційні мережі відкритого навчального середовища

Важливою і невід'ємною складовою відкритого навчального середовища є так звані наукові, освітні, науково-освітні інформаційні мережі.

На момент створення цих інформаційних мереж зазначені назви їх типів відображали переважно предметне спрямування їх змістового наповнення. Проте, таке предметне спрямування реально відрізняло ці типи мереж тільки на початковому етапі формування і використання їх ресурсів практично фіксованим колом користувачів.

З часом об'єктивні інформаційні потреби користувачів значно зросли, а процесуально-комунікаційні характеристики цих мереж дали змогу задовольнити ці потреби. Мережі почали поетапно формувати на основі подібних інформаційно-комунікаційних архітектур та використовувати схожі і/або сумісні інтерфейси користувачів.

У зв'язку з органічною єдністю освіти і науки, глибоким взаємним проникненням наукових і освітніх інформаційних ресурсів, їх інтеграції у сферах освіти і науки, предметне поле інформаційного наповнення зазначених типів мереж поступово почало інтегровано відображати ці сфери діяльності людей. Сьогодні вже дуже складно чітко окреслити як можливих користувачів цих мереж, так і джерела, на яких формуються і поповнюються їх інформаційні ресурси мереж. Серед користувачів цих мереж уже утвердились, стали широковідомими і використовуються не повні назви типів мереж, а тільки їх аббревіатурні скорочення. Типологія мереж, що застосовувалась на початку їх створення, сьогодні вже не відображає як суттєві особливості їх будови, ні спрямування їх предметного наповнення та специфічні потреби користувачів. Ця типологія, по суті, відображала певний етап їх еволюційного розвитку і сьогодні вже втратила свою актуальність.

Тому в подальшому будемо використовувати термін *науково-освітні інформаційні мережі*, не поділяючи їх за наведеними вище типами.

Науково-освітні інформаційні мережі (НОІМ) по суті є АІС (див. розділ 1.2.3.2), що наповнені матеріалами переважно освітнього і наукового спрямування, на основі яких забезпечують інформаційну підтримку освіти і науки та технологічно використовують комп'ютерну інформаційно-комунікаційну платформу для транспортування та опрацювання інформаційних об'єктів. Завдяки цьому НОІМ використовують для участі у формуванні єдиного інформаційного освітнього простору, вони є важливими складовими відкритого навчального середовища.

У зв'язку з розвитком засобів і технологій Інтернет, протоколів та техніко-технологічних інтерфейсів використання АІС, в різних НОІМ інтегруються інформаційні ресурси і надається доступ до інтегрованих інформаційних ресурсів широкому колу користувачів практично у всьому світі. Завдяки цьому забезпечується як ретроактивний доступ до ресурсів НОІМ, так і інтерактивна (online) взаємодія їх користувачів в процесі виконання ними спільних проектів, розв'язування єдиних навчальних завдань, взаємного інформування тощо. На користувацькому рівні електронні ресурси НОІМ пропонуються структурованими за тією чи іншою тематикою або за категорією користувачів та забезпечуються гнучкими і зручними засобами пошуку релевантних повідомлень і навігації в електронних мережах.

У разі реалізації певних проектів використання НОІМ дає можливість створювати і на практиці підтримувати численні логічні інформаційно-комунікаційні мережі різного проектного спрямування, в яких фізично використовуються загальносистемні програмно-технічні засоби і технології комп'ютерно-технологічних платформ існуючих НОІМ.

Спеціально створені організації, що працюють як на національному, так і на міжнародному рівнях, забезпечують функціонування НОІМ, розвиток їхніх ресурсів, засобів і технологій, їх організаційної будови. Позитивний вплив діяльності цих організацій на освіту, на формування освітньої політики, на інформаційне забезпечення освітнього процесу, наукової діяльності в інтересах освіти неможливо переоцінити.

Серед таких організацій, що здійснюють діяльність на міжнародному рівні і забезпечують інформаційну мережну підтримку освітньої галузі, слід насамперед назвати такі загальновідомі і визнані в світі організації, як ЮНЕСКО (UNESCO, United Nations Educational Scientific and Cultural Organization – Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури) і ЮНІСЕФ (UNICEF, United Nations Children's Fund – дитячий Фонд ООН).

Функціонування і розвиток цих організацій здійснюються за такими задекларованими основними принципами [214]:

- внутрішня мережна структура перебуває у динамічному процесі оновлення;
- основні напрями діяльності є стратегічними і водночас можуть давати відповіді на актуальні питання сьогодення;
- традиційні форми і методи роботи лишаються в арсеналі, адже не гальмують впровадження інноваційних;
- функціонування інформаційних мереж спрямоване на створення і розвиток глобального освітнього інформаційного простору та інформаційного суспільства.

Інфраструктура ЮНЕСКО і ЮНІСЕФ включає мережу національних інформаційних центрів, які забезпечують інформаційну підтримку освітньої і наукової діяльності в тому чи іншому регіоні світу, надають інформаційні послуги як навчальним закладам, науковим установам, органам управління освітою і наукою, так і окремим користувачам. Самі інформаційні послуги надаються як у традиційній формі (різноманітні документальні інформаційно-аналітичні ресурси на паперових носіях), так і у електронній формі (електронні інформаційні ресурси). В останньому випадку, ці організації ООН підтримують поширені практично у всьому світі НОІМ, які, по суті, є АІС планетарного масштабу та відповідного предметного спрямування. На представницьких сайтах в мережі Інтернет (<http://unesco.ru>; <http://www.unicef.org>; <http://www.un.kiev.ua/ua/unicef/>) в цих НОІМ пропонуються як «свої» інформаційні ресурси», так і наводяться електронні посилання і, таким чином, надається доступ до ресурсів НОІМ, що створюються і підтримуються іншими організаціями: порталів всесвітньої мережі електронних бібліотек, спеціалізованих архівів, безкоштовного програмного забезпечення, обсерваторії інформаційного суспільства тощо.

Розвиток своїх інформаційних ресурсів, своєї інформаційно-освітньої діяльності ЮНЕСКО і ЮНІСЕФ реалізують у межах широко спектра програм і проєктів, короткотермінових і довготермінових програм технічної підтримки і проєктної діяльності, що започатковуються і здійснюються на неперервній основі. Підтримуючи і розвиваючи ідею широкого впровадження в освіту ІКТ, значна кількість цих програм і проєктів реалізується в середовищах Інтернет та корпоративних АІС.

Серед таких програм і проєктів, що здійснюються останнім часом за підтримки ЮНЕСКО і в реалізації яких беруть участь навчальні заклади і наукові установи України, слід найперше назвати такі:

- проєкт «Асоційовані школи ЮНЕСКО», основною метою якого є підтримка і розвиток інформаційного обміну між загальноосвітніми навчальними закладами у всьому світі. Сьогодні мережа «Асоційованих шкіл ЮНЕСКО» налічує майже 7000 шкіл з 90 країн світу;
- проєкт «Електронне навчання (E-learning)», основними завданнями якого є сприяння доступу до інформаційних освітніх ресурсів професіоналів з різних країн світу, що спілкуються різними мовами, та забезпечення співпраці освітян у напрямі підвищення якості освіти;
- проєкт «Інформаційна мережа культури світу», мета якого полягає у створенні і розміщенні в Інтернет множини різних сайтів, в яких містяться різноманітні відомості про діяльність освітян з усього світу;
- проєкт «На шляху до культури світу», реалізація якого має сприяти освітянам і навчальним закладам з усього світу поширювати свої матеріали про культуру світу, ненасильство і толерантні стосунки;

- проект ЮНІТВІН (кафедри ЮНЕСКО) із створення всесвітньої мережі віртуальних кафедр, які залучаються до реалізації різних проектів, що здійснюються в межах програми спільної діяльності. До складу цієї мережі сьогодні входять понад 500 суб'єктів із 113 країн світу. Зокрема, в Україні діють 12 кафедр ЮНЕСКО у різних вищих навчальних закладах Києва, Харкова, Донецька, Одеси та інших міст України. Силами колективів цих кафедр розробляються такі важливі для розвитку освіти проекти, як ALADIN, APEID, APNIEVE, APPEAL, ASPnet, CARDEIN, SEE-ECN, UNEVOC, UNITWIN та ін. Участь українських вузів у зазначеній програмі ЮНЕСКО сприяє зміцненню їх міжнародних стосунків, інтеграції вітчизняної вищої освіти і науки у світові і наукові процеси;

- проект із створення віртуального університету науково-технічних і інженерних вищих навчальних закладів країн Центральної і Східної Європи, координатором якого виступає Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»;

- проект ПРООН/ЮНЕСКО «Регіональна академія комп'ютерних мереж навчання і підготовки кадрів», що здійснюється на базі Київського національного університету ім. Тараса Шевченка, основними завданнями якого є забезпечення доступу студентів і викладачів вищих та інших навчальних закладів до мережних інформаційних ресурсів, необхідних їм у процесі навчання та проведення наукових досліджень.

З метою підвищення швидкості доступу до електронних ресурсів НОІМ ЮНЕСКО, забезпечення альтернативного доступу до них (за відсутності такого доступу з головного сайту ЮНЕСКО) ця міжнародна організація має два так звані дзеркальні сайти, що підтримуються Університетом Небраски, США та Університетом Об'єднаних Націй, Японія.

Для реалізації довготермінових міжнародних програм ЮНЕСКО в Україні створені і діють відповідні національні комітети, комісії та координаційні центри з управління такими програмами, як «Людина і біосфера», «Геологічна кореляція», «Біоетика», «Гідрологічна програма» тощо. Створюється координаційні центри з виконання програми ЮНЕСКО «Інформація для всіх» та для взаємодії з Міжнародною океанографічною комісією ЮНЕСКО. З 2001 року Україна бере активну участь у спільній робочій групі ЮНЕСКО, Ради Європи і АЛЕКСО (Арабська ліга з питань культури, науки та освіти) «Вчимося жити разом: молоді журналісти проти насильства та нетерпимості».

Сьогодні численні інформаційні канали ЮНЕСКО використовуються для популяризації у світовому співтоваристві української культури, освіти, науки та інших сфер життєдіяльності і розвитку українського суспільства.

Взявши на себе низку важливих міжнародних зобов'язань щодо поліпшення життя та розвитку дітей, Україна визначила своє місце у діяльності ЮНІСЕФ, зокрема як елемент його інформаційної мережі. З 2002 року агенція ЮНІСЕФ в Україні набула статусу повноправного представництва з безпосереднім підпорядкуванням регіональному офісу ЮНІСЕФ в Женеві. Це позитивно вплинуло на розширення кола соціальних програм ЮНІСЕФ, які реалізуються в Україні. Були розгорнуті такі соціально важливі програми, як «Розвиток у ранньому віці», «Діти, які потребують спеціального захисту», «Здоров'я та розвиток молодих людей», «Боротьба з ВІЛ/СНІДом», «Захист дітей від насилля, жорстокого поводження, експлуатації та дискримінації» та деякі інші програми і проекти.

Серед проектів, що здійснюються за підтримки ЮНІСЕФ в інтересах дітей, слід назвати також проект створення регіональної мережі НУО/ЮНІСЕФ країн Центральної

ної та Східної Європи та Балтії. На основі інформаційно-комунікаційних засобів цієї мережі останнім часом реалізується, наприклад, проект «Не залишайте без уваги жодної дитини», де особлива увага приділяється дітям, що потрапили у складні життєві умови. Це діти із малозабезпечених сімей, діти, що змушені жити на вулиці, діти-сироти, діти-біженці, діти, що проживають у сільській місцевості, діти з особливими потребами, діти, інфіковані ВІЛ або хворі на СПІД, діти, що зазнали насильства, та ін.

Триває впровадження низки започаткованих згідно з попереднім планом дій Уряду України і ЮНІСЕФ соціально важливих довготермінових програм, спрямованих на гармонійний розвиток немовлят і дітей через пропагування: вигодовування грудню, йодування, розвиток медико-санітарної допомоги і розповсюдження кращих форм виховання, соціальну адаптацію і захист дітей, які залишилися без опіки батьків, дітей-правопорушників, сиріт та інвалідів. ЮНІСЕФ демонструє постійну готовність до спільної роботи з різними організаціями в Україні. Ця готовність підкріплюється практичними діями, що виявляються як у значному збільшенні фінансування програм і проектів в Україні, так і в активному розгортанні в Україні мережі партнерських організацій.

ЮНЕСКО і ЮНІСЕФ постійно підтримують проекти з національними громадськими організаціями в напрямі інформування та навчання широкого кола громадян, студентства та педагогів через проведення регулярних семінарів і конференцій з актуальних питань освіти і виховання дітей, ефективних освітніх комунікацій тощо.

Європейський Союз і Рада Європи, так само, як і ЮНЕСКО та ЮНІСЕФ, розвивають свої інформаційні ресурси, реалізують інформаційно-освітню діяльність в межах широко спектра програм і проектів, що започатковуються і здійснюються на неперервній основі. Проектна діяльність, як правило, передбачає формування гнучких проектних мереж, що базуються на комп'ютерно-технологічній платформі НОІМ. Вона охоплює основні напрями освітньої політики, вивчення іноземних мов, інноваційні процеси в освіті, аспекти інтеркультурної освіти, інші важливі теми розвитку сучасної освіти.

Важливу увагу Рада Європи приділяє порівняльному аналізу та обміну досвідом між країнами. Вивчаючи та аналізуючи освітню політику, експерти Ради Європи спільно розробляють та пропонують рекомендації для поліпшення ситуації в освіті. Зокрема, Рада Європи опікується такими напрямками: вивчення прав людини та дитини, європейська освіта й набуття знань та навичок для життя в Європі, демократична освіта та освіта толерантності, громадянська освіта. Здійснюючи широкий спектр заходів і пропонуючи ресурси своєї НОІМ, ця міжнародна організація надає також можливість освітянам і науковцям з різних країн як обмінюватись своїм досвідом, так і можливості підвищення своєї кваліфікації для забезпечення здатності працювати і навчатися у будь-якій країні Європи, отримувати знання з іноземних мов, історії, інших предметів, які є більш важливими для спілкування зі своїми європейськими колегами.

Велику роботу агенції Ради Європи проводять з молоддю, зокрема зі школярами. Так, в ознайомленні з новими культурами та народами Європи організація сприяє спілкуванню зі своїми однолітками в інших країнах Європи через надання можливості використовувати власні комп'ютерні інформаційні мережі та підтримку участі у різноманітних проектах. Серед таких проектів, які здійснюються останнім часом за підтримки Ради Європи і в реалізації яких беруть участь навчальні заклади

і наукові установи України, слід назвати такі: «Міжнародна залізнична карта», «Освіта для демократичного громадянства», «Демократія, права людини, меншини: освітянські та культурні аспекти», «Європа у школі» та багато інших.

Так само, як Рада Європи, Європейський Союз приділяє значну увагу не тільки розвитку економіки та промисловості в країнах Центральної та Східної Європи, надаючи для цього велику фінансову та професійну підтримку, а й освіти, допомагаючи освітянам розв'язувати свої поточні і перспективні завдання. Серед основних освітніх програм, що здійснює Європейський Союз, програми: «Tasis», «Phare», «Еразмус», «Коменіус», «Леонардо» та ін. Кількість учасників, що беруть участь у цих програмах, невпинно збільшується. Так, за даними Європейського Союзу [190], тільки в освітніх програмах «Коменіус» і «Еразмус» участь громадян Європейського Союзу буде становити: у програмі «Коменіус» – 10% школярів і вчителів (нині у програмі задіяно лише 3%); у програмі «Еразмус» до 2013 року кількість учасників збільшиться на три мільйони. До 2013 року в межах цієї програми п'ятдесят тисяч дорослих матимуть можливість брати участь в освітніх програмах та курсах за кордоном. Ще п'ятдесят тисяч осіб щороку зможуть долучатися до програми «Леонардо».

Спорідненість інформаційно-освітніх цілей Ради Європи і Європейського Союзу дає можливість проводити спільні широкомасштабні програми – такі, наприклад, як «Освіта для демократії», в рамках якої було започатковано проект «Громадянська освіта та Європейські студії». Організаціям-партнерам цього проекту було запропоновано реалізувати дворічну офіційну навчальну програму для педагогічних працівників на тему «Громадянська освіта та Європейські студії в Україні».

Отже, діяльність таких вагомих та впливових організацій, як Рада Європи і Європейський Союз поєднує спільне бажання об'єднання, допомоги та співпраці між всіма європейськими народами, створення єдиного європейського простору, в якому Україна розглядається як пріоритетна держава, якій ці міжнародні організації сприяють у розвитку освіти, науки, розгортанні демократичних процесів тощо. При цьому, інформаційно-освітня діяльність цих організацій відіграє у цих процесах дуже важливу роль.

Безумовно, такі організації, як Рада Європи і Європейський Союз, справляють вагомий вплив на розвиток систем освіти в європейських країнах. Вони не тільки спрямовують розвиток освіти в напрямі прогресивних змін, а й допомагають розповсюдженню необхідних відомостей, формують напрями та проводять орієнтацію інформаційних освітянських потоків через інформаційні мережі країн Європи. Їх постійна діяльність не тільки допомагає освітянам європейських країн отримувати та використовувати на місцях необхідні матеріали, але й залучати учнів до проведення активної спільної освітньої діяльності. Тобто, Рада Європи і Європейський Союз не обмежуються у своїй діяльності тільки збиранням, накопиченням та розповсюдженням відомостей. Вони мають досить різноманітні форми роботи, серед яких: проекти та програми, видання загальних аналітичних звітів та бюлетенів, проведення конференцій, семінарів, конкурсів тощо.

Не менш важливу роль у формуванні електронних ресурсів відкритого навчального середовища відіграють організації, які створені Європейським Союзом, Радою Європи та спільними зусиллями Ради Європи та ЮНЕСКО і які підтримують відповідні НОІМ. Серед таких організацій такі загальновідомі і визнані в світі організації і їх НОІМ, як: EURYDICE, EUDISED і CEDEFOP.

На базі мережі EURYDICE (Educational Information Network in the European Community) – Освітня інформаційна мережа Європейського співтовариства (Брюссель, Бельгія), що створена і підтримується Європейським Союзом, здійснюється діяльність з метою обміну досвідом з питань освіти та освітньої політики на національному рівні та на рівні Європейського співтовариства між країнами – учасницями Європейського Союзу (<http://www.euridice.org>).

На базі мережі EUDISED (European Documentation and Information System) – Європейська система з документації та інформації (Страсбург, Франція), що створена і підтримується Радою Європи, здійснюється діяльність з метою розвитку освіти, накопичення та розповсюдження відомостей стосовно наукових досліджень та розробок у системах освіти європейських країн (<http://www.bdp/it/banche/banche.html>). Система EUDISED розповсюджує свої інформаційні ресурси через національні інформаційні центри. Починаючи з 1984 року в цій системі діє термінологічна служба, що розробляє і підтримує тезаурус НПІ. В 1964 році в системі EUDISED засновано Документаційне об'єднання (DOPAED) як союз західноєвропейських країн, де рідною мовою є німецька.

На базі мережі CEDEFOP (European Centre for the Development of Vocational Training – Європейський центр з розвитку професійно-технічної підготовки), що створена і підтримується Радою Європи (Трессалоніки – Пили, Греція), здійснюється діяльність з метою збирання та поширення відомостей стосовно основних напрямів професійного навчання та підготовки, створення і забезпечення контактів між міжнародними експертами і педагогами у цій сфері діяльності та стимулювання дискусій для подальшого співробітництва на європейському рівні (<http://www.cedefop.eu/int>).

На базі мережі ReferNet (European Network of Reference and Expertise) – Європейська мережа з рекомендацій та експертизи), що створена і підтримується Радою Європи як підсистема CEDEFOP (Трессалоніки – Пили, Греція), здійснюється діяльність з метою накопичення і розповсюдження широкого спектра відомостей стосовно досліджень та напрацювань у галузі професійного навчання та підготовки, проведення експертизи та надання рекомендацій щодо діяльності ключових організацій Європейського Союзу, які працюють у цій сфері.

На базі мережі ENIC (European Network of National Information Centres) – Європейська мережа національних інформаційних центрів, що створена і підтримується Радою Європи та ЮНЕСКО (Страсбург, Франція), здійснюється діяльність з метою забезпечення більш тісної співпраці між Національними інформаційними центрами вищої освіти (<http://www.enic-naric.net>).

Мережа INISTE (International Network for Information in Science and Technology Education – Міжнародна інформаційна мережа з науки і освітніх технологій), що створена і підтримується ЮНЕСКО.

Напрями розвитку та принципи діяльності зазначених міжнародних НОІМ, що створені і підтримуються на світовому і європейському рівні, більш детально подані в [214, 388].

Спрямованість Української держави на інтеграцію в Європу вимагає від науково-педагогічної громадськості приділяти більше уваги досягненням, інноваціям і процесам, що відбуваються в системах освіти європейських країн. Прикладом масштабного і продуктивного проекту, який здійснюється в цьому напрямі, є проект створення і розвитку (в межах програм «Phare» і «Tacis», що фінансуються Європейським Союзом) мережі Національних Обсерваторій, кожна з яких працює на національному рівні. Цей проект реалізується за підтримки IBE (European Training

Foundation) – Європейського Фонду Освіти (ЄФО, Турин, Італія), агенції Європейського Союзу, що здійснює свою діяльність в галузі професійно-технічної освіти в державах Центральної та Східної Європи, країнах колишнього СРСР і Монголії.

Головна мета діяльності Національної Обсерваторії полягає в забезпеченні так званої «наглядової» функції, що полягає у збиранні, накопиченні, систематизації, аналізі і розповсюдженні точних і актуальних даних стосовно стану і розвитку національної системи професійно-технічної освіти, позитивні приклади, досвід і аналіз стану і розвитку систем професійно-технічної освіти в інших країнах світу.

Національна Обсерваторія України, як національний вузол міжнародної мережі подібних структур, створена в 1997 році Міністерством освіти і науки України за підтримки ЄФО у межах відповідної програми «Tacis». Інформаційно-аналітичні матеріали, які готує Національна Обсерваторія України, надсилаються до державних і місцевих владних структур, наукових установ, громадських організацій і угруповань, міжнародних організацій і експертів, що причетні до питань розвитку професійно-технічної освіти. В межах спільної діяльності мережі Національних Обсерваторій була розроблена структура ключових індикаторів, що відображають стан і процеси розвитку національної та зарубіжних систем професійної освіти й ринку праці. Національна Обсерваторія України підготувала для Уряду України низку проблемних доповідей і аналітичних матеріалів, провела поглиблені дослідження й опублікувала матеріали з питань сучасного стану й розвитку професійно-технічної освіти, ринку праці й соціального партнерства в Україні. Зокрема, підготовлені Національною Обсерваторією України монографія «Розвиток системи професійно-технічної освіти в період соціально-економічних реформ» [68], доповіді «Ринок праці в Україні» і «Соціальне партнерство» були використані при підготовці першої в незалежній Україні «Концепції розвитку професійно-технічної освіти».

Крім зазначених мереж у Європі сьогодні налічується близько двадцяти трьох HOIM, що функціонують на міжнародному рівні і об'єднуються з іншими загальноосвітніми і загальноєвропейськими HOIM. Найбільш відомими і потужними з них в Європі є мережі GEANT – Європейська науково-дослідна мережа і SINSEE (Scientific Information Network South East Europe) – Науково-освітня мережа південно-східної Європи.

Використання в навчально-виховному процесі відкритого НС, що базується на засобах і технологіях НІОМ, є практичною реалізацією принципів відкритої освіти і відображає певний підхід щодо побудови сучасних педагогічних систем, їх впровадження в освітню практику.

Прикладом реалізації такого підходу на європейському рівні є проект створення європейської науково-дослідної мережі GEANT (Multi-Gigabit European Academic Network) [447]. Станом на кінець 2007 року до проекту GEANT входять 34 європейські країни. Сьогодні національні науково-освітні мережі країн – членів GEANT (за принципом «одна національна мережа» – «одна країна») завдяки спеціально побудованим оптоволоконним каналам для передавання даних забезпечують високошвидкісний доступ до інформаційних і обчислювальних ресурсів із швидкістю від 34 Мб/с до 10 Гб/с залежно від пропускної спроможності власної оптоволоконної інфраструктури і фінансових можливостей окремих користувачів. Розвиток проекту GEANT (GEANT2) передбачає досягнення пропускних характеристик каналів передавання даних на рівні більш ніж 500 Гб/с. До мережі GEANT вже сьогодні мають доступ понад 3 млн освітян і науковців, які працюють у більш ніж 3500 університетів і наукових установ Європи.

Прикладом реалізації такого підходу на національному рівні є проєкт інформаційно-освітнього середовища відкритої системи вищої освіти в Росії, розроблений Державним науково-дослідним інститутом системної інтеграції Російської Федерації, що почав реалізовуватись з 2000 року [339]. Цей проєкт передбачає створення технологічного середовища, яке має використовуватися і виступати як у ролі інструментальної системи для окремих навчальних закладів, і як інтеграційне середовище інтелектуальних ресурсів системи освіти всієї країни (<http://dictionary.fio.ru>).

За цим же підходом побудовані такі, наприклад, національні HOIM, як DNF (ФРН), Surfnet (Голландія) та деякі інші.

В Україні прикладом реалізації такого підходу на національному рівні є проєкт створення академічної телекомунікаційної мережі UARnet, яка будується для розвитку телекомунікаційного середовища автоматизованої інформаційної системи Національної академії наук України (АНУ) і всієї ІКТ інфраструктури НАНУ (зокрема, для забезпечення підтримки електронного інформаційного простору Національної бібліотеки України ім. В. І. Вернадського), і проєкт створення мережі «УРАН» (Ukrainian Research and Academic Network, URAN), яка будується для забезпечення інформаційними послугами на основі Інтернет-технологій установ, організацій та фізичних осіб в сферах освіти, науки і культури України (<http://www.uar.net>) [207]. Мережі UARnet і УРАН інтегровані з мережею GEANT, що надає користувачам UARnet і УРАН нові наведені вище ресурсні, комунікаційні і процесуальні можливості.

Прикладами великих проєктів, що спрямовані на реалізацію такого підходу на корпоративному рівні, є, наприклад, проєкт корпорації AT&T «AT&T Learning Network», в межах якого підтримується розвиток засобів і технологій е-дистанційної освіти на основі єдиних підходів і стандартів систем розподіленого навчання, а також проєкт Світового банку із створення Глобальної мережі дистанційного навчання, яка об'єднує сьогодні більш ніж 30 Центрів е-дистанційного навчання в країнах Європи, Америки, Африки й Азії (за цим проєктом такий Центр створений і працює й в Україні). Спільна мережна діяльність цих Центрів відповідає міжнародним стандартам і підпорядковується єдиному корпоративному підходу.

Серед інформаційних ресурсів HOIM виділяють *науково-педагогічні матеріали*, що містять відомості про об'єкти та явища, які використовуються для організації й управління навчально-виховним процесом, освітою і педагогічною наукою та розповсюджуються за допомогою спеціальних видань та технічних засобів [350]. До основних функцій систем НПП належать такі: вивчення пропозицій та формування замовлень на нові психолого-педагогічні дослідження; координація науково-дослідних робіт з психолого-педагогічної тематики між різними науковими установами і колективами; вивчення та розповсюдження передового педагогічного досвіду; збирання та опрацювання документів, що стосуються цих розділів психолого-педагогічної науки і освітньої практики.

Ці функції здійснюють різні міжнародні центри з документації й інформаційних ресурсів та їх інформаційні мережі. Серед них: Центр документованих та інформаційних ресурсів (CREDI, Мадрид, Іспанія), Об'єднання документації та інформаційних ресурсів Міжнародного бюро освіти (Женева, Швейцарія), Центр документації Міжнародного інституту з планування освіти (Париж, Франція), Педагогічна документальна та інформаційна служба департаменту освіти США (Вашингтон, США), а також понад 200 національних центрів з інформаційних ресурсів та документації. Потужні електронні інформаційні ресурси пропонує інформаційна мережа

ERIC (Educational Resources Information Center) – Інформаційний центр з освітніх ресурсів, Вашингтон, США (<http://www.eric.ed.gov>), в який також підтримуються дзеркальні сайти мережі ERIC в Канаді і Пуерто-Ріко.

При міжнародному бюро освіти – МБО (International Bureau of Education – IBE) діє єдина система обміну документами між країнами. Починаючи з 1974 року реалізується проект міжнародної педагогічної довідково-інформаційної служби. В МБО створена міжнародна мережа педагогічних інформаційних ресурсів (INED), видається інформаційний бюлетень «Освітні інновації та інформація».

Проблеми створення і розвитку автоматизованої системи науково-педагогічних інформаційних ресурсів (системи НПІ) в Україні розглянуті в [38, 62, 65].

В Україні функції системи НПІ виконує Академія педагогічних наук України. У формуванні її інформаційних, в тому числі електронних, ресурсів беруть участь всі її наукові і науково-методичні установи та навчальні заклади за предметним спрямуванням своєї науково-навчальної діяльності. Роботи в цьому напрямі проводяться в межах проекту зі створення корпоративної автоматизованої інформаційної системи АПН України (КАІС АПНУ).

Нині інформатизацією охоплено всі основні види діяльності Академії: наукова, навчальна, управлінська, інформаційна. Системно розвивається корпоративна мережа КАІС АПНУ, яка під'єднана до мережі УРАН, а тому – і до GEANT. Ця корпоративна мережа утворює єдиний комп'ютерно-технологічний фундамент інформатизації АПН України, формує її головні забезпечувальні складові: науково-проектну, комп'ютерно-технологічну, інформаційно-ресурсну, кадрову, організаційно-управлінську та фінансово-економічну. Засобами і технологіями КАІС АПНУ підтримуються електронні інформаційні ресурси: сайти АПН України, її наукових установ і навчальних закладів, різні автоматизовані банки даних, інформаційні портали, дистанційні навчальні курси тощо. На їх основі забезпечується діяльність автоматизованих систем наукових досліджень, електронні комунікації в Інтернет орієнтованому просторі, здійснюють інформаційне забезпечення процесів створення електронних підручників, посібників, інших наукових і навчальних електронних видань.

Функції Головної наукової установи зі інформатизації АПН України виконує Інститут інформаційних технологій і засобів навчання (<http://www.ime.edu-ua.net>), який у структурі АПН України відповідає за розробку концептуальних засад корпоративної науково-технічної політики інформатизації, за науково-методичне забезпечення формування і розвиток електронного інформаційного освітнього простору в сфері загальної, спеціальної, професійно-технічної і педагогічної освіти та освіти дорослих. Формуючи цей простір, Інститутом здійснюється комп'ютерно-технологічна підтримка електронних ресурсів наукових установ і навчальних закладів Академії за профілем їх діяльності, забезпечується представництво цих установ і закладів та їх електронних наукових і освітніх ресурсів у мережі Інтернет.

В Інтернет-просторі Інститутом створені і підтримуються такі інформаційні ресурси: автоматизований банк даних «Система нормативно-правового і програмно-методичного забезпечення загальної середньої освіти» (<http://www.znz.edu-ua.net>), Інтернет портал «Діти України» (<http://www.children.edu-ua.net>) [93, 94], електронна версія науково-методичного журналу «Українська мова та література в школі» (www.ukr-in-school.edu-ua.net), дзеркальні сайти важливих наукових і навчальних електронних ресурсів та ін. Інститутом на регулярній основі видається електронне наукове фахове видання «Інформаційні технології і засоби навчання» (<http://www2.znz.edu-ua.net/em.html>). Це електронне видання містить результати

розробок у галузі педагогіки, психології, дидактики, методики е-дистанційної освіти, шляхи підвищення ефективності цієї перспективної форми освіти, методологію, теорію та історію інформатизації і комп'ютеризації освітянської галузі; висвітлюються не тільки результати теоретичних досліджень, а й педагогічні технології, що позитивно зарекомендували себе в освітній практиці; аналізуються актуальні питання впровадження в навчальний процес ІКТ, сучасних засобів навчання, комп'ютерно орієнтованого навчального середовища, а також правові аспекти формування та використання відкритого інформаційного освітнього простору.

Інститут бере участь у реалізації низки проектів, що сприяють розвитку відкритого освітнього простору. Серед цих проектів, зокрема такі, в яких розробляється актуальна тематика з розвитку сучасної освіти, розвитку НОІМ, засобів і технологій єдиного інформаційного простору освіти і науки:

- проект «Навчальний тур з громадянської освіти» (2002 р.), що здійснювався за підтримки Агенції міжнародного розвитку Сполучених Штатів Америки (USAID), і мав на меті поширення серед освітян Казахстану, Туркменістану та Таджикистану досвіду українських педагогів із впровадження громадянської освіти в Україні;

- проект «Освітня політика та освіта «рівний-рівному» (започаткований у 2004 р.). Проект виконується за спільною ініціативою Міністерства освіти і науки України та Програмою розвитку ООН. Цей проект є логічним продовженням двох стратегічних проектів ПРООН – «Інновація та оновлення освіти для підвищення добробуту та зниження рівня бідності» та «Сприяння просвітницькій роботі «рівний-рівному» і передбачав сприяння реформуванню освіти для розвитку демократичного освітянського простору, впровадження положень Національної доктрини розвитку освіти України та стратегії реформування шляхом підтримки громадських ініціатив в регіонах країни (oo@undp.org.ua);

- проект «Європейські студії» (Етап I: 2000 – 2002 роки; Етап II: 2002–2004 роки), що був започаткований Міжнародним фондом «Відродження» за підтримки Міністерства освіти і науки України та Академії педагогічних наук України. Під час реалізації цього проекту виконувались такі завдання: створення і підтримка веб-сайту проекту «Європейські студії у школі», підготовка до друку матеріалів навчального інтегрованого курсу «Європейські студії» для загальноосвітніх шкіл та координація апробації його результатів в пілотних школах, створення на модульній основі електронної версії відповідного навчального курсу та тиражування цієї версії на компакт-дисках; створення інформаційно-ресурсного центру для вчителів та учнів, підготовка методичних матеріалів для проведення тренінгів для вчителів; проведення координаційних семінарів для директорів, їх заступників, вчителів, які беруть участь у впровадженні створеного навчального курсу; проведення регіональних тренінгів для вчителів, розповсюдження матеріалів курсу серед пілотних шкіл, створення і координація мережі шкільних євроклубів, моніторинг результатів впровадження курсу в школи та діяльності шкільних євроклубів (www.irf.kiev.ua/ua/projects/re.ivanyuk@irf.kiev.ua; www.akschool.lecos.org/e-concept.shtml);

- проекти «Інтернет-конкурси «Вчитель-новатор»» (1-й – 2004 р., 2-й – 2005 р., 3-й – 2006 р., 4-й – 2007 р.), що виконувалися на замовлення компанії Microsoft Україна за сприяння Міністерства освіти і науки України. Мета цих конкурсів полягає в опануванні освітянами сучасних ІКТ та підтримка роботи викладачів з підготовки конкурентоспроможної молоді до активної життєдіяльності в інформаційному суспільстві. Конкурси спрямовані на підвищення якості навчання учнів та студентів у галузі ІКТ, розвиток ініціативи педагогів та науковців у напрямі розробки та вдо-

сконалення навчально-методичних матеріалів для забезпечення якісного вивчення програмних продуктів Microsoft, надання практичної допомоги викладачам загальноосвітніх, професійно-технічних і вищих навчальних закладів в оволодінні інноваційними методами навчання та забезпечення вільного доступу освітян до національних освітніх електронних ресурсів (www.itcomp.edu-ua.net; itcomp@edu-ua.net);

- проект «Створення безпечного середовища для молоді України» (започаткований 2005 р.). Цей проект здійснюється у тісному співробітництві та за партнерської участі Уряду України, в тому числі Міністерства у справах сім'ї, дітей та молоді, Міністерства освіти і науки України, Міністерства економіки, Міністерства праці та соціальної політики та ряду міжнародних організацій – Національної комісії України у справах ЮНЕСКО, ЮНІСЕФ, Міжнародного фонду «Відродження». Важливими партнерами проекту є низка молодіжних неурядових організацій та мережа молодіжних органів студентського та учнівського самоврядування у всіх регіонах України. Під час реалізації цього проекту виконувались такі завдання: створення безпечного середовища для молоді України шляхом виявлення ключових проблем молодіжного сектору, розробки та впровадження стратегії розвитку молодіжної політики в Україні для самореалізації та інтеграції молоді у сучасне суспільство через набуття компетентностей у сферах врядування, підприємництва, соціальних та демократичних цінностей та ставлень, створення можливостей для самореалізації молоді. Проект здійснюється на національному та регіональному рівнях у тісній співпраці з представниками Уряду України, органів місцевого самоврядування шляхом залучення до спільної освітньої діяльності шкіл, університетів та неурядових організацій як «інституційних» центрів роботи з молоддю (og@undp.org.ua);

- проект «Українська мова і література в школі», що розроблений спільно з Інститутом педагогіки АПН України. В межах цього проекту створений відповідний сайт, на якому підтримується е-дистанційний навчальний курс, що дає змогу учням, всім бажаючим з усього світу вивчати та поглиблювати свої знання з сучасної української мови і літератури (www.ukr-in-school.edu-ua.net);

- проект «I*EARN». Цей проект передбачає залучення до навчальної діяльності в Інтернет-просторі учнів, вчителів з сотень тисяч шкіл усього світу для виконання ними спільних міжнародних навчальних проектів з різних тем і дисциплін. Під кожний проект формується своя гнучка Інтернет орієнтована мережа учасників проекту (навчальних закладів, окремих осіб), що бажають брати у ньому участь. Під час виконання навчальних завдань, реалізації спільних міжнародних навчальних проектів учні не тільки набувають, поглиблюють свої знання в певній предметній галузі, спілкуються між собою, обмінюються навчальними матеріалами, поглиблюють свої знання з іноземних мов, знайомляться з культурою інших народів, формують і розвивають свої уміння і навички застосовувати ІКТ, працювати в Інтернет-просторі, але й опановують основні підходи та сучасні інструменти проектного підходу при розв'язуванні різноманітних завдань (www.kar.net/~iearn,smc@mail.kar.net);

- проект «Апробація новітніх засобів навчання, комплектів обладнання з природничо-математичних і технологічних дисциплін, розробка методичних рекомендацій щодо їх ефективного застосування в навчальному процесі в загальноосвітніх навчальних закладах». Проект передбачає проведення наукових досліджень і реалізацію широкомасштабного педагогічного експерименту всеукраїнського рівня та розробляється на виконання п. 19 «Реалізація пілотного проекту з апробації зразків технічних засобів навчання та здійснення його науково-методичного супроводу» Постанови Кабінету Міністрів України від 13 липня 2004 року № 905 «Про затвер-

дження Комплексної програми забезпечення загальноосвітніх, професійно-технічних і вищих навчальних закладів сучасними технічними засобами навчання з природничо-математичних і технологічних дисциплін». У процесі реалізації цього проекту розроблена і затверджена Міністерством освіти і науки України «Концепція створення та впровадження в навчальний процес сучасних засобів навчання з природничо-математичних і технологічних дисциплін». Для забезпечення реалізації цього проекту створена мережа пілотних загальноосвітніх, професійно-технічних і вищих навчальних закладів, здійснено їх оснащення сучасними засобами навчання з різних предметів навчальної програми, мультимедійними засобами та іншими засобами, що формують комп'ютерно орієнтоване відкрите навчальне середовище. Моніторинг проекту, розповсюдження його навчально-методичних матеріалів здійснюється в мережі Інтернет, а навчання його учасників переважно проводиться за е-дистанційними технологіями (<http://www.ime.edu.ua.net>);

- проект «Інтернет орієнтовані автоматизовані системи оцінювання впливу педагогічних інновацій на результати навчально-виховного процесу». Проект передбачає створення засобів та е-дистанційних технологій експериментального оцінювання результатів навчальних досягнень учнів при впровадженні в навчальний процес мережі пілотних загальноосвітніх навчальних закладів педагогічних інновацій. З метою подальшого поліпшення педагогічних систем, підвищення якості освіти, що надається, в межах цього проекту розробляють і накопичуються тестові завдання з різних дисциплін навчальної програми, здійснюється їх верифікація, створюються їх предметні банки, проводиться е-дистанційне збирання, інтегроване опрацювання та електронне розповсюдження опрацьованих та інтерпретованих результатів оцінювання для широкого кола зацікавлених користувачів навчальних закладів та органів управління освітою і наукою (pilot2@edu-ua.net) [78].

Формування і розвиток системи НПІ, змістове наповнення і актуалізацію відповідних автоматизованих баз даних, розповсюдження НПІ в Інтернет-просторі забезпечують Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського (www.nbu.gov.ua) і Державна науково-педагогічна бібліотека України (ДНТБ) ім. В. О. Сухомлинського (<http://edu.ukrsat.com/labinfo/indexbib.htm>). Остання, окрім цього, є Головною в системі освіти України науковою установою, яка забезпечує розробку науково-методичних засад створення мережі шкільних бібліотек, формування і розвиток їх мережних електронних навчально-методичних ресурсів. Бібліотекою розроблені Концептуальні засади інформатизації бібліотек освітянської галузі України [114], здійснюються заходи з навчання бібліотечних працівників в галузі сучасних електронних бібліотечних технологій.

Функції Головного навчально-наукового закладу з розробки проблем е-дистанційного навчання в системі післядипломної педагогічної освіти України [310] виконує Центральний інститут післядипломної педагогічної освіти АПН України (<http://www.cippe.edu-ua.net/str.htm>). Науково-викладацькі колективи цього закладу, інших навчальних закладів системи післядипломної педагогічної освіти створюють і підтримують в Інтернет-електронній мережні наукові і навчальні ресурси, де висвітлюються результати наукових робіт і методичних розробок в галузі післядипломної освіти і освіти дорослих, формується навчально-методичне забезпечення підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації різних категорій викладацьких, науково-методичних і керівних кадрів освіти країни.

Помітну роль у розвитку ресурсів відкритої освіти, розробки теорії і практики е-дистанційного навчання відіграють провідні вищі навчальні заклади України та

науково-методичні комплекси, зокрема Академія дистанційної освіти. Для розробки проєктів з визначення стратегії розвитку е-дистанційної освіти, науково-методичних основ створення систем е-дистанційного навчання у вузах-партнерах ця Академія об'єднала на добровільних засадах зусилля провідних університетів, наукових установ, виробничих підприємств, що працюють у галузі ІКТ, та видавництва «Міленіум» (<http://www.uapa-dlc.org.ua>). На базі Академії здійснюється підготовка тьюторів, методистів, адміністраторів систем е-дистанційного навчання, організаторів освіти в напрямі впровадження цієї перспективної форми навчання в освітнянську практику. Академія на регулярній основі видає науково-методичний журнал «Вісник Академії дистанційної освіти», на сторінках якого розглядаються актуальні теоретичні і практичні питання розвитку в Україні відкритої освіти, створення систем е-дистанційного навчання [71, 56].

Важливі для освітньої практики інформаційні ресурси представлені на сайті Міністерства освіти і науки України (<http://www.mon.gov.ua.net>).

На підставі наведеного вище можна констатувати, що характеристики системної сукупності НОІМ відображають певний портрет єдиного інформаційного простору освіти і науки. Цей портрет, з одного боку, відображає головне функціональне призначення цього інформаційного простору, предметну спрямованість його змістового наповнення та техніко-технологічні й організаційні особливості його будови, специфіку реалізації функцій НОІМ та основні характеристики їх функціонування. З іншого боку, цей портрет відображає загальні користувацькі властивості інформаційного простору, ринкові механізми забезпечення попиту його користувачів на інформаційні ресурси відповідного предметного спрямування (попит – інформаційні потреби користувачів, задоволення – кінцеві продукти НОІМ), конкуренцію на ринку інформаційних послуг. Взаємозалежність і взаємообумовленість цих складових єдиного інформаційного простору освіти і науки дають підстави говорити про сукупність НОІМ як про єдину систему, що розвивається.

Системоутворювальними чинниками, що об'єднують НОІМ в єдиний клас і дозволяють говорити про сукупність НОІМ як про систему, виступають такі чинники:

- спрямованість на інформаційне наповнення єдиного інформаційного простору освіти і науки;
- спрямованість на певну категорію користувачів, на гнучке задоволення повного спектра їх інформаційних потреб;
- єдність предметного наповнення (галузь освіти і науки);
- єдність функціонально-технологічного призначення (збирання, накопичення, опрацювання, розповсюдження інформаційних матеріалів засобами і технологіями комп'ютерно орієнтованих мереж);
- наближеність спектра сервісів, що пропонують НОІМ;
- ізоморфізм концептуальних моделей будови середовища НОІМ, його статичної і динамічної: територіально розподілене Інтернет орієнтоване середовище, що побудоване на концептуальних засадах АІС;
- масштабність впровадження засобів і технологій: планетарний, континентальний, національний, корпоративний рівні;
- масштабність застосування кінцевого продукту – тисячі і мільйони користувачів;
- спрямованість на інформаційно-технологічну підтримку освітньої діяльності в галузі провідних розділів науки і практики, на застосування інноваційних засобів навчання і педагогічних технологій;

- придатність для створення і підтримки на комп'ютерно-технологічній платформі НОІМ численних логічних інформаційно-комунікаційних мереж різного проектного спрямування;

- спрямованість на формування і розвиток засобів і технологій інформаційного суспільства, на їх широке впровадження у повсякденне життя і виробничу діяльність людей.

Різноманітність моделей єдиного інформаційного простору освіти і науки характеризують такі основні чинники системної сукупності НОІМ, що відображають різні підходи щодо їх практичної реалізації:

- переважна змістова спрямованість інформаційних ресурсів певних НОІМ, формування і розвиток певних секторів єдиного інформаційного простору освіти і науки;

- відмінність моделей будови, особливості техніко-технологічної реалізації кожної з НОІМ;

- відмінність організацій, що підтримують функціонування певних НОІМ;

- територіальна роззосередженість головних офісів організацій, що підтримують функціонування певних НОІМ.

Підсумовуючи сказане, можна стверджувати, що в світі спостерігається стала тенденція до поступового поширення відкритих форм освіти. Це є запорукою становлення і розвитку інформаційного суспільства, формування нового покоління людей, які здатні гармонійно розвиватися і ефективно працювати в ньому. Важливу роль у цьому процесі відіграють НОІМ, міжнародні і національні організації, що підтримують і розвивають їх інформаційні ресурси, засоби і технології.

До якісних і великих за обсягом інформаційних ресурсів, до широкого спектра інформаційних сервісів, що пропонуються НОІМ, сьогодні забезпечується доступ практично необмеженого кола користувачів незалежно від їх віку, статі, громадянства, місцезнаходження. Завдяки цьому вся сукупність НОІМ набуває важливого значення в інформаційному наповненні відкритого НС, розширенні його інформаційно-комунікаційних і сервісних характеристик, що в цілому суттєво збагачує дидактичні можливості використання відкритого НС.

У зв'язку з тим, що існуючі НОІМ активно розвиваються – стрімко розширюється коло їх користувачів (тобто підвищується потреба в ресурсах і сервісах, які надаються через НОІМ), поліпшується якість і розширюється спектр та обсяги електронних інформаційних ресурсів, доступ до яких здійснюється через НОІМ, подальшого розвитку набувають засоби, технології та топологія Інтернет, інфраструктури НОІМ і корпоративних комп'ютерних мереж, невпинно поглиблюється комп'ютеризація освіти, створюються нові НОІМ, особливо на національному і корпоративному рівнях, що інтегруються з існуючими. Ця тенденція буде і надалі, безумовно, простежуватись, відкриваючи, окрім іншого, нові можливості для подальшого розвитку відкритої освіти.

Українське суспільство і національна система освіти мають відстежувати цю тенденцію, віднайти своє чинне місце в процесах її підтримки, у формуванні і розвитку єдиного інформаційного простору освіти і науки.

1.2.3.4. Відкрита освіта і проблеми е-педагогіки

Використання в педагогічних системах відкритого НС, що базується на сучасних АІС, ідеях GRID-підходу, необхідність забезпечення засобами і технологіями цих педагогічних систем якісної і ефективної підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації широкого кола тих, хто навчається і навчають, висуває перед освітою нові психолого-педагогічні проблеми.

Очевидна потреба розв'язання сукупності цих проблем зумовлює появу так званої *електронної педагогіки (е-педагогіки)*, яка, спираючись на здобутки класичної психолого-педагогічної науки, розробляє специфічні завдання створення і ефективного впровадження в освітню практику ІКТ навчального призначення, зокрема завдання *педагогіки відкритої освіти*.

Термін «е-педагогіка» не повинен сприйматися «в штики» освітянською громадськістю. Сьогодні вже досить широко використовуються не тільки у професійному середовищі, а й у повсякденному житті, такі, наприклад, терміни, як «електронний уряд», «електронна комерція», «електронна економіка», «електронна освіта і навчання», навіть «електронна Україна». Додаток «електронна» відображає у цих назвах, термінах особливості будови відповідних підсистем інформаційного суспільства.

Основні проблеми е-педагогіки у своїй основі схожі з проблемами традиційної педагогіки. Їх постановка не суперечить, а навпаки базується на здобутках традиційної психолого-педагогічної науки і освітньої практики. Проте, ці проблеми мають свої особливості, які відрізняють їх від традиційних та акцентують увагу на специфічних аспектах будови і особливостях педагогічної діяльності у комп'ютерно орієнтованому навчальному середовищі, у відкритих педагогічних системах. Зокрема, в [393] зазначається: «Клас – винятково могутня система комунікацій і цим пояснюється, чому усі попередні намагання використовувати сучасні комп'ютерно орієнтовні засоби і технології комунікацій в освіті (навчальне телебачення, комп'ютерне навчання, навчання через переписку тощо), застосовуючи традиційні педагогічні технології, виявились невдалимими».

Проблеми е-педагогіки, таким чином, утворюють деяку системну підмножину сучасних проблем педагогіки і педагогічної психології, які можна виділити у певну відносно незалежну сукупність, яка утворює проблемне поле е-педагогіки, формує її цілі, ставить завдання щодо їх розв'язання.

До основних сучасних проблем е-педагогіки слід віднести:

1. Недостатня розробленість теорії навчання у відкритих педагогічних системах, несформованість її поняттєво-термінологічного апарату.

2. Проблема формування педагогічно доцільного складу і структури методичних систем відкритої освіти. Це передусім стосується розробки підходів до структурування змісту освіти, його подання у єдиному освітньому інформаційному просторі, проектування і впровадження орієнтованих на інтерактивність суб'єктів педагогічного процесу, технологій навчання, що базуються на використанні мережних інформаційних ресурсів відкритого НС, е-дистанційного навчання, створення навчально-методичних матеріалів, орієнтованих на використання у відкритій освіті. Зазначені проблеми і можливі шляхи їх розв'язання розглянуті у розділах 3.1 і 3.2.

3. Проблема формування складу і структури будови відкритого НС. Це, найперше, стосується розробки підходів до використання у навчально-виховному процесі мультимедійних засобів навчання, засобів електронних навчальних комунікацій, віртуальних предметних лабораторій, засобів мас-медіа, розміщення і розповсюдження дидактичних елементів відкритих педагогічних систем на різних типах носіїв даних (паперових, мережних, CD тощо). Зазначені проблеми і можливі шляхи їх розв'язання розглянуті у розділах 3.4, 3.5 і 3.6.

4. Проблема психолого-ергономічного обґрунтування характеру подання електронних навчальних об'єктів, що впливає на педагогічну ефективність сприйняття, розуміння та безпечне використання навчального матеріалу.

5. Проблема готовності вчителів і учнів до роботи у відкритих педагогічних системах.

6. Проблема виховання у відкритих педагогічних системах, що спричинена обмеженістю безпосередньої (віч-на-віч) навчальної взаємодії.

7. Валеологічні проблеми.

8. Проблеми віртуальної педагогіки, що розробляє питання створення та ефективного функціонування систем віртуальної освіти, віртуального навчального середовища, впровадження яких в освітню практику буде дедалі поширюватися (див. розділ 1.2.3.5).

9. Проблема обмеженості експериментальної бази науково-методичної діяльності, яка забезпечила би перевірку вірогідності висунутих теоретичних положень, апробацію отриманих наукових результатів у мережі експериментальних навчальних закладів, що здатні здійснювати ефективну підтримку технологій відкритої освіти.

Кожна з цих проблем може бути представлена множиною інших проблем, що декомпонують і синтезують зазначені, з врахуванням в кожному конкретному випадку побудови комп'ютерно орієнтованої педагогічної системи як їх призначення (мету побудови), так і особливості їх реалізації. За таким підходом сформовані основні напрями наукових досліджень проблем дистанційної професійної освіти, які детально розглянуті у розділі 1.3.7. У свою чергу, зміст розділу 1.4.3, в якому розглядається спричинений послідовним розробленням проблем е-педагогіки розвиток поняттєво-термінологічного апарату систем навчання і освіти, дозволяє децю пом'якшити зазначену вище проблему 1.

Зазначені науково-практичні проблеми необхідно розв'язувати комплексно, системно. Це вимагає спільних зусиль не тільки вітчизняної психолого-педагогічної науки і освітньої практики, а й всієї міжнародної наукової і освітянської спільноти. Тільки в такому випадку слід очікувати поступового розв'язання перелічених проблем, сподіватися на успіх у впровадженні в освітню практику ідей, засобів і технологій відкритої освіти. Тільки за цих умов система освіти України може інтегруватися в Європейський і світовий освітній простір. Тільки за таких підходів вітчизняна освіта справить сподівання і забезпечить сучасні потреби українського суспільства, стане основною платформою формування загальноосвітніх і професійних якостей, компетентностей його громадян, запорукою розвитку їх особистості в насправді недалекому інформаційному суспільстві.

У цілому можна стверджувати, що найближчим часом настане нова науково-технологічна ера, якій будуть притаманні нові інформаційно-комунікаційні і процесуальні можливості використання комп'ютерних мереж. У свою чергу, розвиток е-педагогіки, що спиратиметься на можливості ефективно використовувати переваги потужного і дидактично обґрунтованого відкритого НС, створить нові, сьогодні ще до кінця не усвідомлені перспективи розвитку освіти.

Отже, формування інформаційного суспільства, його новітніх засобів і технологій, розвиток психолого-педагогічної науки створюють необхідні умови, закладають фундамент подальшого прогресивного розвитку освіти, людини і суспільства.

1.2.3.5. Відкрита освіта і віртуальне навчання

Реалізація сучасної освітньої парадигми, що передбачає забезпечення рівного доступу до якісної освіти, впровадження у зв'язку з цим в освітню практику принципів відкритої освіти, стрімкий розвиток засобів і технологій інформатики привели до появи і розвитку ідей *віртуальної освіти*, яка доповнює портрет освіти майбутнього, школи майбутнього як системи й навчального закладу станов-

лення і розвитку людини в інформаційному суспільстві, визначити перспективні завдання психолого-педагогічної науки і освітньої практики, насамперед е-педагогіки, педагогіки віртуальної освіти (педагогіки віртуального навчання) – віртуальної педагогіки як складової е-педагогіки. Слово «віртуальна» означає використання при навчанні специфічного навчального середовища – так званого *середовища віртуальної реальності*. Це передбачає зміни складу і структури методичних систем, що застосовують таке навчальне середовище (змінюються навчальні цілі, засоби навчання і педагогічні технології таких методичних систем). Тому віртуальна освіта передбачає створення і використання специфічних педагогічних систем, до складу яких ці методичні системи і середовище віртуальної реальності входять [37].

Предметом віртуальної освіти як науки є розроблення психолого-педагогічних проблем створення та ефективного функціонування специфічних педагогічних систем, що базуються на навчальному середовищі віртуальної реальності. Сукупність цих проблем утворює проблемне поле віртуальної освіти, формує його цілі, ставить завдання щодо їх розв'язання.

У передмові до [393] Г. Г. Левітас зазначає: «В основі теоретичних побудов (методологічного фундаменту) віртуальної освіти лежить теорія найближчого розвитку, що розроблена Л. С. Виготським. Саме ця теорія допомагає визначити, коли можна вивільнити учня від спрямовуючої руки вчителя і дозволити йому самостійно обирати шляхи свого навчання... П. Я. Гальперину і його учням вдалося застосувати ідеї Л. С. Виготського у конкретній педагогіці: розробити теорію поетапного формування розумових дій, яка показує не тільки коли, але й як можна переводити учня на самостійне навчання».

Водночас, недостатня розробленість проблем віртуальної педагогіки, особливо при застосуванні її підходів до навчання дітей у ранньому віці, об'єктивна обмеженість експериментального простору для здійснення відповідних якісних педагогічних досліджень, вимагає певного застереження щодо безоглядного і необмеженого застосування методів і засобів віртуальної освіти перш за все в освітній практиці загальноосвітньої школи. «Слід оцінити можливі варіанти часткової (фрагментарної) заміни сучасної системи освіти системою віртуальною, у разі, якщо існуюча буде стерта з лиця землі... Клас, як такий, буде існувати ще досить довго, а тому він повинен гармонійно співіснувати зі своїм віртуальним аналогом», тому, що «у реальному світі люди їдять, справляють природні потреби, ростуть і старіють. Нам завжди буде необхідно вчитися фізично взаємодіяти з реальною реальністю... Але все, що можливо довірити машині, буде довірено їй». Проте, «різниця у рівні знань, компетентності і базових навичок між тими, хто має доступ до дивовижного світу комп'ютеризованої віртуальної реальності, і тими, для кого вона недоступна, між тими, хто здатний платити за ці послуги, і тими, хто такої можливості позбавлений, може стати ще більшою. В цьому існує велика загроза, на яку слід звернути увагу всім національним і міжурядовим організаціям. Хочеться вірити, що їх допомога прийде вчасно» [393].

У зв'язку з тим, що віртуальна освіта є досить новим явищем, новим розділом психолого-педагогічних знань і освітньої практики, її понятійно-термінологічний апарат ще до кінця не визначився. Непоодинокими є випадки, коли у вітчизняних та в закордонних джерелах під терміном «віртуальна освіта» розуміють і відкриту освіту, і дистанційне навчання, коли ці терміни змістово не розрізняються, отожденоються і/або визначаються одне через інше.

На основі аналізу літературних джерел з позицій системного підходу наведемо тлумачення основних категорій віртуальної освіти.

Зазначимо: поняття віртуальної освіти спирається на поняття *віртуальної реальності*, яке визначимо так:

Віртуальна реальність – штучно побудований світ, який певним чином відображає і перетворює реальний світ, утворюючи деяке *віртуальне середовище* (простір) відповідно до уявлень і цілей тих, хто його будує. Це – світ статичних і динамічних імітаційних моделей уявлень людини про реальний світ і його перетворення, а також засобів формування цих моделей, їх накопичення, опрацювання, маніпулювання і формування впливів – зворотного зв'язку від штучно побудованого світу до людини. Це – світ, в якому можна гнучко змінювати масштаб простору і часу світу реального, створювати і вводити в нього, коригувати в ньому і вилучати з нього об'єкти і процеси віртуального середовища (які навіть не існують в реальному світі), маніпулювати ними, добудовуючи і адаптуючи цей новий штучний світ до потреб тих, хто його створює і використовує. Це – світ, що створюється спеціальними засобами віртуального середовища – кіберпростору (зокрема, спеціальним одягом – рукавички, окуляри, шолом, костюм, а також засобами комп'ютерного моделювання), в якому за допомогою цих засобів відповідним чином справляється вплив на органи чуттів людини, створюючи ефект (формуючи у неї уяву) квазіреальної присутності. Отже, віртуальна реальність пророчить, окрім іншого, нову революцію в галузі користувацького інтерфейсу. Джері Михальські, зокрема, зазначає: «...Звичний для нас плоский світ документів і робочих столів – тільки розминка перед більш складними, але куди більш продуктивними віртуальними світами прийдешнього, яким будуть користуватися усі підприємства» [389, с. 145].

У повсякденному житті людина час від часу формує у своїй свідомості різноманітні віртуальні світи і, занурюючись в уяву реальність, розмірковує, мріє, фантазує, переживає, домислює, переносить себе, об'єкти і події в минуле і майбутнє, в інше (можливо, неіснуюче, надумане, несхоже на дійсність, наприклад космічне) середовище буття і діяльності, формує і реалізує в цьому середовищі сценарії розгортання вигаданих подій, дозволяє цим подіям розгортатися в різних напрямках (бажаних чи небажаних), аналізує і розв'язує в ньому гіпотетичні завдання, приймає ті чи інші рішення тощо. Об'єкти і процеси реального світу природи, опановані людиною знання, способи діяльності і суспільного життя, створені людством засоби техніки і технологій, культури і мистецтва є основою формування уявлень людини про реальний світ, але не вичерпують все різноманіття об'єктів і процесів, що може створювати і зазвичай створює людина у своїй індивідуальній свідомості, у своєму індивідуальному віртуальному світі.

Отже, створений людиною індивідуальний віртуальний світ визначається не тільки середовищем її життєдіяльності, рівнем її освіченості, завданнями, які певна людина має розв'язувати в реальному житті. Багато в чому індивідуальний віртуальний світ, особливості і властивості його об'єктів і процесів визначаються станом психіки певної людини, рівнем її загальної культури, її ціннісними орієнтирами, рівнем розвитку її мислення, емоційної сфери, специфічних здібностей.

Система віртуальної реальності – інформаційно-технологічна система, що створюються з метою штучного відтворення у свідомості певної людини уявлень про квазіреальну присутність у наперед спроектованому цільовому середовищі віртуальної реальності. Система віртуальної реальності – «апаратно-програмний комплекс, що забезпечує для своїх користувачів ефект присутності в деякому уявному

середовищі завдяки спеціально організованому впливу на органи чуттів людини візуальних та інших об'єктів» [276].

Отже, при функціонуванні системи віртуальної реальності за допомогою спеціальних засобів і технологій формуються певні сигнали (фізичні, аудіовізуальні), що спрямовуються до людини, впливають на її органи чуттів, тим самим сприяючи, допомагаючи їй зануритися у віртуальну реальність, відчувати себе присутньою в індивідуальному середовищі віртуальній реальності та здійснювати в цьому середовищі ту чи іншу діяльність (*віртуальну діяльність*).

Слід розрізняти поняття *середовище віртуальної реальності*, в якому опиняється і здійснює віртуальну діяльність певна людина, і *середовище системи віртуальної реальності*, що формується за допомогою *реальних* засобів діяльності (*засобів систем віртуальної реальності*), спільне функціонування яких *реально* упорядковується спеціально створеними (*реальними*) проектувальниками систем віртуальної реальності) технологіями (*технологіями системи віртуальної реальності*). Тобто, середовище систем віртуальної реальності по суті є *реальним* середовищем, яке є цілеспрямовано штучно створеним, оточує людину в процесі її віртуальної діяльності, допомагає їй здійснювати цю діяльність в індивідуально побудованому середовищі віртуальної реальності.

Серед спеціальних засобів середовища віртуальної реальності (що характерні тільки для такого середовища) слід вказати, по-перше, на *засоби впливів* на органи чуттів людини. Ці засоби формують спрямовані до людини відповідні сигнали системи віртуальної реальності (візуальні, звукові, сенсомоторні тощо), що за формами є прийнятними, а за значеннями – достатніми для адекватного сприйняття людиною (тобто сигнали впливу є потенційно «зрозумілими» для людини). По-друге, це *засоби сприйняття*, що забезпечують врахування системою віртуальної реальності реакцій людини на сигнали засобів впливу. Ці засоби (різні датчики) «сприймають» ці реакції і перетворюють їх на сигнали, що за формами і значеннями є прийнятними для інших засобів середовища віртуальної реальності, що забезпечують накопичення і опрацювання цих сигналів.

Спираючись на наведені поняття *віртуальної реальності* і *системи віртуальної реальності*, визначимо поняття *віртуальна освіта* (віртуальна освітня система), та деякі інші категорії віртуальної освіти.

Віртуальна освіта – різновид процесу здобуття освіти, за яким ті, хто навчається, отримують навчальні результати, використовуючи засоби і технології систем віртуальної реальності.

«Просторова модель освітньої системи передбачає можливість створення найрізноманітніших освітніх сфер (віртуальних університетів), в яких відбувається індивідуальний для кожного розвиток. Людина сама визначає свій віртуальний університет, створює у ньому різноманітні структури та ціннісні орієнтири. Побудова просторової моделі віртуальної освіти спричинює формування внутрішнього світу людини у вигляді різноманітних, постійно розширюваних сфер: інтелектуальних, емоційно-образних, культурних, історичних, соціальних та інших. Всі вони тісно пов'язані, рухомі та утворюють у сукупності так званий *віртуальний освітній простір*. Цей простір також пов'язаний із зовнішнім світом, що пізнає людина в процесі навчання. До пізнання людиною зовнішнього світу слід додати її самопізнання, тобто рефлексивну діяльність людини щодо виявлення власних дій, станів та змін. Таким чином, справджується заповіт древніх: пізнаючи себе, ти пізнаєш весь світ» [258].

Віртуальній освіті може відповідати просторово необмежена стереометрична модель з не фіксованим за положенням у просторі моделі центром. Просторова необмеженість моделі, її багатовимірність і наявність необмеженої кількості ступенів свободи відображують гносеологічну сутність пізнання світу, можливу різноманітність траєкторій опанування суб'єктом знань про реальний світ, демонструє той факт, що віртуальні освітні системи не задають і не передбачають для всіх суб'єктів однозначно визначених напрямів руху і кордонів свого індивідуального розвитку. Зовнішні сфери простору моделі відображують сукупність знань людства про реальний світ, що оточує людину, про культуру, цінності і способи життєдіяльності в ньому, про пріоритети, методи і засоби його пізнання і вдосконалення. Це сфери, до яких прагне (має прагнути) людина в процесі своєї позитивної освіти, опановуючи нові знання, новітні способи продуктивної діяльності, формуючи свою духовність, морально-вольові якості, досягаючи тим самим вершин свого індивідуального розвитку. У свою чергу, не фіксований за положенням у просторі моделі її центр ідентифікується з певним суб'єктом, визначає його особистий освітній потенціал, стосовно якого відбувається творчий саморозвиток суб'єкта за індивідуальною траєкторією. Цей центр пов'язується з особистістю певного суб'єкта, з тими його рисами, якостями і властивостями, які мають бути сформовані, розвинені у процесі навчання. Використання терміна «центр» підкреслює людиноцентризм моделі, свідчить про те, що віртуальні освітні системи створюються заради людини, в її інтересах.

Проте характер траєкторії, за якою розвивається людина, поточне положення у просторі моделі вершини індивідуального розвитку, що досягає людина в процесі навчання (прогресивний рух індивідуально ідентифікованого центру моделі в її просторі), визначається не тільки потенційними інтелектуальними і морально-вольовими якостями суб'єкта, його індивідуальними і суспільними мотивами, що спонукають його до навчання. Цей характер багато в чому також визначається тими якісними властивостями системи віртуальної освіти, що відображають специфіку будови і функціонування цієї системи, особливостями методів, засобів і технологій, що в ній застосовуються.

Система віртуальної освіти (СВО) – складова системи освіти, що базується на засобах і технологіях систем віртуальної реальності, використовує їх для досягнення навчально-виховних цілей.

У сучасних освітніх системах, що базуються на принципах відкритої освіти, можуть одночасно застосовуватися як традиційні, так і спеціальні засоби і технології систем віртуальної освіти. Тому навчальне середовище сучасних освітніх систем має забезпечити високоякісну освіту за допомогою як традиційних освітніх систем, так і систем віртуальної освіти. Таке навчальне середовище має включати як традиційні засоби навчання і педагогічні технології, так і спеціально створені засоби і технології, за допомогою яких учень може отримати доступ до інформаційних ресурсів відкритого освітнього простору, здійснювати комунікації та інші навчальні дії у середовищі систем віртуальної реальності. Ці визначальні складові сучасних систем освіти своєю системною сукупністю забезпечують додаткові педагогічні й організаційні умови для гнучкого просування учня до майбутніх можливих вершин свого індивідуального розвитку. Вони, зокрема, сприятимуть тому, щоб учень навчився навчатися, пізнавати себе, спостерігаючи та аналізуючи свої досягнення і вчинки, в тому числі свідомо оцінюючи *можливості, обмеження і загрози* навчання за допомогою систем віртуальної освіти.

Педагогічна система віртуального навчання (ПСВН) – складова системи віртуальної освіти, в якій для досягнення навчально-виховних цілей використовуються спеціально побудовані *методичні системи віртуального навчання* і *навчальне середовище віртуальної реальності*.

Методична система віртуального навчання (МСВН) – складова педагогічної системи віртуального навчання, що передбачає використання змісту навчання і педагогічних технологій як спеціально розроблених відповідно до упорядкованих психолого-педагогічних вимог певної ПСВН, так і індивідуально створених учнями в процесі віртуального навчання. Тобто, цей зміст і технології передбачають можливість їх гнучкого, теоретично необмеженого доповнення (розвитку) відповідно до цілей, намірів, уподобань, здібностей та фантазії учня, які в процесі віртуального навчання можуть змінюватися.

Підкреслимо, що спеціально розроблені зміст навчання і педагогічні технології, що входять до складу МСВН, створюються науково-методичними працівниками, а моделі МСВН реально відображаються у відповідних навчально-методичних матеріалах.

Педагогічна технологія системи віртуального навчання (ПТВН) – складова методичної системи віртуального навчання, яка для досягнення певних навчальних цілей упорядковує статичну і динаміку відповідної ПСВН.

Підкреслимо, що ПТВН розробляються науково-методичними працівниками – проектувальниками ПСВН. Ці технології реально упорядковують функціонування ПСВН.

Середовище системи віртуального навчання (ССВН) – цілеспрямовано побудований штучний імітаційно-формувальний, навчально-пізнавальний, організаційно-технологічний та інформаційно-комунікаційний простір, що забезпечує необхідні та достатні умови для ефективного досягнення цілей педагогічних систем віртуального навчання.

Підкреслимо, що ССВН є реальним навчальним середовищем, до складу якого входять реальні засоби навчання, спільне функціонування яких упорядковується реальними ПТВН. Це середовище фізично оточує учня в процесі його віртуального навчання, допомагає йому здійснювати навчальну діяльність в індивідуально побудованому середовищі віртуальної реальності.

До складу ССВН входять матеріальні та інформаційні складові, зокрема, спрямовані на індивідуальне і колективне використання комп'ютерні та комп'ютерно орієнтовані засоби навчання (традиційні та спеціальні), комп'ютерні мережі та навчальні електронні інформаційні ресурси, засоби їх формування, опрацювання, підтримки і використання, що можна гнучко адаптувати до навчальних цілей і потреб учня. Це середовище може підтримувати і об'єднувати спільну навчальну діяльність учня/учнів і вчителя/вчителів (реальних учасників навчально-виховного процесу) в так званому *віртуальному класі*. «Створений цілий ряд нових технологій, що постійно розвиваються: віртуальна реальність, нанотехнології і штучний інтелект, які у поєднанні з волоконною оптикою викличуть технологічну революцію, зрівняну з технічною революцією кінця XIX століття. І на базі цього виникне альтернатива і/або додаток до традиційного класу – клас віртуальний» [393].

Доктор Набуїші Терашіма, президент Лабораторії з дослідження передових телекомунікаційних технологій (Японія) зазначає: «Найбільш очевидні і серйозні проблеми – перенаселення, забруднення навколишнього середовища, енергетичний кризи... Глобальна думка і глобальна дія – єдино можливі шляхи просування вперед. Віртуальний клас... буде відігравати важливу роль у досягненні цих цілей» [393].

Серед спеціальних засобів ССВН, окрім вже зазначених, слід також назвати об'єктино орієнтовані системи програмування (МОО), що включають комп'ютерно орієнтовані мови опису віртуальної реальності (розвиток мов опису гіпертекстів), за допомогою яких можна, зокрема, створювати багатокористувацькі «місця» у кіберпросторі (MUD – Multi-User Dungeon), де передбачається взаємодія віртуальних учнів, створюються віртуальні навчальні об'єкти, персонажі, моделюються віртуальні процеси тощо. Засоби МОО, як інструменти програмування в MUD, стають потужним знаряддям створення віртуальних спільнот, які надають нові можливості для співробітництва учнів у ССВН. «Кіберпростір поповнюється новими формами співробітництва і новими темами для обговорення, про різноманітність яких ми тільки починаємо здогадуватися» [389]. Дивовижні перспективи формування ССВН відкривають можливості використання голографії, що дасть змогу, ймовірно, створити MUD не як спеціальне тривимірне зображення на екрані, а як середовище навчально-пізнавальної діяльності, що віртуально оточить учня.

Середовище систем віртуальної реальності може бути *закритим* і *відкритим*.

Закрите ССВН створюються в межах певного навчального закладу і тому є обмеженим щодо складу і структури своїх компонент. Таке ССВН є непридатним для використання у навчальному процесі, в якому передбачається екстериторіальне залучення до віртуальної навчальної діяльності окремої людини інших учнів та викладачів, що навчаються і працюють поза межами навчального закладу, в якому існує закрите ССВН, застосовуючи додаткові (непередбачені в даному ССВН) навчальні інформаційні ресурси тощо. Через це закрите ССВН має обмежені дидактичні застосування (локальні тренажери, інтерактивні ігри в закритих комп'ютерно орієнтованих імітаційних середовищах з гіпертекстовим і образним зануренням тощо).

Реалізація при побудові СВО принципів відкритої освіти створює можливість суттєво розширити потенційний простір ССВН, забезпечити під час навчання формування і використання ресурсів відкритого освітнього простору, в якому доступні для учасників навчального процесу засоби навчання і ПТВН не обмежуються наявною в певному навчальному закладі множиною компонент ССВН.

Такі можливості визначають новий, розширений компонентний склад ССВН, який створює потенційні умови для суттєвого поліпшення інформаційно-ресурсного забезпечення опанування змісту освіти в процесі навчально-пізнавальної діяльності. Ці додаткові (відносно закритого ССВН) можливості розширеного компонентного складу виражаються у властивостях *відкритого ССВН*.

Педагогічні системи віртуального навчання і МСВН, в яких передбачається використання закритого або відкритого ССВН, назовемо відповідно *закритими ПСВН*, *закритими МСВН* і *відкритими ПСВН*, *відкритими МСВН*.

Основними визначальними характеристиками (критеріями оцінки) ССВН (як закритих, так і відкритих) є [163]:

- *персональність (identity)* – можливість відтворювати особистісні характеристики суб'єкта, який бере участь у створенні і використанні середовища віртуального навчання, судити про його навчально-пізнавальний стиль;
- *виразність (expression)* – можливість виразити невербальні повідомлення;
- *конструктивність, креативність (building)* – можливість створювати у середовищі віртуального навчання об'єкти та маніпулювати ними;
- *сталість (persistence)* – можливість зберігати певний час об'єкти, відтворені у середовищі віртуального навчання;

- спільність інтересів (*shared interest*) – можливість об'єднувати користувачів середовища віртуального навчання в групи за навчальними інтересами.

Додаткові (альтернативні) особливості (критерії оцінки) ССВН визначають можливість ефективності досягнення у ньому певного рівня навчально-пізнавальних комунікацій. До таких особливостей (критеріїв оцінки) ССВН відносять:

- занурення (*immersion*) – визначає доступну глибину відтворення та можливий ступінь інформаційної виразності об'єктів середовища віртуального навчання;
- інтерактивність (*interactivity*) – ступінь незалежності дій суб'єкта у ССВН.

У загальному випадку ПСВН можуть як включати, так і не включати дистанційні технології навчання. Тобто, навіть у закритих ССВН можуть використовуватися засоби дистанційного навчання.

Дистанційні педагогічні системи (ДПС), в яких реалізуються принципи відкритої освіти, використовуються ресурси й сервіси комп'ютерних мереж відкритого освітнього простору, передбачається автоматизоване створення візуальних і/або звукових навчальних об'єктів, а зворотний зв'язок виражається у вигляді візуальних і/або звукових повідомлень учасникам навчального процесу, можна розглядати тільки як деяке початкове наближення ДПС до відкритих ПСВН. В існуючих сьогодні ДПС «ефект присутності» учасниками навчального процесу майже не відчувається через недосконалість будови навчального середовища.

Із таким застереженням слід сприймати сьогодні і термін *віртуальне представництво навчального закладу*, під яким мається на увазі сукупність інформаційних ресурсів навчальних закладів, що представлені засобами Інтернет в Єдиному інформаційному освітньому просторі [206].

Для формування в учасників навчального процесу уявлень про квазіреальну присутність у досконалих ССВН «ефект присутності» має бути максимально вираженим. У таких ССВН зворотний зв'язок від ПСВН до учня потенційно має покривати весь спектр можливих впливів (візуальні, звукові, тактильні впливи, а у перспективі – запах і смак) на всі органи чуттів людини, а засоби формування і оперування об'єктами, опрацювання даних і комунікацій у ВНС мають бути значно більш гнучкими, адаптивними і потужними. Саме такі перспективи відкриває подальший розвиток методів і засобів ІКТ.

Навчальні заклади, що забезпечують навчання у відкритих ПСВН, називають *віртуальними навчальними закладами* (віртуальні університети, школи, коледжі, гімназії тощо). Основним завданням таких закладів є організація, розвиток, управління і обслуговування процесу навчання у відкритому ССВН.

Академічну складову віртуальних навчальних закладів утворюють так звані *віртуальні класи* (віртуальні навчальні групи). Традиційні класи у звичайних школах – це, з одного боку, приміщення, де проводять заняття, а з іншого – це також група людей (навчальна група), що об'єднані для проходження певного курсу навчання, досягнення певних освітніх цілей. *Віртуальний клас* – це співтовариство двох або більшої кількості людей (учнів і вчителів/тьюторів), віртуально присутніх у віртуальному класі, які, відповідно до спільно обраних навчальних цілей, здійснюють навчально-пізнавальну діяльність (зокрема, навчальні комунікації) у ССВН. У такому розумінні, віртуальний клас – це деяке штучне електронне відтворення звичайного класу, в якому, окрім іншого, зникає необхідність для учнів і вчителів фізично збиратися разом для навчання, при цьому також зменшується і необхідність суворого дозування знань у часі та за обсягом.

У відкритому ССВН учні та вчителі є «віртуальними вузлами» стосовно мережі віртуальних навчальних закладів.

Гіпотетичний віртуальний навчальний заклад в інформаційному суспільстві можна уявити у вигляді мережної моделі, яка відображає сукупність телеадміністрацій, служб телепідтримки, телебібліотек й академічних підрозділів та множину розподілених у відкритому інформаційному просторі баз знань, що можуть бути залученими, а також навчальних завдань, які можуть бути розв'язані засобами відкритих ССВН.

Д. Тифи і Л. Раджасінгам так бачать перспективи організації віртуальної освіти: «Віртуальний клас – це місце, де можуть зустрічатися члени одного віртуального співтовариства, об'єднаних спільністю інтересів стосовно певного навчального предмета. Традиційним класом майбутнього стане муніципальна школа як місце зустрічі людей, які живуть в одному населеному пункті та об'єднані спільними інтересами. У віртуальному класі культура, так само, як і присутність, будуть середовищем, яке можна вибрати, а не середовищем, в якому людина народжується і живе фізично. У звичайній школі проблема відстані може стати не такою гострою, оскільки при загальному зростанні населення скорочується площа районів відповідальності шкіл, вони стануть більш розподіленими, менш урбанізованими, менш залежними від транспортних систем. Це буде місце, де люди опановують навички соціального і міжособистісного спілкування, вчать самовираженню, удосконалюються у мистецтвах і ремеслах, навчаються готувати їжу, доглядати за садом і використовувати керамічний посуд, а також набувати навички, що вимагають розвитку чуттів дотику, нюху і смаку. Збережеться також піклувальна функція звичайного класу. Комусь у населеному пункті все ж необхідно буде доглядати за дітьми. Може бути, що традиційна навчальна аудиторія стане класом муніципального центру, де молоді і ті, що у віці, будуть разом навчатися у більш неформальному виховному середовищі, ніж те, що встановилося у теперішніх школах... Школи і навчальні аудиторії, з усією імовірністю, будуть і надалі залишатися основним місцем і джерелом, де і завдяки чому населення опановує соціальні і фізичні навички на рівні шкільного мікрорайону» [393].

Отже, система аудиторної освіти і надалі продовжить своє існування. Тому учні зможуть переключатися з віртуального класу на реальний. Зміняться тільки функції традиційного класу, його облаштування, втрачається центральне місце в системі освіти, який він наразі займає. Актуальною проблемою залишиться пошук педагогічно виваженого співвідношення між навчанням у віртуальному класі і навчанням у класі реальному, між глобальним мисленням і локальною навчальною діяльністю, а також вік учнів і спрямованість навчання, за якими доцільно застосовувати віртуальне навчання. Тим, хто проектує і впроваджує системи віртуальної освіти, слід досягти і довести, аби віртуальний клас на початковому етапі свого створення, як мінімум, не поступався б за педагогічною ефективністю звичайному, а у перспективі – забезпечив би її суттєве підвищення. Це – найважливіші перспективні завдання е-педагогіки, віртуальної педагогіки та експериментальної педагогічної практики. Можна сподіватися, що стрімкий розвиток ІКТ і зусилля педагогів всього світу дозволять з часом розв'язати ці завдання.

Ідеї відкритої віртуальної освіти значною мірою перехреснюються і взаємодоповнюються. Поступовий перехід від закритих до відкритих ПСВН, що базуються на методах і засобах Єдиного інформаційного освітнього простору, сприятиме суттєвому підвищенню дидактичних застосувань ССВН і систем віртуальної освіти

в цілому. В свою чергу, розвиток методів і засобів е-педагогіки, побудова на її методологічній базі сучасних відкритих ПСВН сприятимуть розширенню межі застосування відкритої освіти, спектру освітніх послуг, що в ній пропонуються і підтримуються. Все це, безумовно, забезпечить адекватний часу характер розвитку системи освіти, її високу якість.

1.3. Дистанційна освіта – інструмент практичної реалізації принципів відкритої освіти

- Передумови появи дистанційної освіти.
- Основні означення.
- Просторово-технологічні відмінності традиційного та е-дистанційного навчання.
- Специфічні якісні властивості систем дистанційної освіти і навчання.
- Дистанційна освіта – ефективне доповнення до традиційних форм освіти.
- Основні функції автоматизованих систем підтримки е-дистанційного навчального процесу та організаційні структури сучасних навчально-науково-виробничих комплексів, що забезпечують розвиток системи е-дистанційної освіти.

Серед найсучасніших освітніх технологій, що визначилися наприкінці ХХ століття і набули сьогодні помітного поширення в розвинутих країнах світу, є дистанційні технології навчання, на основі яких підтримують і забезпечують дистанційну освіту [242, 244, 246]. Іде перерозподіл світового освітнього простору і дистанційна освіта відіграє в цьому процесі провідну роль, суттєво урізноманітнюючи ринок освітніх послуг.

1.3.1. Передумови появи дистанційної освіти

Дистанційне навчання, як окрема форма здобуття освіти і організації навчання, виникло в Європі ще на початку ХІХ століття. В той час до цих форм навчання застосовувався термін *кореспондентське навчання* (*correspondence education, correspondence study*), під яким розуміли всі форми навчання, що здійснювалися на відстані від навчального закладу. Так, Університет Лондона був першим навчальним закладом, який у 1836 році поряд з очним запровадив і кореспондентське навчання. Можна вважати, що саме з цього часу почала розроблятися і формуватися науково-методична база дистанційної освіти (ДО), а невдовзі з'явилися і перші публікації, що присвячувалися цій проблемі. Поступовий розвиток навчально-методичного забезпечення ДО і набутий досвід позитивно позначилися на якості освіти, що надавалася за цієї формою, а її переваги для певної категорії тих, хто бажав навчатися, поступово стали очевидними. Як результат, чисельність учнів, які навчалися за кореспондентською формою, почала поступово й неухильно зростати.

Вже у 1892 році Університет Чикаго (США) і у 1911 році Університет Квінсленда (Великобританія) розгорнули кореспондентське навчання для широких верств населення, що бажали здобути вищу освіту і не мали можливості (за різних причин) це зробити за очною формою. Наприкінці 1920-х років у колишньому СРСР, в тому числі і в Україні, виник різновид кореспондентського навчання, відомий під назвою заочне навчання.

Помітного розповсюдження кореспондентське навчання набуло після Другої світової війни, у роки відбудови країн Європи, коли кадрова проблема там постала

дуже гостро, а бажаючих здобути освіту за очною формою виявилось обмаль. Так, наприклад, у Франції розповсюдження кореспондентського навчання було спричинено, передусім, необхідністю забезпечити освіту населення, що проживало у віддалених гірських районах, а також фінансовими труднощами, з якими стикалося населення периферійних районів при намаганні здобути очну освіту у великих містах, де зазвичай розташовувалися відомі університети. Значного розповсюдження заочне навчання набуло і в усіх республіках колишнього СРСР, в тому числі і в Україні, де воно почало застосовуватись не тільки у вищій, а й у загальноосвітній школі.

З часом відбуваються зміни у характері здійснення і організації кореспондентського навчання, які були спричинені впровадженням у цю форму освіти і навчання нових засобів і технологій, зокрема електронних. Це дало змогу поряд з використанням навчально-методичних матеріалів у письмовій, паперовій формі і пересиланням їх поштою, широко застосовувати у навчанні радіо- і телепередачі. З цього часу термін кореспондентське навчання став неадекватним характеру здійснення і організації навчання, не відображав нові реалії.

У кінці 1960-х і на початку 1970-х років у країнах Заходу замість терміна кореспондентське навчання застосовується багато інших термінів (*education at a distance, distance education, distance learning, distance teaching, e-learning, online learning, on-line learning, open learning, open and distance learning, Internet-based training* та ін.). Їх розмаїття відображало лише різні підходи і погляди авторів, їх бажання підкреслити у певному контексті ту чи іншу технологічну особливість навчання на відстані. У 1982 році термін *кореспондентське навчання* був замінений на *дистанційна освіта* у назві Міжнародної конференції з дистанційної освіти – International Conference of Distance Education у Ванкувері (Канада). Міжнародна Рада з кореспондентської освіти також змінила свою назву на Міжнародну Раду з дистанційної освіти. Розвиток дистанційної освіти у вищій школі країн Європи і Північної Америки досліджений в [426]. В Україні, Росії і деяких інших країнах до цієї форми освіти переважно застосовуються терміни: дистанційне навчання і дистанційна освіта, які нерідко використовуються як синоніми.

З середини 1990-х років, передусім у Великобританії, Франції і США, ДО почала набувати дійсно широких масштабів. В Україні ДО активно розвивається і впроваджується лише наприкінці XX століття, переважно в системі вищої освіти.

Можна вказати на два визначальних чинники, що зумовили появу і розвиток сучасних форм ДО (електронної ДО).

Перший з них – це нова освітня парадигма, якою визначено і задекларовано принципи відкритої освіти і яка була реакцією системи освіти на виклики об'єктивних тенденцій глобалізації світу, підвищення динаміки соціально-економічного і науково-технічного розвитку, поглиблення інтеграційних і демократичних процесів у суспільстві й освіті.

Другий – це широкомасштабна інформатизація освіти, яка забезпечила всебічне впровадження інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в освітню практику як засобу навчання та предмета вивчення і яка була реакцією системи освіти на об'єктивні тенденції формування інформаційного суспільства, бурхливий розвиток ІКТ, їх всебічне впровадження практично у всі сфери життєдіяльності людини. Посиленню впливу цього чинника на характер і темпи розвитку ДО передовсім сприяли особливості і досягнутий рівень розвитку засобів ІКТ, темпи зростання обсягів їх виробництва (персональних комп'ютерів та інших комп'ютерно орієнтованих

засобів навчання, засобів і технологій формування і доступу до електронних інформаційних ресурсів, мережі Інтернет, локальних і корпоративних комп'ютерно-технологічних мереж для транспортування навчальних інформаційних об'єктів) при одночасному поступовому і невпинному зниженні вартості як самих засобів ІКТ (найперше, засобів індивідуального користування), так і вартості телекомунікаційних послуг. Зазначені особливості процесу інформатизації освіти забезпечили формування комп'ютерно-технологічної платформи ДО як засобу практичної реалізації в системі освіти принципів відкритої освіти.

Таким чином, обидва із зазначених чинників є взаємообумовленими, спираються і передбачають один одного.

Розвиток ДО в Україні пов'язаний з іменами таких відомих вчених, педагогів та організаторів освіти і науки, як В. Ю. Биков, В. І. Гриценко, І. М. Дубинський, М. З. Згуровський, С. А. Калашникова, В. Г. Кремень, С. П. Кудрявцева, В. М. Кухаренко, В. І. Луговий, І. Г. Мілюкова, Н. В. Морзе, В. В. Олійник, П. В. Стефаненко та ін.

1.3.2. Основні означення

Дистанційна освіта є перспективним сучасним механізмом і інструментом досягнення цілей освіти на сучасному етапі її розвитку. Це відносно новий розділ знань і практики, де понятійний апарат ще остаточно не визначився. Тому наведемо тлумачення основних категорій дистанційного навчання та освіти й визначимо їх співвідношення.

Зауважимо, що поняття відкрита освіта і дистанційна освіта є самостійними категоріями. Непоодинокі випадки, однак, коли ці поняття як у вітчизняних, так і в закордонних джерелах змістовно не розрізняються, отождожуються і/або визначаються одне через інше.

Для більш чіткого розмежування цих понять, визначення специфіки побудови і сфер застосування різних типів моделей відкритої освіти, що представляють ці поняття, розглянемо це питання більш детально з позицій системного і задачного підходів.

Б. Шуневич зазначає, що «відкрита освіта – це *технологія навчання*, яка побудована так, щоб навчання проходило гнучким способом, незалежно від географічної віддаленості студента від освітнього закладу, його соціальних і тимчасових обмежень. Це *індивідуальний підхід до навчання*, орієнтований на здійснення навчання кожного студента за індивідуальним планом. Відкрите навчання може включати дистанційну або інші форми навчання, а також можливість поєднувати елементи традиційного і самостійного навчання з відповідною формою контролю [426]. Л. Максвел вважає, що відкрите навчання – це *підхід до навчання*, спрямований на студента, за якого усуваються всі бар'єри для забезпечення високого рівня автономності студента в процесі навчання. Дистанційне навчання більш стосується способу подачі курсу навчання, за якого комунікації між викладачами і студентами відбувається на відстані та технологічно опосередкованим є необхідний для навчального процесу двосторонній зв'язок між викладачем і студентом [448а, с. 43].

У термінах теорії задач принципи відкритої освіти (див. розділ 1.2.1) утворюють формувальну частину сукупності задач відкритої освіти, її концептуальну модель, що відображає нову освітню парадигму, описує систему загальних цілей, обмежень, механізмів та інструментів сучасного етапу її розвитку. Однак ця освітня парадигма і ці загальні цілі не відображають суттєвих особливостей реалізації

відкритого освітнього процесу в навчальному середовищі, де цей процес здійснюється. Тобто, тільки декларація принципів відкритої освіти не є достатньою для практичної реалізації освітніх систем, що спираються на принципи відкритої освіти і застосовують їх на практиці.

Дистанційна освіта спирається на принципи відкритої освіти, забезпечує їх реалізацію і в термінах теорії задач утворює розв'язувальну частину сукупності задач відкритої освіти. Моделі систем дистанційної освіти як раз відображають суттєві сторони реалізації принципів відкритої освіти в конкретному навчальному середовищі. Ці моделі є забезпечувальними моделями відкритої освіти, які суттєво відрізняються від моделей, що відображають розв'язувальну частину освітньої задачі в традиційних системах, де принципи відкритої освіти не реалізуються або реалізуються частково.

Тобто, певна система дистанційної освіти – це одна з можливих моделей реалізації відкритої освіти, що відображає специфіку здійснення відкритого освітнього процесу у навчальному середовищі конкретної відкритої педагогічної системи, конкретного навчального закладу. Сукупність моделей систем дистанційної освіти, таким чином, можна розглядати як подальшу деталізацію концептуальної моделі відкритої освіти, що відображає певну реалізацію принципів відкритої освіти в конкретному середовищі систем дистанційної освіти. Або, що є тим самим, моделі відкритої освіти є деяким узагальненням сукупності моделей систем дистанційної освіти, в яких не відображаються особливості реалізації принципів відкритої освіти в конкретному навчальному середовищі. Тому, в загальному випадку, принципам відкритої освіти може відповідати множина моделей дистанційної освіти – множина реалізацій моделей відкритої освіти.

Окремо зазначимо, що принципи відкритої освіти в тому чи іншому неповному обсязі можуть реалізовуватись і в недистанційних системах освіти.

Одночасно можна сказати, що принципи відкритої освіти і системи дистанційної освіти об'єднує те, що як самі принципи, так і конкретні системи дистанційної освіти відображають відповідні моделі відкритої освіти (моделі, що відображають функціональний аспект і аспект реалізації єдиної освітньої задачі). В цих моделях відображаються як цілі і специфіка освітньої галузі та освітнього процесу, так і особливості конкретного середовища, в якому він розгортається. Суттєва ж різниця між цими моделями полягає в різній глибині їх подання. Для конкретної освітньої системи – це різні моделі однієї освітньої задачі.

Враховуючи таке розуміння понять «відкрита і дистанційна освіта» перейдемо до розгляду понять «дистанційна освіта» і «дистанційне навчання».

У літературі, присвяченій проблемам відкритої освіти і ДО, наводяться численні, в цілому несхожі, означення ДО [6, 7, 8, 9, 54, 58, 67, 124, 125, 181, 185, 186, 191, 201, 215, 219, 222, 242, 251, 255, 258, 259, 279, 293, 315, 332, 381, 411, 413, 424, 427, 443, 445, 446, 452, 453]. Це, з одного боку, є ознакою багатогранності і масштабності цього явища, а з іншого – вказує на те, що предмет і об'єкт ДО, її понятійний апарат ще не до кінця визначився.

Спираючись на відомі означення ДО, можна виділити такі характерні риси цієї багатовимірної категорії:

1. ДО є однією з форм здобуття неперервної освіти, що покликана реалізувати права людини на освіту й одержання відомостей; ця форма освіти існує і буде існувати поряд з традиційними формами освіти – очною, очно-заочною і вечірньою, і є результатом узагальнення, модифікації і розвитку цих форм освіти.

2. Дистанційне навчання – універсальна, синтетична, інтегральна, гуманістична форма навчання, на основі якої створюються умови для тих, хто навчається, щодо вільного вибору складу навчальних дисциплін, викладацького складу кожної дисципліни та конкретного навчального закладу; ця форма освіти адаптивна щодо базового рівня знань і конкретних цілей навчання тих, хто навчаються.

3. Дистанційне навчання – це технологія, що ґрунтується на принципах відкритої освіти, в якій широко використовуються комп'ютерні навчальні програми різного призначення та створюється за допомогою сучасних телекомунікацій інформаційне освітнє середовище для постачання навчальних матеріалів та спілкування.

4. ДО орієнтована на посилення активної ролі тих, хто навчається, у власній освіті: у постановці освітніх цілей, виборі домінантних напрямів, форм і темпів навчання в різноманітних освітніх сферах.

5. ДО характеризують більш комфортні, порівняно з традиційними, умови для творчого самовираження учнів, можливість демонстрації учнями продуктів своєї творчої діяльності для всіх бажаних, широкі експертні можливості оцінки творчих досягнень тих, хто навчається; за цією формою освіти забезпечується збільшення евристичної складової навчального процесу завдяки застосуванню інтерактивних форм занять та мультимедійних навчальних програм.

6. ДО повинна відповідати національним, а, за можливості, і міжнародним освітнім стандартам; на основі цієї форми освіти значною мірою забезпечується інтернаціоналізація освіти не тільки за змістом, а й за організаційними формами і методиками навчання;

7. ДО – це комплекс освітніх послуг, які можуть надаватися широким верствам населення в країні і за рубежом за допомогою спеціалізованого інформаційного освітнього середовища, яке базується на засобах обміну навчальними матеріалами на відстані (супутникове телебачення, радіо, комп'ютерний зв'язок тощо).

8. За дистанційного навчання основу навчального процесу становить цілеспрямована і контрольована педагогами і організаторами освіти інтенсивна самостійна робота тих, хто навчається.

9. За дистанційного навчання суб'єкти навчання мають можливість здійснювати спільну навчальну діяльність у зручному для себе місці, за попередньо узгодженими формою і індивідуальним інтервальним графіком взаємодії в часі.

10. За дистанційного навчання організований за певними темпами, предметами, програмами навчальний процес передбачає обмін інформаційними ресурсами між студентами і викладачами, а також між самими студентами. При цьому використовуються максимальною мірою сучасні засоби ІКТ і засоби масових комунікацій – факс, радіо, телебачення, в тому числі кабельне, а також аудіо-, теле- і відеоконференції, засоби мультимедіа і гіпермедіа, комп'ютерні комунікації.

11. Дистанційне навчання передбачає, що індивідуальний процес передання і засвоєння знань, умінь, навичок і способів пізнавальної діяльності людини відбувається за опосередкованої взаємодії віддалених один від одного учасників навчання у спеціалізованому середовищі, яке створене на основі сучасних психолого-педагогічних технологій та ІКТ.

12. Дистанційний навчальний процес здійснюється на основі специфічної педагогічної системи, компонентами якої є підсистеми: цілей навчання, змісту навчання, методів навчання, засобів навчання, організаційних форм навчання, ідентифікаційно-контролююча, навчально-матеріальна, фінансово-економічна, нормативно-правова, маркетингова.

13. Інформаційно-освітнє середовище дистанційного навчання (ДН) є системно організованою сукупністю традиційних і комп'ютерно орієнтованих засобів навчання, засобів комунікацій і передавання даних, протоколів взаємодії, систем мультимедіа, ІКТ, інформаційних ресурсів, системного апаратно-програмного та організаційно-методичного забезпечення, що орієнтовані на задоволення освітніх потреб користувачів ДН; використання сучасних засобів телекомунікацій і електронних видань дозволяє усунути значну частину недоліків традиційних форм навчання, зберігаючи при цьому майже всі їх надбання і переваги.

14. Ті, хто навчається, мають можливості самі здобувати необхідні знання, користуючись інформаційними ресурсами, сучасними ІКТ. Інформаційні ресурси – бази даних і знань, комп'ютерні, в тому числі мультимедіа, системи навчального призначення, відео- і аудіозаписи, електронні бібліотеки, разом з традиційними підручниками і методичними посібниками, є основою розподіленого навчального середовища, доступного широкій аудиторії користувачів.

Семантичний аналіз наукової термінології з дистанційного навчання проведений в [407].

Аналізуючи і узагальнюючи наведені вище означення поняття ДО, введемо два можливих означення поняття *дистанційної освіти* (ДО), які залежать від конкретного аспекту розгляду.

По-перше, система ДО – різновид освітньої системи, в якій переважно використовуються дистанційні технології навчання та організації освітнього процесу.

По-друге, ДО – одна з форм здобуття освіти, за якою опанування того або іншого її рівня за тією або іншою спеціальністю (напрямом підготовки, перепідготовки або підвищення кваліфікації) здійснюється в процесі дистанційного навчання.

Дистанційне навчання (ДН) – форма організації і реалізації навчально-виховного процесу, за якою його учасники (суб'єкти навчання) здійснюють навчальну взаємодію принципово і переважно екстериторіально (тобто, на відстані, коли учень і викладач фізично відокремлені відстанню, яка не дозволяє і не передбачає безпосередню навчальну взаємодію учасників віч-на-віч, інакше кажучи, коли учасники територіально перебуває поза меж можливої безпосередньої навчальної взаємодії і коли у процесі навчання їх особиста присутність у певних навчальних приміщеннях навчального закладу не є обов'язковою, а систематичне відвідування занять не передбачається).

На етапі організації ДН окремі елементи взаємодії учасників і організаторів навчально-виховного процесу розносяться і розподіляються у часі в межах попередньо встановлених та узгоджених тривалості і терміну – графіка взаємодії (плану організації навчання). При цьому, навчальна взаємодія може здійснюватись як *синхронно* у часі, коли взаємодія учасників здійснюється в один і той самий час (наближено до організації навчання за очною формою), так і *асинхронно* у часі, коли не вимагається і не передбачається одночасна участь учасників під час здійснення їх навчальної взаємодії (наближено до організації навчання за заочною формою).

Залежно від характеру організації навчальних комунікацій між учасниками навчально-виховного процесу та організаторами освіти і способу побудови комунікаційного каналу навчального середовища (транспортної системи постачання навчальних матеріалів) розрізняють традиційне ДН (заочна форма навчання) і електронне ДН (е-дистанційна форма навчання).

Традиційне ДН – різновид ДН, за яким учасники і організатори навчального процесу здійснюють взаємодію переважно асинхронно у часі, значною мірою ви-

користовуючи як транспортну систему постачання навчальних матеріалів та інших інформаційних об'єктів системи поштового, телефонного або телеграфного зв'язку.

Е-дистанційне навчання – різновид ДН, за яким учасники і організатори навчального процесу здійснюють переважно індивідуалізовану взаємодію як асинхронно, так і синхронно у часі, переважно і принципово використовуючи електронні транспортні системи постачання навчальних матеріалів та інших інформаційних об'єктів, комп'ютерні мережі Інтернет/Інтранет, ІКТ.

Особливості будови і реальні можливості використання сучасних мережних систем е-ДН (порівняно з іншими сучасними формами організації і реалізації навчально-виховного процесу) найбільш повно відповідають концептуальним положенням відкритої освіти, виявляються «найбільш пристосованими» для реалізації її основних принципів. З урахуванням цих особливостей наведемо означення електронної ДО (е-ДО) – терміна, який часто помилково використовується на практиці як синонімом е-ДН.

Система електронної ДО (е-ДО) – різновид освітньої системи, в якій навчально-виховний процес переважно підтримується через використання технологій е-ДН, а організація освітнього процесу відповідає принципам відкритої освіти.

Іноді у вітчизняній і, особливо, у зарубіжній літературі системи мережного е-ДН називають також системами чи мережами розподіленого навчання (Distributed Learning Network, Distributed Learning System) або просто розподіленим навчанням (Distributed Learning). Часто ці терміни використовуються як синоніми навіть у межах єдиного тексту.

Непоодинокі випадки, коли на практиці в межах єдиного навчального плану і навчально-виховного процесу різні форми здобуття освіти поєднуються між собою у тих чи інших пропорціях (використовуються, наприклад, очно-дистанційна, вечірньо-дистанційна форми навчання та ін.). Такий підхід надає можливість раціонально організувати навчально-виховний процес (з точки зору досягнення високої якості освіти), використовуючи такі форми навчання на тих або інших його етапах, які виявляються найбільш доцільними з педагогічної точки зору на кожному з них і дозволяють найкращим чином поєднати і збалансувати наявні можливості навчального закладу (насамперед, врахувати обмеження ресурсного характеру) і можливості (бажання) тих, хто навчається.

1.3.3. Просторово-технологічні відмінності традиційного та е-дистанційного навчання

Основними просторово-технологічними відрізняльними ознаками традиційного та е-дистанційного навчання є:

- специфіка будови і використання технологічної платформи організації транспортування навчальних матеріалів (транспортної системи навчальних комунікацій – постачання навчальних матеріалів та інших інформаційних об'єктів);
- специфіка організації інтерактивної взаємодії учасників навчального процесу (характер організації і здійснення взаємодії у часі – асинхронний і синхронний режими, і просторі – просторова екстериторіальність місцезнаходження суб'єктів навчання та організаторів навчального процесу);
- специфіка будови і використання індивідуальних засобів і технологій навчання учасників навчального процесу;

- специфіка будови і використання засобів і технологій системного захисту інформаційних повідомлень (аудіо-, відео-, факсимільних та на паперових носіях);
 - специфіка використання інформаційних джерел навчального призначення (за формою і характером доступу до навчального інформаційного простору);
 - специфіка використання ІКТ (за характером, обсягом та спрямуванням).
- Основні просторово-технологічні відмінності традиційного та е-дистанційного навчання наведені в таблицях 1.3.3-1, 1.3.3-2 і 1.3.3-3.

Таблиця 1.3.3-1

Основні просторово-технологічні відмінності традиційного та е-дистанційного навчання

Особливості (принципові відмінності – переважне і принципове використання)	Традиційне дистанційне навчання	Е-дистанційне навчання
Технологічна платформа організації транспортування навчальних матеріалів	Традиційні мережі зв'язку Поштова Телефонна	Комп'ютерні мережі Стаціонарні Мобільні Телеграфна
Характер організації інтерактивної взаємодії учасників навчального процесу	Обмежено гнучкий в часі Асинхронний Синхронний	Гнучкий в часі Асинхронний Синхронний Поглиблено індивідуалізований Колективний

Таблиця 1.3.3-2

Основні просторово-технологічні відмінності традиційного та е-дистанційного навчання

Особливості (принципові відмінності – переважне і принципове використання)	Традиційне дистанційне навчання	Е-дистанційне навчання
Індивідуальні засоби і технології навчання учасників навчального процесу	Комп'ютер Медіа Засоби стаціонарного і мобільного комп'ютерного зв'язку Факс	Пошта Телефон Телеграф ІКТ

Особливості (принципові відмінності – переважне і принципове використання)	Традиційне дистанційне навчання	Е-дистанційне навчання	
Засоби і технології захисту повідомлень (аудіо-, відео-, факсимільних та на паперових носіях)	У традиційних мережах комунікацій для стаціонарних засобів і мереж зв'язку	У традиційних мережах комунікацій	У комп'ютерних мережах комунікацій
		Для стаціонарних засобів і мереж зв'язку	Для мобільних засобів і мереж зв'язку

Таблиця 1.3.3-3

Основні просторово-технологічні відмінності традиційного та е-дистанційного навчання

Особливості (принципові відмінності – переважне і принципове використання)		Традиційне дистанційне навчання	Е-дистанційне навчання
Інформаційні джерела навчального призначення	Форма	Паперова	Електронна
	Доступ до навчального інформаційного простору	Обмежений	Необмежений
Використання інформаційних і комунікаційних технологій	Характер використання	Локальний, локально-мережний	Локальний, локально-мережний, глобально-мережний
	Обсяг використання ресурсів	Обмежений	Необмежений
	Спрямованість використання	Предметно спрямоване	Предметно і позапредметно спрямоване

1.3.4. Специфічні якісні властивості систем дистанційної освіти і навчання

Спираючись на характерні риси е-ДО (див. розділ 1.3.2), можна вказати на такі її специфічні якісні властивості, що відображають принципи відкритої освіти (див. розділ 1.2.1):

1. *Гнучкість та адаптивність навчального процесу до потреб і можливостей учнів.* Ті, хто навчається, в основному, не відвідують регулярних занять, організованих за традиційною формою (лекцій, семінарів тощо), а працюють у зручний (як для викладача, так і для учня) для такої роботи час у зручному місці й у зручному темпі, що надає великі переваги для тих, хто не може або не хоче порушити своє звичне, активне особисте і суспільне життя (наприклад, здобути, продовжити освіту без відриву від виробництва, навчатись у певному навчальному закладі, у певного педагога,

вченого, коли реальні можливості для цього відсутні, тощо). Взаємодія викладача і учня в часі може здійснюватися переважно в асинхронному режимі.

Отримання післядипломної е-ДО (друга освіта, перепідготовка і підвищення кваліфікації) формально не потребує якогось попереднього освітнього цензу. Для кожного учня може бути створений індивідуальний навчальний план, який за рахунок індивідуальної диференціації навчальних модулів адаптується до базового рівня знань, спрямованості попередньої освіти, а також конкретних цілей навчання кожного учня. Цей план погоджується з координатором програми (у навчальному плані, зазвичай, відображаються основні теми-модулі, що вивчаються, терміни їх вивчення, дати виконання контрольних заходів і форми звітності). За часом, кожен може навчатися стільки, скільки йому особисто необхідно і потрібно для засвоєння предмета й одержання необхідних заліків з обраних навчальних курсів.

2. *Модульність побудови навчальних програм.* В основу програм ДН покладено модульний принцип. Оволодіння кожним окремим навчальним курсом створює цілісне уявлення про певну предметну галузь. Це створює можливість з переліку незалежних курсів-модулів формувати навчальну програму, що відповідає індивідуальним або груповим (наприклад, для персоналу окремої організації) потребам тих, хто навчається, враховувати вимоги корпоративної культури тощо. Програма ДН може включати окремі навчальні курси-модулі, а окремі курси – навчальні теми-модулі, вивчення яких може проводитись у послідовності, в яких, з одного боку, не порушуються закладені дидактичні підходи, а з іншого – яка задовольняє учня.

3. *Нова роль викладача.* При е-ДН спектр функцій, які виконує викладач (якого називають тьютором) змінюється: деякі відомі функції (які притаманні і традиційним формам навчання) стають домінуючими (наприклад, координація навчально-пізнавального процесу, коригування курсу, який вивчається, керівництво навчальними проєктами, перевірка поточних завдань тощо), а деякі – виникають як нові (наприклад, консультивання при складанні індивідуального навчального плану, управління навчальними групами взаємопідтримки, допомога учням у їх професійному самовизначенні, префільтрація мережних електронних джерел навчальних матеріалів, підготовка віртуальних навчальних ситуаційних завдань тощо) [259, 442]. Перед педагогічним персоналом і організаторами е-ДО ставиться завдання навчити учня навчатися, сформувати у нього методологічний фундамент і сучасні технологічні прийоми навчання впродовж усього життя. «Перехід від нормативного до відкритого навчання загострив проблеми професійної підготовки педагогів до впровадження педагогічних технологій» [368, с. 662].

4. *Спеціалізовані форми контролю якості навчальних досягнень.* У системах е-ДН поряд з традиційними формами контролю якості наявної та здобутої учнями освіти (підсумковий, як правило, письмовий або усний іспит з теми, модуля, інші традиційні заходи, пов'язані, наприклад, з наданням відповідної освітньо-професійної кваліфікації) переважно застосовуються дистанційні форми такої роботи (співбесіди, практичні, курсові і проєктні роботи, екстернат, робота в середовищі комп'ютерних інтелектуальних тестових систем тощо). Причому, «перевірці підлягають не суто інформаційні результати навчання, а діяльність, що характеризує внутрішні освітні припущення у студентів» [258].

При е-ДН сам учень стає важливою контролюючою ланкою процесу навчання, регулярно і послідовно застосовуючи засоби (системи дистанційного оцінювання тощо) та інструменти (питальники для самоконтролю, тестові завдання тощо) оцінювання рівня своїх поточних і підсумкових навчальних досягнень.

Системи е-ДН можуть включати до свого складу системи та інструменти психологічного тестування, завдяки яким учні можуть дізнатись про себе багато нового (і на цій підставі коригувати, наприклад, свій навчальний стиль, свої окремі професійно значущі риси характеру тощо), а тьютори – виробляти і застосовувати індивідуалізовані педагогічні підходи і стратегії навчання.

Нормативною базою підсистем е-ДН, на основі яких забезпечуються контрольні функції, є державні освітньо-професійні стандарти, а також визнані на національному рівні вимоги міжнародних освітніх систем.

5. Використання електрошнурових комунікаційних технологій підтримки взаємодії суб'єктів е-ДН.

Визначальною технологічною ланкою в системах ДО є технології телекомунікацій та їх транспортна основа. Ці технології використовуються для забезпечення навчального процесу: необхідними навчально-методичними матеріалами; зворотним зв'язком між викладачем і тими, хто навчається; обміном управлінськими даними в межах системи ДО; виходом у міжнародні інформаційні мережі, а також для під'єднання до систем ДО широкого кола користувачів, у тому числі закордонних.

У системах ДО використовуються спеціальні комунікаційні технології (електронні і неелектронні) підтримки взаємодії суб'єктів процесу е-ДН: учасників (учень–викладач, учні–викладач, учень–учні) і організаторів навчального процесу (координаторів навчальних курсів та адміністраторів систем е-ДН; персоналу, що здійснює методичну і технічну підтримку курсів; кураторів курсів, що відповідають за практичну частину курсів та роботу учнів з різними інформаційними і методичними матеріалами).

Серед таких технологій набули поширення: кейс-технології, що базуються на пакетах (переважно на паперових носіях) навчальних матеріалів для самостійного вивчення та контрольних завдань і тестах для самоконтролю; радіо і телевізійні технології, що базуються на відкритих (загального користування) і замкнених (корпоративного користування) аудіо-відеосистемах із зворотним зв'язком (через телефонну, радіо, телевізійну або супутникову мережу, за допомогою теле- або радіопрограм), що базуються на системах забезпечення двостороннього або багатостороннього аудіо-, відеозв'язку на значних відстанях; електронні мережні технології (мережне е-ДН), що базуються на широкому використанні комп'ютерних і телекомунікаційних систем (технології клієнт-сервер; в цьому контексті: сервер – центральний комп'ютер групи комп'ютерів, що об'єднані у мережу, клієнт – комп'ютер робочого місця учня); комбіновані технології – є поєднанням двох або більшого числа попередніх.

Окремо наголосимо на необхідності забезпечення в системах е-ДН інтерактивного навчання, яке є важливою складовою сучасного навчального процесу, суттєво впливає на якість освіти. «Інтерактивне навчання – співнавчання, взаємонавчання (колективне, групове, навчання у співпраці), де вчитель і учень є рівнозначними, рівноправними суб'єктами навчання, розуміють, що вони роблять, рефлексують з приводу того, що вони знають, вміють і здійснюють. Учасники інтерактивного навчання здатні вести обговорення, ділитися здобутками, співпрацювати, а також самостійно розробляти навчальні матеріали. Інтерактивне навчання заохочує учнів вирішувати складні актуальні проблеми. Вони вивчають, роблять висновки, інтерпретують та синтезують навчальні матеріали різними способами. Таке навчання посилює внутрішнє бажання учнів навчатися, їх можливості виконувати важливу роботу та їх потребу в тому, щоб їх роботі було віддане належне. Коли учні мають можливість контролювати власний процес навчання, його значення зростає.

Можливості робити вибір та співпрацювати з іншими учнями посилює їх мотивацію. Результатом стає не тільки засвоєння учнями знань, а й зміни його власного стану, міра просування його в оволодінні предметних умінь і навичок щодо попередніх досягнень. Організація інтерактивного навчання передбачає використання рольових ігор, опрацювання дискусійних питань, моделювання життєвих ситуацій, спільне вирішення проблеми на основі аналізу обставин та відповідної ситуації» [342].

У техніко-технологічному аспекті організація інтерактивного навчання передбачає забезпечення електронних комунікацій учасників навчально-виховного процесу на основі комп'ютерно-технологічної складової систем е-ДН. Актуальність забезпечення таких комунікацій зумовлена також потребою розвитку в процесі е-ДН мовної культури учнів, що є не тільки обов'язковою умовою здійснення інтерактивного навчання, а й важливою складовою загальноосвітньої і професійної культури людини, характеристикою сучасної різнобічно розвиненої людини.

Розвиток мовної культури учнів передбачає, зокрема, використання в навчально-виховному процесі інформаційних ресурсів, засобів і технологій глобального освітнього простору, єдиного інформаційного освітнього простору, застосовуючи які, учні залучаються до додаткових електронних джерел навчальних відомостей, поглиблено опановують національну і світову культуру, найсучасніші досягнення науково-технічного прогресу.

Для формування в учнів вмінь і навичок спілкування в комп'ютерно орієнтованих педагогічних системах (ПС) на основі використання засобів електронних комунікацій (електронної пошти, чат, електронних конференцій, електронних дощок тощо) підтримується взаємодія учасників навчально-виховного процесу у формі дво- і багатосторонніх електронних текстово-графічних повідомлень. Для розвитку в учнів мовної культури на основі цих повідомлень забезпечується навчання за певними дидактичними елементами ПС (письмові дискусії, диктанти, твори, тексти виступів, реферати, анотації, письмові переклади тощо).

Поряд з вмінням людини читати і писати визначальними складовими комунікативної складової мовної культури людини є її вміння говорити і слухати, здійснювати усне спілкування, що визначається її здатністю до якісного усного спілкування як у процесі навчання, так і під час її подальшої професійної діяльності і повсякденного життя. Для формування компетентностей усного спілкування в процесі навчання учень повинен навчитися правильно висловлювати свої думки, сприймати на слух і усвідомлювати отримані повідомлення, додержуватись етичних правил спілкування. При усному спілкуванні у людини розвивається здатність мислити, реагувати на інформаційні повідомлення партнера значно швидше, ніж це можливо за текстово-графічної форми спілкування. Розвиток цих здібностей учня є дуже важливим практичним результатом навчання.

Формування і розвиток мовної культури учнів тільки у межах спеціальних навчальних предметів (наприклад, з риторики, рідної, ділової чи іноземної мови), намагання вирішити цю проблему тільки за рахунок підвищення часу, що виділяється в навчальних планах на викладання мовних дисциплін (є, на жаль, досить поширеним підходом до розв'язання цієї проблеми з боку викладачів і організаторів освіти), є шляхом недостатньо ефективним, оскільки не вирішує цю проблему необхідною мірою, особливо в сфері професійної мовної культури учня. Ця культура повинна формуватись і розвиватись у межах переважної більшості навчальних предметів, що вивчаються впродовж всього терміну навчання учня у навчальному закладі.

Для розвитку мовних компетентностей учнів у навчальному процесі, що забезпечується засобами і технологіями е-дистанційних ПС, має обов'язково передбачатися (при вивченні кожного предмета) інтерактивна взаємодія учасників навчального процесу. Така взаємодія повинна відображатися в методиках навчання та активно використовуватися в практиці як усного, так і текстово-графічного спілкування учасників навчально-виховного процесу, зокрема для забезпечення інтерактивного навчання.

На жаль, суттєвим недоліком засобів і технологій НС, на основі яких базується переважна більшість сучасних вітчизняних і деяких закордонних е-дистанційних ПС, є відсутність можливості здійснювати учасниками навчального процесу повноцінної взаємодії в реальному часі, використовуючи звук і зображення (статичні і динамічні). Водночас, на основі сучасних засобів та ІКТ, що підтримують дистанційний навчальний процес, сьогодні вже можна забезпечити транспортування аудіо- і відеонавчальних матеріалів у реальному часі. І якщо забезпечення відеокommunікацій в реальному часі сьогодні є можливою (з техніко-технологічно боку), але ще досить коштовною справою, підтримка аудіокommunікацій є справою і інженерно забезпеченою і фінансово доступною як для переважної більшості індивідуальних користувачів е-дистанційних ПС, так і для навчальних закладів, що пропонують і здійснюють е-дистанційне навчання.

У свою чергу, проєктувальники е-дистанційних ПС повинні передбачати, а викладачі – активно використовувати наявні можливості засобів і технологій, на основі яких підтримуються в реальному часі навчальні комунікації, широко застосовувати в навчальному процесі інтерактивні технології навчання. Такий підхід дозволить суттєво розширити дидактичні можливості е-дистанційних ПС, відкрити нові шляхи розвитку мовної культури учнів.

У мережному е-ДН як базові виступають ІКТ. На основі методів і засобів ІКТ забезпечуються як комунікації для забезпечення асинхронної (оф-лайн) взаємодії між учасниками навчально-виховного процесу (передаванні знаково-символьних, текстових і графічних повідомлень: електронна пошта, www-дошка, списки розсилання); так і комунікації для забезпечення їх синхронної взаємодії (чат комунікації та комунікації в реальному часі для передавання динамічних навчальних інформаційних матеріалів – аудіо- і відеокommunікації в реальному часі, інтерактивне аудіо-відео, www-пошук засобами Інтернет).

Широке використання в мережному е-ДН базової технології електронних комунікацій вимагає відповідної попередньої підготовки як учнів, так і працівників систем е-ДО в напрямі використання ІКТ, передбачає практичне володіння ними основними режимами роботи на персональному комп'ютері, необхідними процедурами електронної взаємодії у комп'ютерних мережах Інтернет/Інтранет. Крім того, викладачі, психологи, методисти і тьютори, які супроводжують процес ДН, мають володіти як сучасними знаннями з певного навчального предмета, так і методами й засобами організації і проведення е-ДН. Тому специфіка е-ДН вимагає спеціальної підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації цієї категорії працівників освіти.

6. Використання спеціалізованих засобів навчання.

У системах е-ДН, як найбільш сучасних освітніх системах, використовуються засоби навчання, в яких відображаються останні досягненням світової науки і техніки. Оскільки системи е-ДН є техніко орієнтованими системами, в них передбача-

ється використання значно ширшого спектру засобів навчання та їх комбінацій, ніж це має місце в традиційних освітніх системах.

До цього спектра входять (окрім, безумовно, самих персональних комп'ютерів з їх периферійними засобами) як традиційні засоби навчання – друковані видання на паперових носіях, так і комп'ютерно орієнтовані засоби навчання: електронні видання на магнітних і лазерних дисках, флеш-пристроях та інших спеціальних пристроях; комп'ютерні навчальні системи в звичайному і мультимедійному варіантах; аудіо, відео та аудіо-відео навчально-інформаційні матеріали; телевізійні передачі; лабораторні автоматизовані дистанційні практикуми; програми-тренажери; програми моделювання об'єктів і процесів; дидактичні матеріали на основі експертних і геоінформаційних навчальних систем; локальні та мережні електронні інформаційні ресурси (у тому числі гіпертекстові), бази даних і знань та електронні бібліотеки з віддаленим доступом тощо.

Упорядкована е-дистанційними педагогічними технологіями сукупність засобів навчання утворює інформаційну і матеріальну складові розподіленого навчального середовища систем е-ДН.

Прогрес у сфері виробництва нових комп'ютерно орієнтованих засобів навчання та їх обслуговування примусить навчальні заклади, що застосовують традиційні педагогічні технології, використовувати нові технології і засоби у своїй освітній діяльності. Це буде об'єктивною передумовою їх поступового, але неухильного переходу до ІКТ орієнтованих технологій навчання, стане запорукою їх конкурентоспроможності на ринку освітніх послуг.

7. Використання спеціалізованих програмних засобів автоматизованої підтримки технологій е-ДН.

Специфіка організації взаємодії суб'єктів процесу е-ДН (учнів, тьюторів, організаторів е-дистанційного курсу, персоналу, що відповідає в навчальному закладі за загальну організацію е-ДН учнів за повними навчальними програмами), а також складність забезпечення якісного управління е-ДН при значній чисельності учнів спричинили необхідність створення і застосування в системах мережного е-ДН спеціальних програмних засобів автоматизованої підтримки дистанційного навчального процесу – так званих інформаційних систем е-ДН (ІСДН). За допомогою цих засобів програмно відтворюються і на рівні баз даних інтегруються моделі функцій, що пов'язані з підтримкою е-ДН. На основі цих моделей всім суб'єктам процесу е-ДН надається весь спектр автоматизованих сервісів, що необхідний для організації та управління навчальним процесом у комп'ютерних мережах (див. розділ 1.2.6).

Серед досить великого (десятки найменувань) переліку ІСДН, що застосовуються у світовій практиці мережного е-ДН, найбільшого поширення набули такі системи: Learning Space, WebCT, Прометей, First Class, VLE та деякі інші. Як правило, до функціонального складу зазначених ІСДН входять також спеціальні програмні засоби автоматизації підготовки дистанційних навчальних курсів (конструктори курсів) і формування тестових завдань, в яких відображаються відповідні елементи типових процедур педагогічного проектування, кваліметричних вимірювань і унормовані моделі подання веб-елементу дистанційного курсу, а також використовуються наявні у певній ІСДН програмні засоби управління базами даних та електронних комунікації. Серед програмних продуктів для забезпечення таких функцій слід назвати, наприклад, продукти Lesson Pro, Forum98, а також програмні пакети Microsoft Frontpage і HM-Card.

8. Використання спеціалізованих форм організації навчальної діяльності та ІКТ орієнтованих педагогічних технологій.

У процесі мережного е-ДН переважно використовуються такі форми організації навчальної діяльності: спрямоване навчання (directed study), що орієнтоване на самоосвіту учня, кероване навчання (instructor-led learning), яке здійснюється під керівництвом викладача (тьютора). Ці форми організації навчальної діяльності можуть застосовуватись як самостійно, так і у поєднанні одна з одною.

Спрямоване навчання передбачає, що учень має самостійно опанувати погоджену (або рекомендовану) з навчальним закладом навчальну програму і після завершення навчання скласти передбачені програмою іспити (дати відповіді на контрольні запитання з певної теми, скласти заліки тощо). По суті, це спрямована, упорядкована і контрольована педагогами та організаторами освіти інтенсивна самостійна робота тих, хто навчається. За цією формою поточний контроль і оцінювання рівня навчальних досягнень здійснює сам учень, а рубіжний і завершальний контроль здійснює викладач.

Спрямованість такої форми організації навчальної діяльності полягає у тому, що навчальний заклад надсилає учневі (переважно, засобами електронних комунікацій) попередньо дібрані і підготовлені для зручного використання комп'ютерно орієнтовані навчально-методичні матеріали (включаючи структурований план навчання, основний навчальний матеріал у вигляді гіпертекстових електронних посібників, імітаційні програмні засоби для виконання практичних робіт, префільтровані файли навчальних матеріалів з мережних електронних джерел, проблемно орієнтовані навчальні системи з веб-доступом типу «click-to-learn» (натисни що б навчитися), питальники для самоперевірки, тестові завдання для поточного, рубіжного і завершального контролю отриманих знань), а також списки адрес обов'язкових і додаткових електронних мережних джерел навчальних матеріалів.

Висока педагогічна ефективність застосування такої форми організації навчання може бути досягнута тільки у тих випадках, коли учень (який обирає цю форму організації навчання або до якого ця форма застосовується) є (має бути) значною мірою цілеспрямованим (добре знає, які результати він хоче і може отримати після навчання), самомотивованим і самоорганізованим (вміє розподіляти свій час, самостійно і наполегливо працювати, домагатися досягти поставленої цілі тощо). Проте, на практиці ці умови в повному обсязі виконуються досить рідко. Тому педагогічна ефективність застосування такої форми організації навчання, у загальному випадку, є невисокою і «в чистому вигляді» для опанування повною навчальною програмою (особливо складною за змістом і специфікою опанування) ця форма практично не застосовується. Однак така форма може застосовуватись і, зазвичай, досить успішно застосовується при вивченні окремих відносно нескладних навчальних тем або їх фрагментів.

Водночас спрямоване навчання не виключає можливості звернення учнів (переважно засобами асинхронних електронних комунікацій: електронної пошти, голосової пошти, коментарів у системах електронних конференцій тощо) до тьютора або організаторів е-ДН у випадках, коли виникають ускладнення при опануванні навчальної програми (наприклад, з питань щодо роз'яснення змістових елементів навчального матеріалу або організації навчання).

«Керованим навчанням за всіх інших сприятливих умов вважають таке, за якого контролюється і управляється кожний крок у просуванні учня в напрямі вдосконалення знань» [143]. «При цьому викладач одержує відомості про те, як учень на кожному етапі роботи засвоює певні знання або оволодіває певними вміннями

і навичками, за умови, що новий матеріал подається в залежності від результатів засвоєння попереднього. Безумовно, викладач не контролює і не може контролювати процес засвоєння знань і хід розумового розвитку для кожного свого учня в усіх деталях, у будь-який момент часу. Засоби управління навчанням залежать від методу (системи методів), що обрані і застосовуються у кожному конкретному випадку» [258].

За керованого навчання передбачається, що учень опановує погоджену (або рекомендовану) з навчальним закладом навчальну програму переважно під керівництвом викладача (тьютора) і в процесі навчання та після його завершення має скласти передбачені програмою іспити (дати відповіді на контрольні запитання з певної теми, скласти заліки тощо). Ця форма організації е-ДН застосовується при опануванні учнями навчальними програмами, що включають теми, самостійне вивчення яких є досить складним і/або вкрай неефективним (щодо якості отриманих результатів навчання і обсягу витраченого на це часу).

За цією формою організації навчання, як і за спрямованого навчання, навчальний заклад надсилає учневі (переважно, засобами електронних комунікацій) попередньо дібрані і підготовлені для зручного використання комп'ютерно орієнтовані навчально-методичні матеріали, а також списки адрес обов'язкових і додаткових електронних мережних джерел навчальних матеріалів.

Але, на відміну від спрямованого навчання, за керованого навчання, по-перше, як учень, так і викладач, залежно від бажань і наявних потреб, можуть динамічно і цілеспрямовано вносити до навчальної програми погоджені між собою зміни (як за темами, так і за термінами), що, зокрема, дозволяє підтримати в учня інтерес, зберегти його мотивацію до навчання.

По-друге, в процесі е-ДН застосовується широкий спектр ІКТ орієнтованих педагогічних технологій, за допомогою яких забезпечується ефективне вивчення тем практично будь-якої предметної спрямованості і складності та здійснюється формування і розвиток в учнів широкого спектра загальноосвітніх і професійних компетентностей.

По-третє, серед широкого спектра педагогічних технологій, що застосовуються, вагоме місце займають технології, призначені для реалізації групових методів навчання і за якими, зокрема, передбачається попереднє знайомство (засобами електронних комунікацій) учня не тільки з викладачем, а й з іншими учнями віртуальної навчальної групи, а також можливість забезпечення одночасного доступу до навчальних ресурсів всіх тих, хто бере участь у спільному розв'язуванні навчального завдання.

По-четверте, може здійснюватись як адресне електронне парне спілкування між усіма суб'єктами навчальної групи і викладачем, так і спілкування за принципом «кожний з кожним», а самі електронні комунікації мають підтримуватись як в асинхронному, так і у синхронному режимах (спілкування у реальному часі).

По-п'яте, поточний контроль і оцінювання рівня навчальних досягнень учень може здійснювати як самостійно (засоби самоконтролю результатів навчання типово включаються в навчально-методичні матеріали і підтримуються відповідними тестовими технологіями), так і за допомогою інших членів віртуальної навчальної групи (за групових форм навчання) або викладача; рубіжний і завершальний контроль і оцінювання рівня навчальних досягнень, як і за спрямованого навчання, здійснює викладач.

За керованого мереженого е-ДН набули широкого застосування такі сучасні педагогічні технології: навчання у співробітництві, кооперативне навчання, проблемне і ситуаційне навчання, мережний диспут, рецензування; тренувальні, настав-

ницькі, ігрові, імітаційні та моделюючі технології; а також педагогічні технології, в яких реалізуються: метод мозкового штурму, дослідницькі методи, метод проектного навчання, зокрема метод групових телекомунікаційних проектів, тощо.

У практиці мережного е-ДН помітного застосування набув так званий метод спільної роботи в малих групах (*small group collaboration*). У традиційних системах навчання цей метод визначають як неформальне навчання, що має місце при спілкуванні учнів поза плановими заняттями в навчальних закладах (в бібліотеках, позашкільних навчальних закладах, при неформальному обміні досвідом тощо). Педагогічні технології, за допомогою яких підтримують цей метод навчання в системах е-ДН, дістала назву *технології community* (спільноти).

Більшість з перелічених педагогічних технологій є відомою. Ці технології тісно чи іншою мірою застосовувались і застосовуються у традиційних системах навчання. Проте частина з них успішно інтегрувалась у методичні системи е-ДН практично без змін, інші дещо модифіковувались у середовищі ІКТ і завдяки цьому зберегли і навіть підсилили свою педагогічну ефективність. Знайшли своє застосування і такі педагогічні технології, які чекали на свій час – їх найкращі риси виявилися саме в умовах е-ДН.

Зазначені ознаки керованого навчання, досить широкий спектр педагогічних технологій, що застосовуються, суттєво підсилюють можливу педагогічну ефективність керованого навчання порівняно із спрямованим, дозволяють отримати на цій основі більш високі, нові і додаткові результати навчальної діяльності.

З педагогічної точки зору в технологіях е-ДН системно інтегрується більшість відомих методів навчання. Завдяки такій інтеграції, а також широкого застосування ІКТ, які виступають «каталізатором» результативності відомих методів навчання і їх сукупностей, виникають нові – емерджентні властивості технологій е-ДН, що надає і підтримує у системах мережного е-ДН високий освітньо-технологічний рівень.

При цьому, кращі результати е-ДН виявляються тоді, коли спрямоване і кероване навчання раціонально поєднуються між собою в межах однієї навчальної програми, гнучко використовуючи переваги кожної з цих форм під час організації навчання окремих елементів програми (тем, розділів, теоретичних або практичних занять тощо).

При організації навчальної діяльності у формі спрямованого навчання, якщо застосовується такий підхід, перевага надається самостійній роботі учня. Наголос робиться на формуванні в учнів умінь і навичок самонавчання і самовдосконалення, на розвитку у них таких рис особистості, як незалежність, творчість, ініціативність, цілеспрямованість і наполегливість в опануванні освіти. Проте, ця форма не виключає тісного взаємозв'язку учня з тьютором, з іншим персоналом навчального закладу або регіонального центру ДН.

Коли ж навчальна діяльність здійснюється у формі керованого навчання, основна увага приділяється розвитку в учнів пізнавальних навичок, критичного мислення, вміння самостійно конструювати власні знання й орієнтуватися в інформаційному просторі, працювати в колективі, аргументувати свою позицію і відстоювати у навчальній групі власну точку зору тощо. Саме використання цієї форми організації навчальної діяльності надає можливість раціонально поєднувати індивідуальну і колективну роботу учнів, ефективно формувати у них необхідну сукупність життєвих компетентностей.

У навчальних закладах, що забезпечують е-ДН численного контингенту учнів, створюються спеціальні підрозділи, на які покладаються функції загальної органі-

зації та управління процесом е-ДН учнів (навчальні частини, деканати) та інші спеціальні підрозділи, що виконують допоміжні функції із забезпечення е-дистанційного навчального процесу (тиражування і розсилання навчально-методичних матеріалів на електронних носіях, підготовки сертифікаційних документів та рекламних матеріалів тощо).

9. Використання стандартизованих процедур і протоколів взаємодії у мережних системах е-ДН.

Зважаючи на глобальні масштаби і міжнародний, екстериторіальний характер ринку освітніх послуг, який формується на основі багатьох різних систем е-ДН, а також необхідність забезпечення сполученості та узгодженості функціонування і розвитку як окремих систем е-ДН, так і ринку розподіленого навчання у цілому, основні процедури і протоколи взаємодії у мережних системах е-ДН стандартизуються.

Відповідні стандарти дають змогу унормувати інтерфейси, режими і встановити єдиний регламент спільних взаємозв'язків в обумовлених режимах як різних ІСДН між собою, так і їх взаємозв'язків з іншими комп'ютерно орієнтованими інформаційними системами, засоби і ресурси яких використовують у процесі мережного е-ДН. Сукупність зазначених стандартів утворює так званий *профіль систем е-ДН*, який є складовою цих систем і який підтримується та розвивається протягом усього життєвого циклу систем е-ДН.

Стандартизація взаємозв'язків у мережних системах е-ДН, формування його єдиного профілю є необхідною умовою самого існування глобального і відкритого ринку розподіленого навчання, а самі стандарти виступають системоутворювальними інструментами його функціонування і розвитку, дозволяють розглядати цей ринок як єдину систему. Такий підхід, окрім іншого, надає можливість дослідникам мережних систем е-ДН вдосконалювати існуючі стандарти, а розробникам і проєктувальникам ІСДН незалежно і конкурентно розвивати існуючі ІСДН, створювати їх нові версії, будувати їх на нових, більш досконалих внутрішніх принципах, що на рівні свого зовнішнього вияву задовольняють чинним стандартам глобальних систем розподіленого навчання.

Сучасні ІСДН, як спеціалізовані автоматизовані системи, за допомогою яких забезпечується підтримка технологій е-ДН у мережних системах е-ДО, повинні задовольняти таким стандартам:

- стандартам на web-технології: HTML, XML, HTTP, TCP/IP, стеки передавання даних залежно від типу каналів зв'язку;
 - стандартам на обрані послуги мережі Інтернет;
 - стандартам на послуги і протоколи обміну матеріалами електронних бібліотек: форматів каталогів MARC, протоколу Z39.50, протоколу міжбібліотечного обміну повними текстами GED1;
 - стандартам на формати подання навчальних матеріалів;
 - стандартам середовища функціонування, включаючи інструментальні засоби викладача (організації розподіленого телекомунікаційного середовища, стеків його протоколів, подання даних, інтерфейсів прикладного програмування, баз даних);
 - стандартам на формати електронного обміну даними для різних галузей знань.
- Якщо ІСДН функціонує (може функціонувати) як web-ресурс, окрім стандартів, що зазначені вище, ІСДН додатково мають задовольняти таким стандартам:
- стандартам на формати метаданих;
 - стандартам служб каталогів;
 - стандартам найменувань ресурсів.

Рядом інституцій, авторитетних в галузі ІКТ на світовому рівні, розроблені спеціальні стандарти, на основі яких унормовуються і регулюються процеси створення і застосування ІСДН та розвиток єдиного інформаційного простору розподіленого навчання. Найбільш відомими серед таких інституцій є:

- Aviation Industry CBT Committee (AICC). Цим комітетом була розроблена низка стандартів на програмне забезпечення, а також рекомендації (AICC Guidelines & Recommendations – AGR's) щодо застосування on-line курсів комп'ютерно орієнтованих систем навчання (CBT – Computer-Based Training) у середовищі розподіленого навчання, розроблені директиви щодо створення і тестування систем CBT та інших навчальних технологій, зокрема технологій е-ДН. І хоча ці стандарти, рекомендації і директиви були створені для авіаційної галузі, вони були визнані практично усіма розроблювальниками систем CBT у світі.

- Instructional Management System (IMS) – компанія, яка була утворена Global Learning Consortium, до складу якого входять авторитетні у світі навчальні заклади (California State University, George Mason University, University of Michigan та ін.), комерційні фірми, що працюють на ринку ІКТ (Apple Computer, Cisco Systems, IBM Education, Macromedia, Microsoft, Oracle, Sun Microsystems, Blackboard, Click2Learn, iUniverse, WebCT) та урядові організації (U. S. Department of Defense, U. S. Department of Labor, National Institute of Standards and Technology).

- IMS розробляє і поширює відкриті специфікації для підтримки розподіленого навчання, серед яких специфікації: на розміщення та використання навчальних матеріалів, відстеження прогресу учня, на обмін записами про учнів між адміністративними системами тощо.

- Advanced Distributed Learning Network (ADL). Це підрозділ IMS, який був створений (листопад 1997 р.) за ініціатииви Департаменту оборони США (Department of Defense, DoD) та офісу Білого дому з науки та техніки (White House Office of Science and Technology Policy, OSTF) і який фінансується урядом США.

Основними напрямками діяльності ADL є: розробка директив для широкомасштабного створення та впровадження ефективного розподіленого навчання; визначення та підтримка бізнес-моделей та економічних стимулів для покупців та розробників систем розподіленого навчання; організація мережі спільноти покупців систем навчального призначення та заохочення спільної роботи організацій, які розробляють засоби навчання; виявлення технічних проблем, що стримують розвиток навчального призначення систем, ініціювання спільних досліджень та розробка програм, спрямованих на подолання цих проблем; розробка стандартів «Моделі об'єктно-орієнтованого курсу спільного використання» (Sharable Course Object Reference Model, SCORM); поширення досвіду та прискорення розробки нових об'єктно-орієнтованих відкритих середовищ для мережі ADL.

- Institute for Electrical and Electronics Engineering (IEEE) є одною з найбільших у світі організацій з розробки стандартів (Standards Development Organizations, SDO), що акредитована в американському національному інституті стандартів США (American National Standards Institute, ANSI). IEEE, зокрема, є розробником низки стандартів для комп'ютерно орієнтованих систем навчання (Standard for Computer-Based Learning). Компанія IEEE Learning Technology Task Force створює стандарти для «навчальної технології» (Learning Technology). Передбачається, що специфікації, які розроблені AICC, IMS та ADL, будуть об'єднані у єдиному стандарті IEEE.

10. *Створення єдиного інформаційно-освітнього середовища підтримки функціонування і розвитку систем мережного е-ДН.*

Типовою для багатьох країн ситуацією на початковому етапі створення систем мережного е-ДН був неупорядкований, значною мірою спонтанний характер формування таких систем на рівні окремих, насамперед вищих навчальних закладів, коли застосовувалися різні підходи до проектування, неоднорідні програмно-апаратні платформи та інструментальні засоби, непідготовлені проектні команди і на цій основі проєктувалися і впроваджувалися численні фрагменти низькоякісних навчально-методичних продуктів, незавершені і несумісні педагогічні технології та самостворені ІСДН. У великих вищих навчальних закладах, які починають розвивати свої локальні системи мережного е-ДН, така картина спостерігається і тепер навіть на рівні їх окремих факультетів і філій. Безумовно, це суттєво уповільнює прогрес розвитку системи розподіленого навчання, ускладнює формування її визначальних складових, призводить до значних перевитрат коштів, що виділяються на ці цілі і, що головне, суттєво ускладнює навчання тих, хто виявив бажання здобути освіту за е-дистанційною формою. Довготривалість такого стану справи працює на дискредитацію самої ідеї е-ДН як такої.

З метою координації діяльності окремих навчальних закладів, регіональних і загальнодержавної систем освіти, концентрації зусиль провідних навчальних закладів, наукових установ і комерційних структур, що працюють на ринку ІКТ, в напрямі підвищення ефективності розвитку системи мережного е-ДН, поліпшення якості освітніх послуг, що надаються цією системою, має бути створено єдине інформаційно-освітнє середовище, яке забезпечить підтримку функціонування і розвиток великих (національних, корпоративних) систем мережного е-ДН. Це середовище є однією з підсистем єдиного освітнього простору, яка функціонально спеціалізована на розв'язуванні завдань мережного е-ДН. Через таке середовище, з одного боку, мають надаватися окремим навчальним закладам, науковим установам, які працюють у цій сфері науки і освітньої практики, необхідні для такої діяльності стандартизовані інструментальні засоби підтримки і розвитку технологій мережного е-ДН, а з іншого боку, на базі його засобів потрібно здійснити інтеграцію і стандартизацію доступу усіх категорій користувачів до наявних у середовищі розподілених інформаційних ресурсів, забезпечити розвиток цих ресурсів і підтримку їх в актуальному стані.

11. *Економічна ефективність.* З економічної точки зору системи е-ДО, що побудовані на базі переважного використання електронних мережних технологій підтримки взаємодії суб'єктів процесу е-ДН, є найбільш привабливими, порівняно з іншими електронними технологіями, що охарактеризовані вище, оскільки питомі витрати на навчання одного учня у системах е-ДО виявляються найменшими (за середніми світовими оцінками, приблизно вдвічі порівняно з навчанням за традиційними формами), особливо при великій кількості учнів (що є характерним для систем е-ДО, де типово навчаються тисячі, а нерідко десятки-сотні тисяч учнів). Це пояснюється тим, що, з одного боку, значні первинні витрати на створення основних складових систем е-ДО (капітальні витрати на створення інформаційно-комунікаційного програмно-апаратного комплексу, витрати на підготовку персоналу – викладацького, методичного та управлінського, на створення стартового пакету навчально-методичних засобів) є одноразовими, практично незмінними протягом тривалого відрізка часу і практично не залежать від кількості користувачів системи. З іншого боку, подальші поточні витрати на експлуатацію, підтримку і розвиток системи (за рахунок використання більш концентрованого подання та уніфікації

змісту і структури навчального матеріалу, орієнтованості технологій е-ДН на велику кількість тих, хто навчається, більш ефективного використання викладацьких кадрів і матеріально-технічної бази тощо), які в основному залежать від кількості користувачів системи, складають відносно невелику частку сумарних первинних і поточних витрат.

Сукупність наведених вище специфічних якісних властивостей е-ДО дає підстави говорити про е-ДО як про окрему форму організації освіти з притаманними їй цілями, способами побудови та відповідним елементним наповненням методичних систем і навчального середовища.

Найбільш суттєвими з перелічених якісних властивостей е-ДО (що принципово відрізняють е-ДО від традиційної) є можливість здійснення навчального процесу за екстериторіальністю його учасників і переважної більшості засобів навчальної діяльності (інформаційних, технічних та інших, окрім тих, які використовуються персонально), а також забезпечення індивідуалізованого синхронного і асинхронного режимів взаємодії як учасників навчального процесу між собою, так і роботи учасників з інформаційними засобами навчальної діяльності. При цьому, ця індивідуалізована взаємодія (без втрати можливості здійснення колективних, групових форм навчальної діяльності) жорстко не прив'язана в часі як за тривалістю, так і за термінами початку і кінця навчальних дій, що, безумовно, відповідає умовам сучасної динаміки життя, створює додаткові умови для освіти зайнятого населення, створює можливість залучити до навчального процесу передовий педагогічний досвід, найкращі викладацькі кадри незалежно від місця їх роботи, постійного проживання і тимчасового місцезнаходження.

Врахування зазначених якісних властивостей е-ДН дає змогу навчальним закладам, що здійснюють таке навчання, забезпечити:

- взаємодію вчителів та учнів незалежно від часу та простору в асинхронному та синхронному режимах в усьому світі;
- доступ викладачів і студентів до світових інформаційних ресурсів (зарубіжних та вітчизняних електронних бібліотек, періодичних видань, баз даних, експертних систем);
- залучення висококваліфікованих фахівців з усього світу як для проведення лекцій і семінарів, конференцій і симпозіумів, так і для надання консультацій, що сприяє розширенню професійних контактів педагогів та учнів;
- участь у розробці спільних проектів з іншими вітчизняними та зарубіжними навчальними закладами, науковими установами і проектними організаціями, що прискорює процес інтегрування системи освіти в міжнародну науково-проектну діяльність;
- реалізацію основних принципів відкритої освіти;
- високу якість освіти.

Для ефективної реалізації ідей е-ДО в межах національної системи освіти на засадах її підсистеми повинна бути створена відповідна система е-дистанційної освіти (СДО), в середовищі і засобами якої здійснюється е-ДН. Педагогічно цілеспрямована і структурно упорядкована множина засобів і технологій е-ДН, врахування статистики і динаміки якої забезпечує досягнення цілей навчання, утворює систему дистанційного навчання (СДН). У такому розумінні СДН можуть розглядатися як підсистеми СДО. В свою чергу, ринок освітніх послуг, що формується багатьма різними системами СДО, технологічно являє собою багатокористувацьке мультисервісне розподілене інформаційно-комунікаційне комп'ютерне середовище, на базі якого забезпечується розподілене навчання.

Відповідність якісних властивостей систем дистанційної освіти основним принципам відкритої освіти

[illegible]

Як впливає з наведеного, будова і функціонування СДО, її якісні властивості відповідають основним принципам відкритої освіти, що розглянуті у розділі 1.2.1, а тому – і сучасній освітній парадигмі. Відповідність якісних властивостей СДО основним принципам відкритої освіти ілюструється в таблиці 1.3.4-1. В термінах теорії задач СДО утворює розв'язувальну частину сукупності задач відкритої освіти, а її моделі відображають суттєві сторони реалізації цих принципів у конкретному навчальному середовищі.

1.3.5. Дистанційна освіта – ефективне доповнення до традиційних форм освіти

Дистанційна освіта виступає як ефективне доповнення до традиційних форм освіти, як засіб часткового вирішення її нагальних проблем, зокрема, використання цієї форми освіти надає можливість одночасно з гнучким за часом і високопрофесійним за змістом навчання різних предметних розділів знань, формуванням умінь і навичок роботи з багатьох навчальних дисциплін, забезпечити інтенсивне практичне застосування тими, хто навчається, методів і засобів ІКТ, розвиток умінь і навичок у цьому сучасному розділі науки і практики.

Зазначені вище особливості технологій ДН та аналіз наявного досвіду їх впровадження і використання вказують на доцільність і перспективність застосування е-ДН там, де ці технології потенційно можуть дати позитивний освітній і соціальний ефект. Це, передусім, спеціальна і додаткова освіта дітей і населення з вадами фізичного або розумового розвитку, позашкільна (додаткова) освіта за вибором дітей і населення поза межами державного компонента навчальних програм, а також тих, хто не встигає з тих чи інших причин опанувати знання у відведений за навчальною програмою час. Це освіта обдарованої молоді (в тому числі, телекомунікаційні олімпіади, конкурси, змагання), дорослого і зайнятого населення, це окремі навчальні програми (модулі) професійної освіти і їх певні фази. Окрім цього, це дистанційне оцінювання рівня навчальних досягнень, стану і розвитку психіки (дистанційне тестування, моніторинг), це перепідготовка і підвищення кваліфікації кадрів, в тому числі педагогічних і управлінських, це розширення масштабів самостійної роботи учнів, студентів, слухачів і всіх тих, хто дійсно бажає здобути якісну освіту.

Реалізація завдань розвитку освіти в Україні, визначених в Національній доктрині розвитку освіти в Україні, модернізації загальноосвітньої школи, перехід до 12-річного терміну навчання і нові шкали оцінювання навчальних досягнень учнів, передусім, потребує перепідготовки й підвищення кваліфікації вчительських кадрів, основного і визначального ресурсу модернізації освіти. «Обличчям держави є її вчитель... Вчитель має бути не тільки ключовою постаттю у сучасних освітніх процесах, а й духовним наставником у суспільстві. Від його підготовки залежить не тільки якість шкільної освіти, а й рівень духовної культури суспільства, утвердження демократичних цінностей та процесів. І це завдання спільне – і держави, і вчителя!.. Назріли кардинальні зміни у системі підготовки й підвищення кваліфікації учительських кадрів, модернізації навчально-виховного процесу в педагогічних навчальних закладах... По-перше, треба спрямувати зусилля на розв'язання протиріччя між реальним змістом педагогічної освіти і вимогами школи, суспільства і держави щодо рівня професійних компетентностей сучасного вчителя. По-друге, необхідно надати педагогічній спрямованості навчально-виховному процесу.

По-третє, поліпшити матеріально-технічне, інформаційне забезпечення професійної підготовки вчителя відповідно до сучасних потреб, По-четверте, систематично здійснювати моніторингове дослідження потреб у педагогічних кадрах, щоб формувати реальне державне замовлення» [314]. Тільки за цих умов можна сподіватись на успішну реалізацію запланованих змін.

Водночас, необхідно охопити навчанням управлінські кадри освіти – керівників навчально-виховних закладів, керівників і працівників системи управління освітою на всіх її організаційних рівнях. «Потребує також розв'язання і така специфічна проблема, як психолого-педагогічна компетентність керівних кадрів загальноосвітніх і вищих навчальних закладів. Немало проблем, які виникають у педагогічних колективах, пов'язані саме з відсутністю належної підготовки керівників різних штаблів. Адже в епоху інноваційного суспільного розвитку функції керівників навчальних закладів різного рівня значно змінюються. Особливо зростає прогностична, консультативна та комунікативна діяльність» [314].

Масштаби і територіальна розгалуженість системи освіти України, обмеженість «освітньої спроможності» педагогічних навчальних закладів і закладів післядипломної педагогічної освіти («потужності навчальних закладів» відносно контингенту тих, хто бажає навчатися або кого потрібно навчати, підвищувати кваліфікацію) не дозволяють забезпечити якісну перепідготовку й підвищення кваліфікації вчительських, методичних і управлінських кадрів в темпі і обсягах запланованих реформ за традиційними технологіями навчання.

За цих умов необхідні якісні зміни в системі післядипломної педагогічної освіти. «Ми неодноразово вже говорили про необхідність модернізації цієї системи освіти. Особливістю її функціонування має стати мобільність, швидке реагування на зміни дошкільної, середньої і вищої освіти, ефективна підготовка працівників методичних служб усіх рівнів» [314].

Застосування технологій ДН за рахунок суттєвого підвищення питомої ваги навчального часу, що відводиться на спрямоване і кероване ДН, дає змогу значно підвищити «освітню спроможність» навчальних закладів, а тому – і темпи та масштаби навчання кадрів. Ось чому необхідно гнучко і комплексно задіяти найсучасніші технології і форми освіти, і, насамперед, е-ДО. Тобто, традиційні форми підготовки, перепідготовки й підвищення кваліфікації кадрів освіти там, де це є доцільним, мають бути доповнені дистанційною формою навчання.

Впровадження технологій ДН створює додаткові умови для організації ефективної системи дистанційної освіти, зокрема післядипломної педагогічної освіти. Врахування і використання особливостей е-ДО суттєво «пом'якшує» наявні проблеми післядипломної педагогічної освіти. Запровадження е-ДН допомагає підвищити рівень персоніфікації навчання, сприяє вирішенню проблем, пов'язаних з обмеженістю термінів та інтервалів перепідготовки і підвищення кваліфікації, значним числом слухачів, які мають навчатись одночасно, пошуком і розповсюдженням передового педагогічного досвіду, залученням для широкої екстериторіальної аудиторії слухачів кращих викладацьких кадрів, вчених, громадських діячів, керівників освіти і держави. Для забезпечення дистанційної післядипломної педагогічної освіти створена і розвивається мережа центрів дистанційної освіти на базі навчальних закладів післядипломної педагогічної освіти, інших навчальних закладів, які проводять цю роботу. Ці центри, зокрема, формують фонд комп'ютерних програмних засобів післядипломної педагогічної освіти і забезпечують мережний доступ до дистанційних модулів навчання.

Враховуючи перспективність ДО і сучасний стан теорії і практики е-ДН в Україні, слід вказати на безумовну актуальність проведення широкого спектра досліджень і розробок, спрямованих на створення надійного наукового фундаменту національної СДО. Кадровою і експериментально-технологічною базою для цього мають стати викладацький персонал і комп'ютерна мережа пілотних загальноосвітніх шкіл України, яка нині активно розвивається, науковий, професорсько-викладацький персонал та комп'ютерні мережі вищих навчальних закладів і наукових установ, які активно досліджують і запроваджують в освітню практику цю сучасну форму навчання і освіти, а також спеціально створені для розв'язання проблем ДО навчально-науково-виробничі комплекси, які вже сьогодні активно працюють. Необхідно всебічно вивчати і впроваджувати в практику е-ДО України передовий вітчизняний і закордонний досвід, розробити і запровадити організаційно-управлінське і нормативно-законодавче забезпечення цієї перспективної форми освіти.

Один з найважливіших практичних аспектів впровадження е-ДН в освітні системи полягає в тому, аби забезпечити таку якість освіти, що надається за цією формою навчання, яка відповідала би вимогам, що передбачені освітніми стандартами, вимогам людини і суспільства.

Для цього необхідно визначити відмінності у можливостях застосування і обмеженнях, які притаманні традиційним та е-дистанційним технологіям навчання, використати найбільш суттєві переваги останніх (наприклад, екстериторіальність, синхронний і асинхронний режими взаємодії учасників навчального процесу: викладач – учень, учень – учень, учень – навчальна група; можливість звертання до кращих викладачів; одночасне з вивченням переважної більшості предметів практичне засвоєння інструментів ІКТ – створення додаткових умов для впровадження ІКТ в освітні системи тощо), мінімізувати втрати, пов'язані з недоліками і обмеженнями е-ДН (наприклад, пов'язаними з ізоляцією, відсутністю довготривалого прямого контакту між учасниками навчального процесу; із зниженням, модифікацією безпосереднього впливу на учня педагогічної майстерності викладача; з неефективними інтерактивними технологіями, що застосовуються; з проблемами віртуального виховання; недостатнім володінням або незнанням іноземних мов; етичними проблемами – несформованістю в учнів належного етикету роботи в комп'ютерному мережному середовищі, несприйманні інших культур; з додатковими складностями здійснення практичної навчальної діяльності, що для формування в учнів відповідних умінь і навичок вимагає безпосередньої роботи з матеріальними засобами навчання в лабораторіях та інших спеціально пристосованих навчальних приміщеннях; наявністю у деяких учнів психологічного бар'єру щодо застосування ІКТ та е-ДН).

Для створення повномасштабної СДО необхідно суттєво розширити спектр якісних з педагогічної точки зору інформаційних ресурсів, доступних через системи електронних телекомунікацій, електронні бібліотеки і центри супутникового телебачення, розвинути топологію магістральних комп'ютерних мереж на всій території України, вирішити проблему «останньої милі». Український варіант СДО перебуває тільки на стадії становлення, тому необхідно визначити такі підходи її еволюційно-поетапного розвитку, дібрати для її побудови такі засоби і технології, які будуть найбільш прийнятними за даних умов.

Досягти цієї мети – означає утвердити е-ДН як рівноправну форму здобуття освіти в сучасних умовах суспільного розвитку, форму, через яку забезпечується рівний доступ до якісної освіти широких верств населення, створити необхідні умови для реалізації в освітніх системах принципів відкритої освіти.

1.3.6. Основні функції автоматизованих систем підтримки е-дистанційного навчального процесу та організаційні структури сучасних навчально-науково-виробничих комплексів, що забезпечують розвиток системи е-дистанційної освіти

Інформаційні системи дистанційного навчання (ІСДН) є по суті автоматизованими системами підтримки технологій е-дистанційного навчання (е-ДН) в мережних системах е-дистанційної освіти (е-ДО) і включають такі види забезпечення (підсистеми): науково-методичне, програмно-аналітичне, техніко-технологічне, інформаційно-ресурсне, функціонально-організаційне, кадрове, фінансово-економічне, нормативно-правове.

Загальносистемні засоби ІСДН включають автоматизовані робочі місця (АРМ) основних категорій користувачів ІСДН: учня (учнів), тьютора (тьюторів) організатора навчального процесу і адміністратора системи. Використовуючи ці засоби, користувачі ІСДН – учасники навчального процесу – реалізують основні автоматизовані функції ІСДН для підтримки: основних процедур створення навчальних курсів-модулів; навчальної діяльності тьютора; навчальної діяльності учня; контролю і оцінювання рівня навчальних досягнень окремих учнів і навчальних груп; проведення лабораторних і практичних робіт; користування електронними бібліотеками; адміністрування дистанційного навчання тощо.

Сучасним ІСДН притаманні такі основні системні властивості:

- відкритість, що дозволяє поповнювати і змінювати склад функціонального програмного забезпечення (насамперед, за рахунок програмних файлів нових та оновлених навчальних курсів), створювати архіви програмних засобів тощо;
- масштабованість, що дозволяє налаштовувати параметри ІСДН та адаптувати ресурси, що необхідні для функціонування системи, відповідно кількості її користувачів різних категорій;
- сумісність з різними програмно-апаратними платформами, що розширює горизонти застосування ІСДН;
- наявність «люб'язного» інтерфейсу для всіх категорій користувачів системи, що знижує вимоги до рівня кваліфікації користувачів системи і часу опанування ними основних режимів і процедур роботи з системою.

При порівняльному аналізі ІСДН, як науково-технічного і ринкового продукту, беруться до уваги такі їх характеристики:

- вимоги до технічного забезпечення та технічної підтримки (технічні платформи, додаткові технічні засоби, технічна підтримка розробника, технічні вимоги до серверу та робочих станцій користувачів);
- вимоги до програмного забезпечення (зручність та ефективність використання функціональних характеристик АРМ користувачами системи; потреба у додаткових програмних засобах; наявність і розвиненість засобів: адміністрування системи, розробки та тестування навчальних курсів, комунікацій, поточного і завершального контролю знань, допомоги при виникненні проблем; наявність багатомовного інтерфейсу і національної локалізації програмних продуктів; можливість під'єднання зовнішніх апаратних засобів та використання інформаційних ресурсів);
- системні характеристики (наявність системи авторизації доступу до інформаційних ресурсів системи і рівень їх захисту від несанкціонованого доступу; наявність режимів реєстрації учнів та контролю оплати ними отриманих послуг, наявність системних засобів відновлення даних);

• існуючі обмеження (на чисельність учнів, тьюторів, проєктувальників навчальних курсів, які можуть одночасно мати доступ до системи; на кількість навчальних курсів, що можуть бути одночасно підтримані системою; на параметри комп'ютерно-технологічної платформи; на функціональні характеристики системи та її компонентів);

• цінова політика постачальника системи (вартість базової конфігурації системи та її залежність від кількості робочих місць учнів і тьюторів, вартість володіння системою на правах її власника, вартість подальших оновлень системи та її поточної підтримки, наявність і рівень знижок вартості для навчальних закладів);

• інші аспекти (імідж розробника на ринку ІКТ, перелік впроваджених продуктів розробника, частота оновлення версій, наявність демоверсії, характер відгуків попередніх користувачів системи).

В ІСДН підтримуються інформаційні ресурси, що відображають наявні в системі:

- моделі функціонування ІСДН;
- навчальні плани і програми;
- навчально-методичні матеріали;
- регламентуючі (нормативні) документи;
- базу тестових завдань;
- поточні та завершальні результати оцінювання навчальних досягнень учнів;
- поточні та ретроспективні результати аналізу оцінювання навчальних досягнень учнів і навчальних груп;
- фінансові та організаційні звіти;
- інформаційні матеріали;
- угоди та особисті анкети слухачів і викладачів;
- архіви навчальних і спеціальних матеріалів;
- рекламні матеріали тощо.

На базі цих інформаційних ресурсів через засоби ІСДН забезпечується:

- конфіденційність обміну та зберігання повідомлень;
- накопичення даних про хід виконання навчального плану як слухачами, так і викладачами;
- контроль за термінами виконання необхідних дій адміністративними службами;
- накопичення статистичних даних про функціонування системи в цілому та її окремих складових.

Використання в системах розподіленого навчання поширених у світі і стандартизованих ІСДН дає можливість:

- суттєво знизити час на розробку мережних е-дистанційних навчальних курсів; знизити витрати навчального закладу на їх розробку;
- забезпечити сучасний рівень функціональних та комунікаційних характеристик системи та достатню потужність і гнучкість графічного інтерфейсу користувачів;
- значною мірою позбавитись можливих помилок розробників-початківців мережних навчальних курсів.

Модель ІСДН наведена на рис. 1.3.6-1 (див. с. 120).

Основні функції ІСДН розподіляються у часі і просторі та закріплюється їх використання за такими учасниками навчального процесу:

- учнями;
- тьюторами (викладачами);
- організаторами навчального процесу;
- адміністратором ІСДН.



Рис. 1.3.6-1. Модель інформаційної системи е-дистанційного навчання (ІСДН)

Основними завданнями *учня*, що навчається е-дистанційно, є:

- участь (за необхідності) в установчих, проміжних і завершальних очних заняттях, сесіях;
- отримання електронних і паперових навчально-методичних матеріалів, що надсилаються і/або рекомендуються за електронними адресами;
- пошук додаткових електронних інформаційних джерел з теми, що вивчається (у тому числі засобами електронних бібліотек);
- опрацювання і вивчення навчального матеріалу у режимах on-line і/або off-line;
- виконання індивідуального навчального плану;
- складання тестів та іспитів;
- надсилання та отримання файлів з навчальними та звітними матеріалами;
- участь у телесемінарах, телесконференціях, чатах;
- виконання порад і вимог тьютора і навчального закладу;
- дотримання процедур і правил електронної взаємодії, які регламентуються в ІСДН, що підтримується в навчальному закладі.

Основними завданнями *тьютора* є:

- підготовка і проведення (за необхідності) установчих, проміжних і завершальних очних занять, сесій;
- участь у створенні і розвитку навчальних курсів-модулів, доборі навчально-методичних матеріалів або опанування існуючого дистанційного навчального курсу;
- отримання і аналіз індивідуальних характеристик учнів, їх навчальних потреб, мети навчання;
- навчально-методичний дистанційний супровід, управління навчально-пізнавальною діяльністю учнів та координація діяльності в навчальних групах (при керуваному навчанні), консультування та тестування учнів протягом всього терміну навчання, врахування в процесі навчання індивідуальних характеристик учнів, їх навчальних потреб, цілей навчання;
- оперативне коригування індивідуальної навчальної діяльності учнів;
- контроль за виконанням учнями навчальних планів.

- контроль активності учнів під час роботи з навчальними матеріалами, виконання індивідуальних і групових завдань, взаємодії з іншими членами навчальної групи;
- надання слухачам допусків до тестування;
- аналіз результатів тестування, визначення типових труднощів при опануванні навчальним матеріалом і помилок, що зустрічаються, та їх причин;
- розроблення пропозицій щодо поліпшення тестів і редагування системи тестування;
- проведення навчальних семінарів, конференцій;
- підготовка звітів щодо результатів навчальної діяльності учнів;
- розроблення пропозицій щодо покращення навчального курсу, організації навчального процесу та якісного формування контингенту учнів;
- виконання порад і вимог навчального закладу;
- дотримання процедур і правил взаємодії, які регламентуються в ІСДН, що підтримується в навчальному закладі.

Основними завданнями *організатора навчального процесу* є:

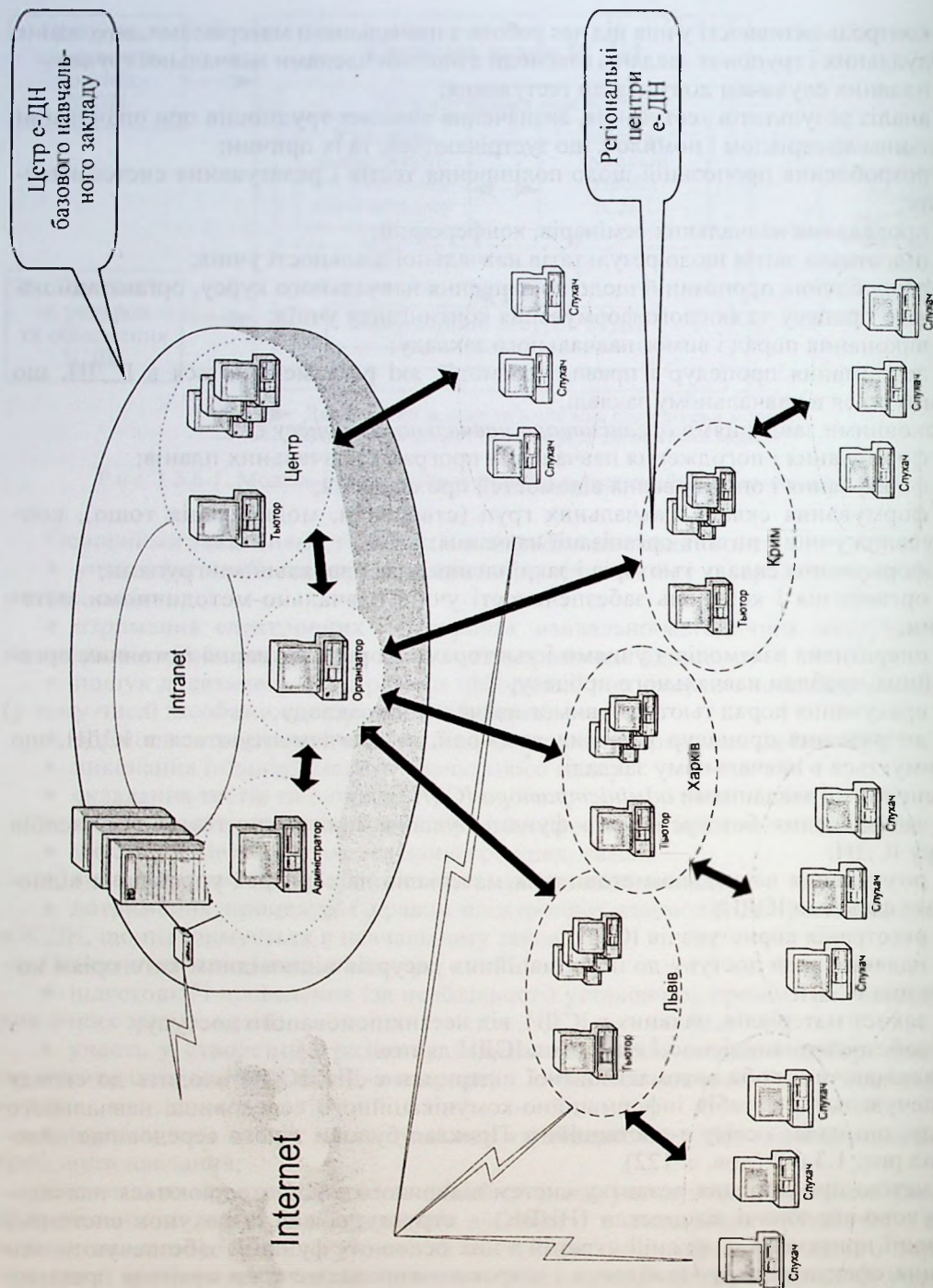
- формування і погодження навчальних програм і навчальних планів;
- формування і опрацювання відомостей про слухачів;
- формування складу навчальних груп (створення, модифікація тощо), консультування учнів з питань організації навчання;
- формування складу тьюторів і закріплення їх за навчальними групами;
- організація і контроль забезпеченості учнів навчально-методичними матеріалами;
- оперативна взаємодія з учнями і тьюторами та розв'язування поточних організаційних проблем навчального процесу;
- врахування порад тьютора і вимог навчального закладу;
- дотримання процедур і правил взаємодії, які регламентуються в ІСДН, що підтримується в навчальному закладі.

Основними завданнями *адміністратора ІСДН* є:

- забезпечення безперебійного функціонування програмно-технічних засобів серверу ІСДН;
- розміщення навчально-методичних матеріалів на сервері і управління відповідними файлами ІСДН;
- реєстрація користувачів ІСДН;
- надання прав доступу до інформаційних ресурсів відповідним категоріям користувачів ІСДН;
- захист матеріалів, наявних в ІСДН, від несанкціонованого доступу;
- забезпечення цілісності наявних в ІСДН даних.

Включаючи засоби автоматизованої підтримки е-ДН, ІСДН входить до складу забезпечувальних засобів інформаційно-комунікаційного середовища навчального закладу, що надає освіту е-дистанційно. Приклад будови такого середовища наведено на рис. 1.3.6-2 (див. с. 122).

З метою прискорення розвитку систем відкритого е-ДН створюються навчально-науково-виробничі комплекси (ННВК) – структури, які за рахунок системної інтеграції притаманних кожній окремії з них основних функцій забезпечують підвищення ефективності розроблення і широкого впровадження в освітню практику е-дистанційних технологій навчання. Прикладом такого ННВК є «Академія дистанційної освіти» (АДО), яка була створена у 2003 році Міністерством освіти і науки України і яка об'єднала зусилля провідних навчальних закладів державної і недержавної форми власності.



Р и с 1.3.6-2. Приклад будови інформаційно-комунікаційного середовища навчального закладу, що надає освіту е-дистанційно

жавної форм власності, наукові установи і виробничі підприємства, що працюють у сфері ІКТ, в напрямі розв'язування проблем е-ДН та е-ДО. Об'єднавшись на добровільних засадах, члени АДО при здійсненні спільної діяльності зберігають свою юридичну і фінансову самостійність.

До складу засновників АДО увійшли: Українська (тепер – Національна) Академія державного управління при Президентові України, Інститут адміністративного, економічного і політичного менеджменту, Інститут засобів навчання (тепер – Інститут інформаційних технологій і засобів навчання) АПН України, Центральний інститут післядипломної педагогічної освіти (тепер – Університет менеджменту освіти) АПН України, Національний аерокосмічний університет «ХАІ», Національний технічний університет «ХПІ», корпорація «ПАРУС», видавництво «Міленіум». Основні завдання проекту створення і розвитку АДО за стадіями наведені у табл. 1.3.6-1.

Таблиця 1.3.6-1

**Основні завдання проекту створення і розвитку
«Академії дистанційної освіти» (АДО)**

Стадії проекту	Завдання проекту
1. Передпроектна	1.1. Оцінка актуальності проекту
	1.2. Визначення основних цілей і завдань проекту на його передпроектній стадії
	1.3. Формування складу і структури цільових груп з розв'язування основних передпроектних завдань
	1.4. Спеціальна підготовка членів цільових груп
	1.4.1. Визначення і структуризація інформаційних і навчальних потреб членів цільових груп
	1.4.2. Пошук інформаційних джерел для задоволення інформаційних потреб членів цільових груп
	1.4.3. Навчання членів цільових груп
	1.4. Діяльність цільових груп за напрямками:
	1.4.1. Розроблення розділів концепції АДО
	1.4.2. Розроблення варіантів організаційно-функціональної структури АДО
	1.4.3. Розроблення проекту інформаційно-комунікаційної інфраструктури АДО
	1.4.4. Розроблення варіантів фінансових механізмів функціонування АДО
	1.4.5. Формування напрямів наукових досліджень з проблем відкритої ДО
	1.4.6. Розроблення концепції післядипломної педагогічної ДО
	1.5. Визначення форм і методів управління проектом розвитку АДО
	1.6. Пошук, визначення і залучення різних джерел фінансування проекту
2. Проектна	2.1. Розвиток концепції АДО
	2.1. Формування експериментальних навчальних планів і програм
	2.2. Формування варіантів структури і складу віртуальних кафедр
	2.3. Підготовка і забезпечення діяльності проектних команд із створення експериментальних НММ, що зорієнтовані на е-дистанційну форму навчання

Стадії проекту	Завдання проекту
	2.4. Аналіз, вибір ІСДН та опанування основними засобами і режимами її роботи
	2.5. Формування проектних команд із створення експериментальних е-дистанційних навчальних курсів (див. розділ 3.3.7)
	2.6. Розроблення експериментальних е-дистанційних навчальних курсів
	2.7. Розроблення механізмів та здійснення експертизи створених е-дистанційних навчальних курсів
	2.8. Здійснення пілотного впровадження е-дистанційних навчальних курсів
	2.8.1. Формування експериментальних навчальних груп
	2.8.2. Здійснення навчання експериментальних навчальних груп за дистанційними експериментальними курсами і короткотерміновими навчальними програмами
	2.9. Внесення коректив у НММ і педагогічні технології за результатами експериментального навчання
	2.10. Розроблення проєкту розвитку інформаційно-комунікаційної інфраструктури АДО
	2.11. Розроблення економічних і організаційних механізмів діяльності АДО
	2.12. Розроблення системи маркетингу послуг АДО
	2.13. Створення сайту АДО, розроблення презентаційних матеріалів та здійснення інших маркетингових заходів
	2.14. Розроблення інструктивно-нормативної бази АДО, зокрема, стандартів на інформаційні ресурси і технологічні процедури
3. Широке впровадження	3.1. Загальнопроектна діяльність
	3.1.1. Розвиток концепції АДО
	3.1.2. Розвиток інструктивно-нормативної бази АДО
	3.1.3. Пошук, визначення і залучення власних і зовнішніх джерел розвитку АДО
	3.1.4. Організація взаємодії АДО з вітчизняними і закордонними структурами, що займаються проблемами ДО і здійснюють ДН
	3.4. Розвиток організаційно-функціональної структури АДО
	3.4.1. Формування і розвиток структури і складу віртуальних кафедр
	3.4.2. Організація е-деканатів (е-навчальних частин)
	3.4.3. Створення електронної бібліотеки
	3.4.4. Впровадження і відпрацювання економічних і організаційних механізмів діяльності АДО
	3.4.5. Впровадження і відпрацювання системи маркетингу послуг АДО
	3.5. Розвиток комп'ютерно-технологічної платформи АДО
	3.5.1. Створення і розвиток загальносистемних програмно-технічних засобів центру е-ДН
	3.5.2. Створення і розвиток загальносистемних програмно-технічних засобів, комп'ютерних локальних мереж у навчальних, наукових, проектних і виробничих структурах АДО

Стадії проекту	Завдання проекту
	3.5.3. Створення і розвиток вхідних високошвидкісних комунікаційних Інтернет-портів у структурах АДО
	3.5.4. Створення і розвиток засобів для здійснення відеонавчальних комунікацій
	3.5.5. Створення і розвиток комп'ютеризованих навчальних приміщень та об'єднання їх засобів у локальні комп'ютерні мережі структур АДО
	3.6. Розвиток навчальних інформаційних ресурсів АДО
	3.6.1. Аналіз зовнішніх інформаційних ресурсів е-ДН
	3.6.2. Створення і розвиток е-дистанційних навчальних курсів, інших власних інформаційних ресурсів
	3.6.3. Формування інформаційних ресурсів електронних бібліотек
	3.6.4. Створення автоматизованого банку даних інформаційних ресурсів АДО
	3.6.5. Формування і розвиток е-методичних систем з циклів дисциплін і окремих спеціальностей
	3.6.6. Створення порталу АДО
	3.7. Кадрове забезпечення функціонування і розвитку АДО
	3.7.1. Підготовка і неперервне підвищення кваліфікації тьюторів е-ДН
	3.7.2. Підготовка і неперервне підвищення кваліфікації членів проектних команд із створення НММ е-ДН
	3.7.3. Неперервне підвищення кваліфікації адміністратора ІСДН
	3.7.4. Підготовка і неперервне підвищення кваліфікації організаторів е-ДН
	3.7.5. Підготовка і неперервне підвищення кваліфікації інженерно-технічного персоналу
	3.7.6. Підготовка і неперервне підвищення кваліфікації допоміжного персоналу
	3.8. Проведення наукових досліджень з проблем ДО (див. розділ 1.3.7)
	3.9. Розвиток інструктивно-нормативної бази АДО, зокрема стандартів на інформаційні ресурси і технологічні процедури
	3.10. Здійснення ДН широких кіл учнів, студентів і слухачів АДО

Склад АДО є відкритим і з моменту її створення подвоївся. До складу АДО увійшли такі провідні вищі навчальні заклади України, як: Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, Національний педагогічний університет ім. М. Драгоманова, Національна академія податкової служби України та інші навчальні заклади, наукові установи і виробничі підприємства. Це сприяло суттєвому поглибленню науково-методичних досліджень, надало можливість розширити спектр і функціональну спрямованість робіт, що проводяться в АДО, позитивно вплинуло на розвиток її експериментальної бази, розширило масштаби впровадження результатів досліджень та розробок в освітню практику і в цілому забезпечило підвищення результативності діяльності АДО.

Головні завдання АДО полягають у забезпеченні координації та інтеграції зусиль навчальних закладів, наукових, науково-методичних установ та виробничих

підприємств, що входять до її складу, в напрямі створення та ефективного впровадження в освітню практику дистанційних технологій та новітніх засобів навчання, які базуються на широкому використанні ІКТ.

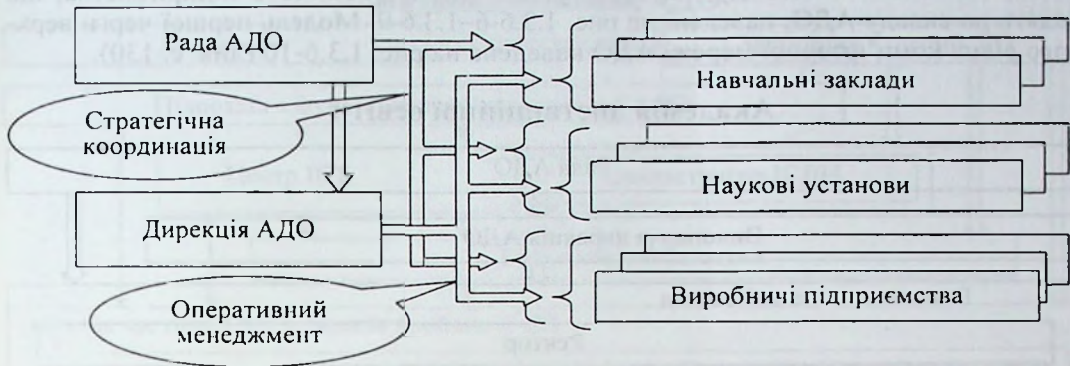
Основні функції АДО:

- координація спільної діяльності членів АДО щодо реалізації Закону України про освіту, впровадження системи ступеневої підготовки фахівців за наскрізними навчальними планами та програмами, розвитку в Україні системи неперервної відкритої освіти, інтеграції системи освіти України у світовий освітній простір;
- розроблення науково-методичних проблем ефективної підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації кадрів для державного управління, освіти та ринкової економіки на базі е-дистанційних технологій навчання;
- створення та експериментальна апробація навчально-методичних матеріалів, інших інформаційних ресурсів для системи е-ДН;
- створення і розвиток нормативно-правової бази функціонування системи е-ДН та е-ДО;
- підготовка і підвищення кваліфікації науково-педагогічних та інженерно-технічних кадрів для систем е-ДН.
- підвищення ефективності діяльності науково-педагогічних та інженерно-технічних кадрів, використання навчально-лабораторної і виробничої бази та інформаційно-технологічної інфраструктури організацій, що входять до АДО;
- реалізація сучасних освітніх стратегій та забезпечення навчання державних службовців, посадових осіб місцевого самоврядування, педагогічних, науково-педагогічних, інженерно-технічних працівників і керівників закладів, установ, організацій і підприємств в обласних та районних центрах, в інших населених пунктах на основі новітніх інформаційно-освітніх технологій.

Інформаційно-комунікаційним ядром АДО є Центр дистанційного навчання (ЦДН) Національної Академії державного управління при Президентові України, який входить до складу Навчальної мережі глобального розвитку Світового банку (НМСБ) і засоби якого під'єднані до глобальної мережі Інтернет, а також до науково-освітньої комп'ютерної мережі УРАН, яка, в свою чергу, під'єднана до європейської науково-освітньої комп'ютерної мережі GEANT-2. Доступ членів АДО до інформаційних ресурсів цих мереж забезпечується за допомогою високошвидкісних оптоволоконних каналів та супутникового зв'язку. Це дає змогу в процесі навчання і наукового пошуку ефективно застосовувати засоби найсучаснішого відео, мультимедійні засоби, інші сучасні комп'ютерно орієнтовані засоби навчання. Пос'єднання ресурсів НМСБ і УРАН з ресурсами АДО створює можливість на високому технологічному рівні надавати телекомунікаційні, обчислювальні та інформаційні послуги широкому загалу потенційних екстериторіальних користувачів систем науки і освіти як в Україні, так і в усьому світі, ефективно використовувати інформаційно-технологічні потужності і науково-навчальні інформаційні ресурси членів АДО, НМСБ та УРАН для забезпечення своїх цілей. Зокрема, входження ЦДН АДО до НМСБ (кількість національних ЦДН, які розташовані у всьому світі і входять до складу НМСБ, у 2005 році становила 20 і у перспективі має зрости до 50) надає членам АДО додаткову можливість брати участь у глобальних освітніх заходах НМСБ (навчальних курсах, семінарах, глобальних дискусіях тощо), розвивати засоби та інформаційні ресурси цієї мережі.

Організаційні структури навчально-науково-виробничого комплексу АДО та її керівних органів наведені на рис. 1.3.6-3–1.3.6-5. Типові організаційні структури

Академія дистанційної освіти



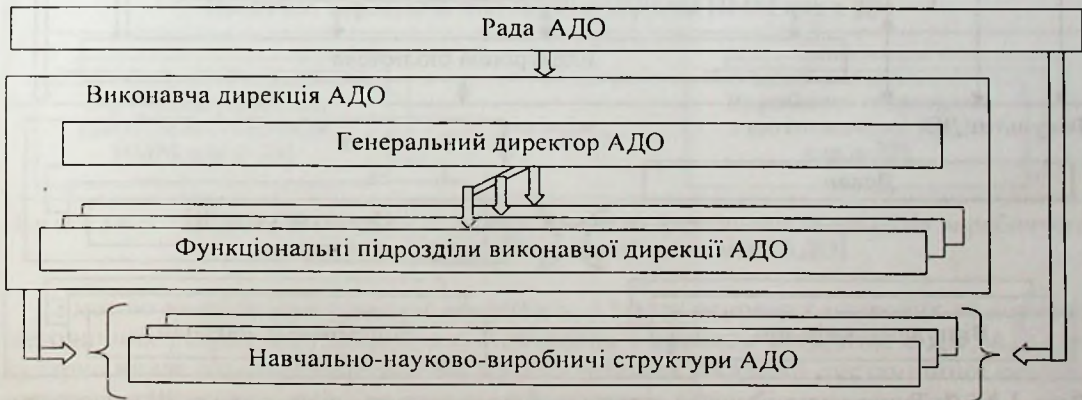
Р и с. 1.3.6-3. Організаційна структура навчально-науково-виробничого комплексу Академія дистанційної освіти (АДО)

Академія дистанційної освіти



Р и с. 1.3.6-4. Організаційна структура Ради Академії дистанційної освіти (АДО)

Академія дистанційної освіти



Р и с. 1.3.6-5. Організаційна структура виконавчої дирекції Академії дистанційної освіти (АДО)

вищого навчального закладу, наукової установи і виробничого підприємства, що входять до складу АДО, наведені на рис. 1.3.6-6–1.3.6-9. Модель першої черги верхнього рівня комп'ютерної мережі АДО наведена на рис. 1.3.6-10 (див. с. 130).

Академія дистанційної освіти

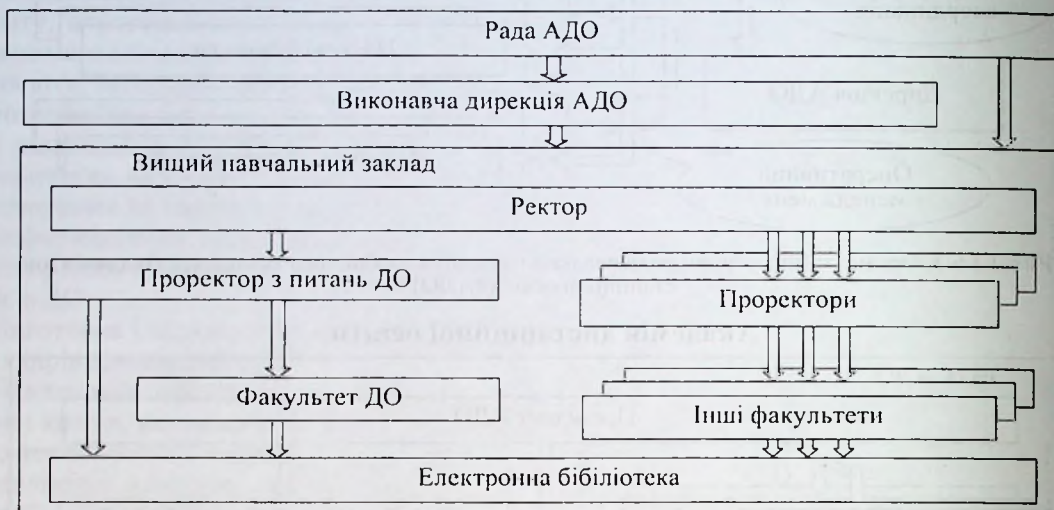


Рис. 1.3.6-6. Типова організаційна структура вищого навчального закладу Академії дистанційної освіти (АДО)

Вищий навчальний заклад АДО



Рис. 1.3.6-7. Типова організаційна структура функціональних підрозділів е-ДН вищого навчального закладу Академії дистанційної освіти (АДО)

Наукова установа АДО

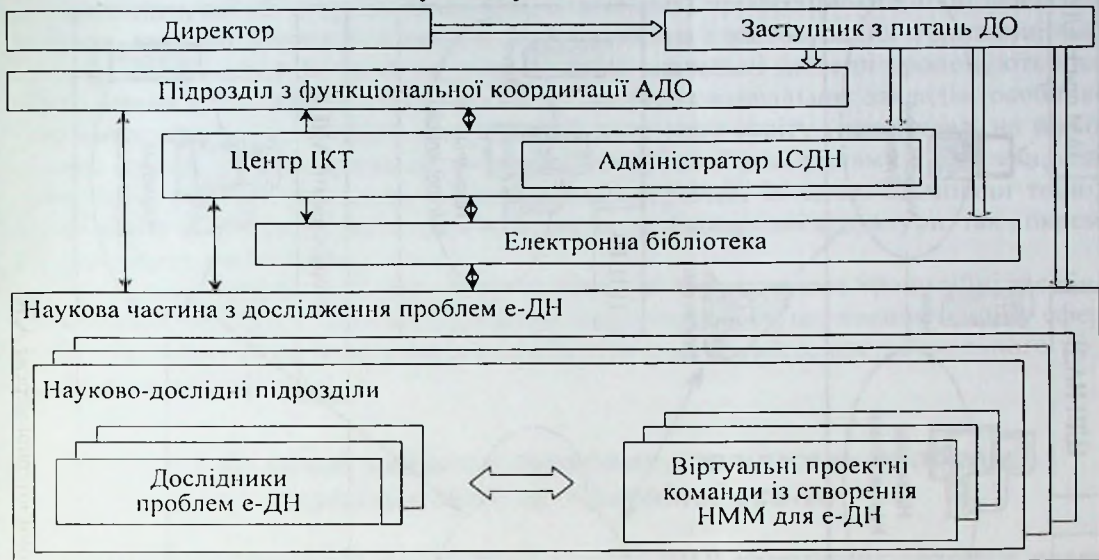


Рис. 1.3.6-8. Типова організаційна структура функціональних підрозділів е-ДН наукової установи Академії дистанційної освіти (АДО)

Виробниче підприємство АДО

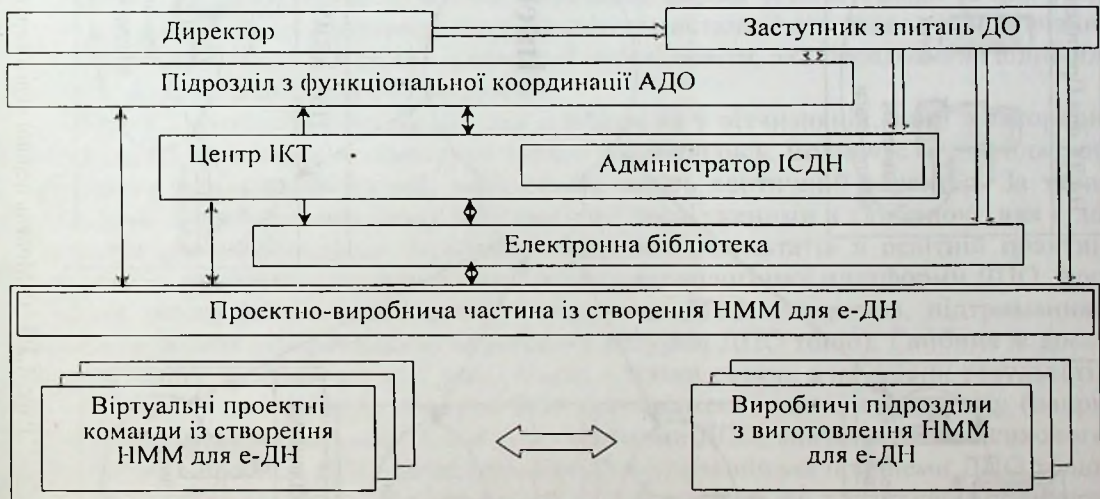


Рис. 1.3.6-9. Типова організаційна структура проєктно-виробничих підрозділів виробничого підприємства Академії дистанційної освіти (АДО)

З метою висвітлення проблемних питань, а також основних наукових та науково-методичних результатів досліджень і розробок з проблем відкритої е-ДО, АДО регулярно видає науково-методичний журнал «Вісник Академії дистанційної освіти», в якому друкуються праці провідних вітчизняних і зарубіжних колективів і окремих авторів.

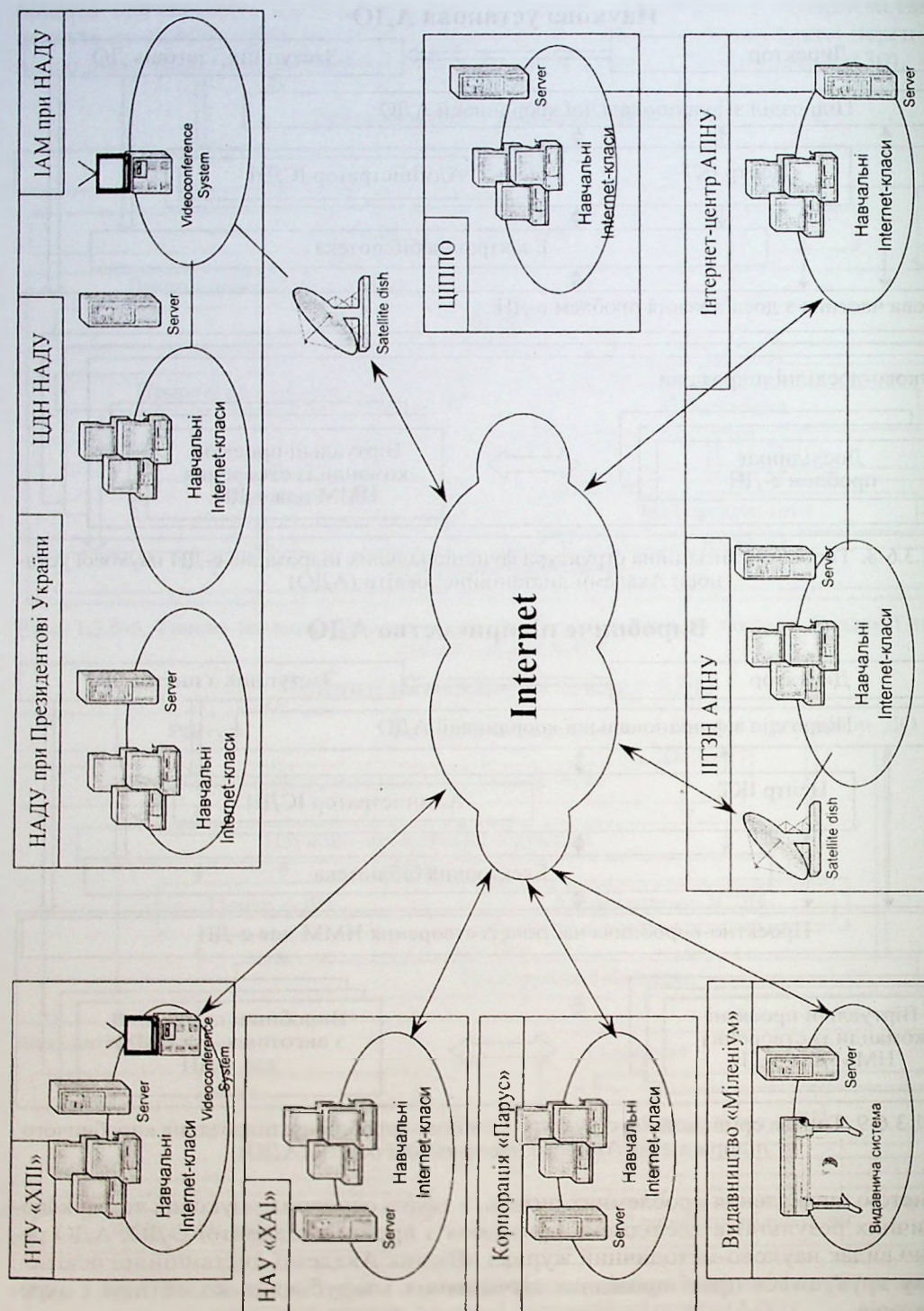


Рис. 1.3.6-10. Модель першої черги верхнього рівня комп'ютерної мережі АДО

Нині створені і успішно функціонують (як в Україні, так і закордоном) навчальні комплекси, які об'єднують вищі, загальноосвітні і професійно-технічні навчальні заклади, що співпрацюють в напрямі впровадження і застосування е-дистанційних технологій навчання. В таких комплексах вищі навчальні заклади пропонують і надають учням загальноосвітніх і професійно-технічних навчальних закладів (особливо тим з них, хто бажає здобути вищу освіту) додаткову освіту (наприклад, на підготовчих курсах), забезпечують інтерактивні комунікації між учнями і класами, підтримують Інтернет навчальні заходи (телеконференції, Інтернет-олімпіади тощо). До розвитку е-ДН докладають помітних зусиль як міжнародні структури, так і окремі бізнес-структури України.

Сьогодні в усьому світі навчальні заклади, які застосовують традиційні засоби і педагогічні технології, вивчають і використовують досвід, що накопичений у сфері е-ДН. Причому чітко простежується тенденція поступового, але неухильного розгортання цього процесу.

1.3.7. Основні напрями наукових досліджень проблем дистанційної професійної освіти

Розвиток дистанційної професійної освіти (ДПО) насамперед потребує проведення широкого кола наукових досліджень і розробок, пов'язаних з розв'язанням всього спектра психолого-педагогічних, комп'ютерно-технологічних, організаційно-управлінських, фінансово-економічних і нормативно-правових проблем цієї перспективної, але сьогодні ще не досить поширеної форми освіти. Тільки за цих умов можна сподіватись на ефективне запровадження дистанційних технологій навчання в освітню практику, досягнення необхідної якості освіти, яка передбачена відповідними освітньо-професійним стандартами.

Спектр і масштаби досліджень цих проблем як у вітчизняній, так і в закордонній науковій практиці в останні роки значно розширились. Водночас ці дослідження переважно мають несистемний, вибірковий, навіть хаотичний характер. За таких умов деякі з проблем виявились вже сьогодні дослідженими з глибиною, яка є достатньою для використання отриманих наукових результатів в освітній практиці (наприклад, проблеми створення комп'ютерно-технологічної платформи ДПО, формування інтегрованого навчального середовища ДПО, створення, підтримання і розповсюдження інформаційних мережених ресурсів ДПО тощо). Глибина ж дослідження інших проблем ще не є достатньою – тільки окремі з наукових результатів, що отримані у цих роботах, можуть бути впроваджені в практичну освіту (наприклад, філософські і соціально-економічні проблеми ДПО, значний обсяг психолого-педагогічних проблем ДПО, деякі організаційно-управлінські проблеми ДПО тощо). Є й такі проблеми, які сьогодні ще залишаються зовсім не дослідженими (наприклад, нормативно-правові проблеми ДПО, методи моделювання і психолого-педагогічного аналізу процесу дистанційного навчання, економічні механізми забезпечення ефективності ДПО тощо).

Сьогодні постала нагальна потреба з системних позицій окреслити проблемне поле необхідних досліджень, здійснити системну структуризацію актуальних напрямів досліджень проблем ДПО і на цій основі забезпечити координацію досліджень і розробок з цього розділу науки і освітньої практики.

Об'єктом подальшого розгляду виступає *загальне поле дослідження проблем дистанційної професійної освіти в Україні*. В свою чергу, предметом подальшого розгляду є структура актуальних напрямів досліджень проблем ДПО.

Використовуючи для синтезу, декомпозиції і аналізу предмета розгляду методологію системного підходу, будемо розглядати його як систему, а сукупність його складових (об'єктів) – як множину підсистем, кожна з яких відображає суттєві аспекти досліджень актуальних проблем ДПО.

Подамо зазначену структуру загального поля досліджень проблем ДПО чотирирівневою ієрархічною моделлю, кожен з ієрархічних рівнів якої утворений послідовною декомпозицією загального поля за такими критеріями [58, 71]:

- перший рівень моделі – декомпозиція загального поля досліджень проблем ДПО за сукупностями проблем – розділами досліджень, в яких угруповуються окремі проблеми досліджень за їх причетністю до розв'язання відповідних завдань створення функціональних підсистем ДПО, відображається зв'язок системи ДПО з відповідними підсистемами освіти й суспільства. На цьому рівні моделі відображаються такі розділи досліджень проблем ДПО: 1. Філософія та історія ДПО. 2. Психолого-педагогічний. 3. Інформаційно-технологічний, 4. Соціально-економічний. 5. Організаційно-управлінський і 6. Нормативно-правовий. Проблеми, що входять до складу кожного із зазначених розділів, повинні розв'язуватися в контексті загальних проблем розвитку освіти і суспільства, з урахуванням перспективних шляхів їх розв'язування і використання набутих наукових результатів (наприклад, проблем підвищення якості освіти, розвиваючої педагогіки, інформатизації освіти тощо);

- другий рівень моделі – декомпозиція попереднього *за напрямками* актуальних досліджень проблем ДПО;

- на третьому і четвертому рівнях моделі (там, де це є доцільним) – звужуються, поглиблюються і уточнюються деякі напрями попередніх рівнів моделі, змістово і послідовно наближаючи відповідний напрям до можливої *теми* конкретного дослідження.

Вочевидь, що деякі напрями досліджень можуть відображати один або кілька аспектів ДПО, тобто одночасно входити до кількох сукупностей проблем досліджень вищого рівня моделі. Тому запропонована модель не є плоскою, а являє собою граф з перехресними зв'язками. При описуванні цієї моделі за допомогою плоского графа (без перехресних зв'язків) назви деяких напрямів досліджень можуть повторюватись, відображаючи той чи інший аспект вищого рівня моделі.

Відповідно до актуальних потреб теорії і практики освіти, результатів попередніх робіт, можливостей дослідників за кожним із зазначених напрямів можуть проводитися теоретичні, пошукові дослідження (наприклад, дослідження перспективних проблем і напрямів розвитку систем ДПО – для всіх аспектів і видів забезпечення в загальному контексті розвитку освіти і суспільства), експериментальні дослідження (наприклад, пілотні проекти з визначення педагогічної ефективності запропонованих інновацій) і розробки (наприклад, розробки методик дистанційного навчання з різних предметів, методичних систем з різних спеціальностей ДПО), здійснюватись аналіз здобутого передового вітчизняного і зарубіжного досвіду, виконуватись дослідження щодо поширення досвіду та специфіки його впровадження та ін.

Оскільки ця типологія досліджень притаманна кожному з наведених і, в контексті мети даного розгляду, не є його визначальною ознакою, в назві кожного з напрямів, тем відображається тільки основний зміст відповідного дослідження без

наголосу на тип, форму, методи та іншу специфіку, за якими воно може бути проведено. Відповідні уточнення і характерні ознаки ті чи інші дослідження набувають на етапі формулювання і виконання конкретних дослідницьких тем і розробок (методичних, проектно-конструкторських, технологічних тощо) відповідно до їх мети, об'єкта і предмета дослідження чи розробки.

Для забезпечення наочності спроектованої моделі та відповідно до запропонованого підходу подамо цю модель у вигляді плоского графа та визначимо зміст кожного з актуальних напрямів досліджень проблем ДПО.

1. *Філософія та історія ДПО.*

1.1. Філософія ДПО.

1.1.1. Філософія ДПО у контексті загальної філософії освіти.

1.1.2. Філософія ДПО у контексті загальної філософії професійної освіти.

1.1.3. Філософія ДПО у старшій загальноосвітній школі.

1.1.4. Філософія ДПО у спеціальній школі.

1.1.5. Філософія ДПО у професійно-технічній школі.

1.1.6. Філософія ДПО у вищій школі.

1.1.7. Філософія неперервної ДПО.

1.2. Історія ДПО.

1.2.1. Національна історія ДПО.

1.2.2. Регіональна історія ДПО.

1.2.3. Міжнародна історія ДПО.

2. *Психолого-педагогічні проблеми дистанційного навчання (ДН).*

2.1. Цілі і зміст ДН.

2.1.1. Цілі і зміст ДН у старшій загальноосвітній школі.

2.1.1.1. Цілі і зміст ДН за предметами програми старшої загальноосвітньої школи.

2.1.1.2. Цілі і зміст ДН за предметними циклами програми старшої загальноосвітньої школи.

2.1.1.3. Цілі і зміст ДН в інноваційних системах старшої загальноосвітньої школи.

2.1.2. Цілі і зміст ДН у спеціальній школі.

2.1.2.1. Цілі і зміст ДН дітей з вадами фізичного здоров'я і психічного розвитку.

2.1.2.2. Цілі і зміст корекційного ДН.

2.1.2.3. Цілі і зміст ДН у превентивних закладах.

2.1.3. Цілі і зміст ДН у професійно-технічній школі.

2.1.3.1. Цілі і зміст ДН за предметами професійно-освітніх програм професійно-технічної школи.

2.1.3.2. Цілі і зміст ДН за предметними циклами професійно-освітніх програм професійно-технічної школи.

2.1.3.3. Цілі і зміст ДН за професіями підготовки у професійно-технічній школі.

2.1.3.4. Цілі і зміст ДН в інноваційних системах професійно-технічної школи.

2.1.4. Цілі і зміст ДН у вищій школі.

2.1.4.1. Цілі і зміст ДН за навчальними дисциплінами професійно-освітніх програм вищої школи.

2.1.4.2. Цілі і зміст ДН за навчальними циклами професійно-освітніх програм вищої школи.

2.1.4.3. Цілі і зміст ДН за спеціальностями підготовки у вищій школі.

2.1.4.4. Цілі і зміст ДН в інноваційних системах вищої освіти.

2.1.5. Цілі і зміст ДН у педагогічній освіті.

- 2.1.5.1. Цілі і зміст ДН за освітньо-професійними програмами підготовки педагогічних кадрів загальноосвітніх навчальних закладів.
- 2.1.5.2. Цілі і зміст ДН за освітньо-професійними програмами підвищення кваліфікації педагогічних кадрів загальноосвітніх навчальних закладів.
- 2.1.5.3. Цілі і зміст ДН за освітньо-професійними програмами підвищення кваліфікації викладацьких кадрів професійно-технічних навчальних закладів.
- 2.1.5.4. Цілі і зміст ДН за освітньо-професійними програмами підвищення кваліфікації викладацьких кадрів вищих навчальних закладів.
- 2.1.6. Цілі і зміст ДН управлінських кадрів.
- 2.1.6.1. Цілі і зміст ДН за освітньо-професійними програмами підвищення кваліфікації управлінських кадрів освіти.
- 2.1.6.2. Цілі і зміст ДН в інноваційних системах освіти управлінських кадрів.
- 2.1.7. Інтеграція цілей і змісту ДН у неперервній освіті.
- 2.2. Методики ДН.
- 2.2.1. Методики ДН у загальноосвітніх навчальних закладах.
- 2.2.1.1. Методики ДН за предметними програмами старшої загальноосвітньої школи.
- 2.2.1.2. Методики ДН за предметними циклами старшої загальноосвітньої школи.
- 2.2.2. Методики ДН у спеціальній школі.
- 2.2.2.1. Методики ДН дітей з вадами фізичного здоров'я і психічного розвитку.
- 2.2.2.2. Методики корекційного ДН.
- 2.2.3. Методики ДН у професійно-технічних навчальних закладах.
- 2.2.3.1. Методики ДН за професійно-освітніми програмами професійно-технічної школи.
- 2.2.3.2. Методики ДН за циклами професійно-освітніх програм професійно-технічної школи.
- 2.2.4. Методики ДН у вищих навчальних закладах.
- 2.2.4.1. Методики ДН за освітньо-професійними програмами вищої школи.
- 2.2.4.2. Методики ДН за циклами освітньо-професійними програмами вищої школи.
- 2.2.5. Спеціальні методики ДН.
- 2.2.5.1. Методики конструювання мультимедійних навчальних середовищ та їх застосування в системах ДН.
- 2.2.5.2. Методики конструювання гіпертекстових навчальних середовищ та їх застосування в системах ДН.
- 2.2.5.3. Методики створення і застосування у ДН комп'ютерно орієнтованих навчально-методичних матеріалів.
- 2.2.5.4. Методики створення і застосування у ДН систем інтерактивного навчання.
- 2.2.5.5. Методики створення і застосування у ДН автоматизованих систем навчання і контролю знань.
- 2.2.5.6. Методики створення і застосування у ДН автоматизованих експертних систем.
- 2.2.5.7. Методики створення і застосування у ДН автоматизованих моделюючих систем.
- 2.2.5.8. Методики створення і застосування у ДН автоматизованих тестових систем вимірювання, оцінювання і контролю рівнів навчальних досягнень учнів.

- 2.2.5.9. Методики шкалювання в автоматизованих тестових і рейтингових системах ДН.
- 2.2.5.10. Методики дистанційного тестування.
- 2.2.5.11. Методики мережної взаємодії учасників навчального процесу у системах ДН.
- 2.2.5.12. Методики побудови баз даних і знань та доступу до них у системах ДН.
- 2.2.6. Спеціальні освітньо-виховні проблеми ДН.
- 2.2.6.1. ДН і проблеми виховання.
- 2.2.6.2. ДН і проблеми творчості.
- 2.2.6.3. ДН у позашкільних закладах.
- 2.2.6.4. Проблеми ступеневої підготовки у системах ДН.
- 2.2.6.5. Вікові проблеми ДН.
- 2.2.6.6. Індивідуалізація навчання у системах ДН.
- 2.2.6.7. Методи і технології колективного і групового ДН.
- 2.3. Засоби ДН.
- 2.3.1. Дидактичні засади побудови і застосування засобів ДН у загальноосвітніх навчальних закладах.
- 2.3.1.1. Засоби ДН за предметними програмами загальноосвітньої школи.
- 2.3.1.2. Засоби ДН за предметними циклами загальноосвітньої школи.
- 2.3.2. Дидактичні засади побудови і застосування засобів ДН у спеціальній школі.
- 2.3.2.1. Засоби ДН для дітей з вадами фізичного і психічного розвитку.
- 2.3.2.2. Засоби корекційного ДН.
- 2.3.3. Дидактичні засади побудови і застосування засобів ДН у професійно-технічних навчальних закладах.
- 2.3.3.1. Засоби ДН дисциплін освітньо-професійних програм професійно-технічної школи.
- 2.3.3.2. Засоби ДН циклів освітньо-професійних програм професійно-технічної школи.
- 2.3.4. Дидактичні засади побудови і застосування засобів ДН у вищих навчальних закладах.
- 2.3.4.1. Засоби ДН дисциплін освітньо-професійних програм вищої школи.
- 2.3.4.2. Засоби ДН циклів освітньо-професійних програм вищої школи.
- 3. *Інформаційно-комунікаційні технології і навчальне середовище систем ДН.*
- 3.1. Інтегроване навчальне середовище систем ДН у загальноосвітніх навчальних закладах з використанням традиційних і комп'ютерно орієнтованих засобів навчання.
- 3.1.1. Навчальні середовища систем ДН на базі мультимедійних технологій.
- 3.1.1.1. Навчальні середовища систем ДН на базі мультимедійних технологій за предметами програми загальноосвітньої школи.
- 3.1.1.2. Навчальні середовища систем ДН на базі мультимедійних технологій за предметними циклами програми загальноосвітньої школи.
- 3.1.2. Навчальні середовища систем ДН на базі гіпертекстових технологій.
- 3.1.2.1. Навчальні середовища ДПО на базі гіпертекстових технологій за предметами загальноосвітньої програми.
- 3.1.2.2. Навчальні середовища систем ДН на базі гіпертекстових технологій за предметними циклами програми загальноосвітньої школи.
- 3.1.3. Навчальні середовища інтерактивного ДН.

3.1.3.1. Навчальні середовища інтерактивного ДН в загальноосвітніх навчальних закладах.

3.1.3.2. Навчальні середовища інтерактивного ДН в професійно-технічних навчальних закладах.

3.1.3.3. Навчальні середовища інтерактивного ДН у вищих навчальних закладах.

3.1.4. Навчальні середовища систем ДН на базі автоматизованих систем навчання і контролю знань.

3.1.4.1. Навчальні середовища систем ДН на базі автоматизованих систем навчання і контролю знань за предметними програмами загальноосвітньої школи.

3.1.4.2. Навчальні середовища систем ДН на базі автоматизованих навчаючих і контролюючих систем за предметними циклами програми загальноосвітньої школи.

3.1.5. Навчальні середовища систем ДН на базі автоматизованих експертних систем.

3.1.5.1. Навчальні середовища систем ДН на базі автоматизованих експертних систем за предметними програмами загальноосвітньої школи.

3.1.5.2. Навчальні середовища систем ДН на базі автоматизованих експертних систем за предметними циклами загальноосвітньої школи.

3.1.6. Навчальні середовища систем ДН на базі систем автоматизованого моделювання.

3.1.6.1. Навчальні середовища систем ДН на базі систем автоматизованого моделювання за предметами загальноосвітньої школи.

3.1.6.2. Навчальні середовища систем ДН на базі систем автоматизованого моделювання за предметними циклами програми загальноосвітньої школи.

3.1.7. Навчальні середовища систем ДН на базі автоматизованих тестових систем вимірювання і оцінювання рівнів навчальних досягнень учнів.

3.1.7.1. Навчальні середовища систем ДН на базі автоматизованих тестових систем вимірювання і оцінювання рівнів навчальних досягнень учнів за предметами загальноосвітньої школи.

3.1.7.2. Навчальні середовища систем ДН на базі автоматизованих тестових систем вимірювання і оцінювання рівнів навчальних досягнень учнів за предметними циклами програм загальноосвітньої школи.

3.1.8. Навчальні середовища систем ДН з використанням автоматизованих бібліотечних систем.

3.1.8.1. Навчальні середовища систем ДН з використанням автоматизованих бібліотечних систем за предметами загальноосвітньої школи.

3.1.8.2. Навчальні середовища систем ДН з використанням автоматизованих бібліотечних систем за предметними циклами програм загальноосвітньої школи.

3.1.9. Інтегровані автоматизовані мультисервісні навчальні середовища систем ДН.

3.1.9.1. Інтегровані автоматизовані мультисервісні навчальні середовища систем ДН за предметами загальноосвітньої школи.

3.1.9.2. Інтегровані автоматизовані мультисервісні навчальні середовища систем ДН за предметними циклами програм загальноосвітньої школи.

3.1.10. Навчальні середовища на базі мережі Інтернет.

3.1.10.1. Навчальні середовища систем ДН на базі мережі Інтернет за предметами загальноосвітньої школи.

3.1.10.2. Навчальні середовища систем ДН на базі мережі Інтернет за предметними циклами програми загальноосвітньої школи.

3.1.11. Обґрунтування складу і синтез структури навчальних середовищ систем ДН.

3.1.11.1 Обґрунтування складу і синтез структури навчальних середовищ систем ДН у загальноосвітніх навчальних закладах.

3.1.11.2. Обґрунтування складу і синтез структури навчальних середовищ систем ДН в спеціальних навчальних закладах.

3.1.11.3. Обґрунтування складу і синтез структури навчальних середовищ систем ДН у професійно-технічних навчальних закладах.

3.1.11.4. Обґрунтування складу і синтез структури навчальних середовищ систем ДН у вищих навчальних закладах.

3.2. Інтегроване навчальне середовище систем ДН у спеціальній школі з використанням традиційних і комп'ютерно орієнтованих засобів навчання.

3.2.1–3.2.11. Формулювання цих напрямів здійснюється подібно формулюванню напрямів 3.1.1–3.1.11 з урахуванням специфіки спеціальної школи.

3.3. Інтегроване навчальне середовище систем ДН у професійно-технічних навчальних закладах з використанням традиційних і комп'ютерно орієнтованих засобів навчання.

3.3.1–3.3.11. Формулювання цих напрямів здійснюється подібно формулюванню напрямів 3.1.1–3.1.11 з урахуванням специфіки професійно-технічної школи.

3.4. Інтегроване навчальне середовище систем ДН у вищих навчальних закладах з використанням традиційних і комп'ютерно орієнтованих засобів навчання.

3.4.1–3.4.11. Формулювання цих напрямів здійснюється подібно формулюванню напрямів 3.1.1–3.1.11 з урахуванням специфіки вищої школи.

4. *Соціально-економічні проблеми у системах ДН.*

4.1. Соціальні проблеми впровадження систем ДН.

4.1.1. Системи ДН і розвиток національної системи освіти.

4.1.2. Системи ДН та інтернаціоналізація освіти.

4.1.3. Системи ДН та розвиток українського і світового суспільства.

4.1.4. Порівняльний аналіз стану і розвитку систем ДН.

4.1.5. Системи ДН в умовах інформатизації освіти.

4.1.6. Системи ДН в інформаційному суспільстві.

4.1.7. Загальнокультурний розвиток особистості у системах ДН.

4.1.8. Системи ДН як соціальний інститут і об'єкт соціального й економічного управління.

4.1.9. Системи ДН як засіб підвищення суспільного інтелекту.

4.1.10. Інтернет і системи ДН.

4.2. Економічні проблеми у системах ДН.

4.2.1. Економічні передумови поєднання традиційних форм навчання і ДН.

4.2.2. Економічні моделі функціонування і розвитку систем ДН: бюджетні, господархункові, комбіновані.

4.2.3. Економічні дослідження шляхів підвищення ефективності використання електронних освітніх ресурсів у системах ДН.

4.2.4. Внутрігосподарські економічні відносини, механізми та інструменти у навчальних закладах, які здійснюють ДН.

4.2.5. Антимонопольна економічна політика у системах ДН.

4.3.6. Економічні механізми підвищення ефективності систем ДН.

4.2.7. Економічні моделі і механізми функціонування і розвитку міжнародних, національних і корпоративних комп'ютерних мереж систем ДН.

- 4.2.8. Економічні моделі і механізми міжнародних систем ДН.
- 4.2.9. Дидактико-економічні оцінки ефективності діяльності навчальних закладів, які здійснюють ДН.
- 4.2.10. Дидактико-економічні оцінки ефективності діяльності різних форм об'єднань навчальних закладів, які здійснюють ДН.
- 4.2.11. Економічні моделі функціонування і розвитку міжнародних, національних, галузевих, корпоративних і проблемно орієнтованих інституцій, які здійснюють формування, підтримку і розповсюдження електронних баз даних і знань.
- 4.2.12. Економічні моделі функціонування і розвитку систем ДН в середовищі мережі Інтернет.
- 4.3. Проблеми маркетингу у системах ДН.
- 4.3.1. Дослідження освітніх продуктів і послуг у системах ДН як товару.
- 4.3.2. Ринок освітніх продуктів і послуг у системах ДН: особливості, наявні і перспективні потреби.
- 4.3.3. Організація та управління маркетингом: реклама, формування попиту, цінова політика, комунікації та просування освітніх продуктів і послуг у системах ДН.
- 4.3.4. Електронні магазини у системах ДН.
- 4.3.5. Моніторинг ринку освітніх продуктів і послуг у системах ДН.
- 4.3.6. Міжнародні, національні, регіональні та галузеві аспекти формування, розвитку і прогнозування ринку освітніх продуктів та послуг у системах ДН.
- 4.3.7. Управління експортом та імпортом продуктів і послуг у системах ДН.
- 4.3.8. Інтернет і проблеми маркетингу у системах ДН.
- 5. *Проблеми організації навчання та управління системами ДН.*
- 5.1. Організація систем ДН.
- 5.1.1. Організаційні структури навчальних закладів, які здійснюють ДН: орієнтовані на ДН і комбіновані структури.
- 5.1.2. Організаційні структури об'єднань навчальних закладів, які здійснюють ДН: орієнтовані на ДН і комбіновані структури.
- 5.1.3. Функції та організаційні структури національних, регіональних, галузевих та корпоративних органів, які здійснюють управління системами ДН.
- 5.1.4. Організаційні заходи підвищення ефективності навчального процесу в навчальних закладах, які здійснюють ДН.
- 5.1.5. Організаційні заходи підвищення ефективності діяльності різних форм об'єднань навчальних закладів, які здійснюють ДН.
- 5.1.6. Організація міжнародного співробітництва у системах ДН.
- 5.1.7. Організація системи експертного оцінювання, ліцензування та акредитації у системах ДН.
- 5.1.8. Функції та організаційні структури міжнародних, національних, галузевих, корпоративних і проблемно орієнтованих інституцій, які здійснюють формування, підтримку і розповсюдження електронних баз даних і знань.
- 5.2. Управління системами ДН.
- 5.2.1. Функції та багаторівневі структури управління системами ДН.
- 5.2.2. Управління процесом навчання на основі моніторингу та аналізу результатів навчальної діяльності у системах ДН.
- 5.2.3. Методи моделювання та обґрунтування процесу ДН.
- 5.2.4. Корпоративні системи підтримки прийняття управлінських рішень у системах ДН.
- 5.2.5. Поточне і стратегічне планування та управління у системах ДН.

5.2.6. Управління формуванням і розвитком віртуального середовища з обміну досвідом викладачів як засіб підвищення ефективності систем ДН.

5.2.7. Управління міжнародними, національними, галузевими, корпоративними і проблемно орієнтованими структурами, які здійснюють формування, підтримку і розповсюдження електронних баз даних і знань.

5.2.8. Управління локальними, корпоративними, галузевими, національними і міжнародними проектами і програмами розвитку систем ДН.

5.2.9. Підвищення ефективності систем ДН на основі удосконалення управління навчальними закладами, які здійснюють ДН.

5.2.10. Підвищення ефективності систем ДН на основі удосконалення управління діяльністю різних форм об'єднань навчальних закладів, які здійснюють ДН.

6. *Нормативно-правові проблеми систем ДН.*

6.1. Ліцензування навчальних закладів, які здійснюють ДН.

6.2. Акредитація навчальних закладів, які здійснюють ДН.

6.3. Національна і міжнародна сертифікація систем ДН.

6.4. Автоматизовані системи експертного оцінювання та акредитації систем ДН.

6.5. Підвищення ефективності систем ДН на основі удосконалення нормативно-правового простру.

Визначені і структурно упорядковані напрями досліджень окреслюють актуальну підпроблему за обраними принципами декомпозиції загального поля досліджень проблем ДПО, ілюструють, підкреслюють і передбачають комплексний характер розв'язування проблем ДПО, системний підхід при організації і здійсненні досліджень. Формулювання окремих напрямів подано узагальнено, що допомагає дослідникам (науковцям, аспірантам, докторантам, практичним працівникам освіти) при визначенні конкретної теми (тем) дослідження в межах зазначеного напрямку сформулювати її (їх) назву, надати дослідженню розширений або звужений характер, проводити комплексні дослідження за інтегрованими темами тощо. Одночасно, наголос на необхідності системного розв'язування проблем ДПО, на узагальненості назв визначених напрямів досліджень вказує на невичерпаність наведеного їх переліку і можливість, таким чином, розширити або уточнити (в межах запропонованої структури) цей перелік в кожному певному випадку і за тими чи іншими умовами і обмеженнями конкретного дослідження.

Зважаючи на глобальний характер такого загальноосвітнього явища, як дистанційна освіта, використання запропонованої структури актуальних напрямів досліджень проблем ДПО буде сприяти забезпеченню системного характеру наукових робіт, які проводяться з цих проблем, забезпечить еволюційно-поетапний характер їх виконання і впровадження в практику освіти, координацію діяльності наукових (у тому числі міжнародних) колективів з розв'язання як окремих, так і комплексних проблем, набуті, тим самим, системного прискорення (емерджентності) вирішення актуальних завдань розвитку професійної освіти і суспільства в цілому.

1.4. Інформатизація освіти – інструмент формування інформаційно-технологічної платформи відкритої освіти

- Інформатизація освіти.
- Комп'ютеризація освіти.
- Інформатизація освіти і розвиток поняттєво-термінологічного апарату систем навчання і освіти.

«Серед основних тенденцій розвитку освіти в сучасному світі слід виокремити надзвичайно швидке оновлення технологій. Зростання економіки диктує таку освіту, яка могла б готувати людей до повноцінного життя в умовах змін. Адже перехід до інформаційного суспільства зумовлює підвищення вимог до комунікативних та інформаційних компетентностей особи, до зростання професійної мобільності працівників» [314].

Сучасні моделі відкритої освіти неможливо побудувати без чіткого розуміння того, на якій інформаційно-технологічній платформі така освіта будується, як ця платформа формувалася дотепер, який її стан сьогодні і як вона має розвиватися у майбутньому, без відповіді на питання: чи пов'язані завдання освіти в цьому напрямі із загальнонаціональними баченням і завданнями розвитку країни, з об'єктивними процесами розвитку світового суспільства?

1.4.1. Інформатизація освіти

Інформатизація освіти (ІО) – це сукупність взаємопов'язаних організаційно-правових, соціально-економічних, навчально-методичних, науково-технічних, виробничих та управлінських процесів, спрямованих на задоволення інформаційних, обчислювальних і телекомунікаційних потреб (інших потреб, що пов'язані із впровадженням методів і засобів інформаційно-комунікаційних технологій – ІКТ) учасників навчально-виховного процесу, а також тих, хто цим процесом управляє та його забезпечує (в тому числі здійснює його науково-методичний супровід і розвиток).

Тобто, ІО передбачає реалізацію комплексу системних заходів, спрямованих на забезпечення використання суб'єктами системи освіти вірогідного, вичерпного і своєчасного знання при здійсненні ними усіх видів діяльності.

Інформатизація освіти є більш широким поняттям, ніж комп'ютеризація освіти, а процес ІО включає процес її комп'ютеризації.

Поняття ІО пов'язується із широким впровадженням у систему освіти методів і засобів ІКТ, створенням на цій основі комп'ютерно орієнтованого інформаційно-комунікаційного середовища, з наповненням цього середовища електронними науковими, освітніми та управлінськими інформаційними ресурсами, з наданням можливостей суб'єктам освітнього процесу здійснювати доступ до ресурсів середовища, використовувати його засоби і сервіси під час розв'язування різних завдань.

Під поняттям ІО, наприклад в [123], розуміється «процес, спрямований на реалізацію задуму підвищення якості освіти, проведення досліджень і розробок, впровадження, супровід і розвиток, заміну традиційних інформаційних технологій на більш ефективні в усіх видах діяльності національної системи освіти...».

Україна активно залучилася до світових процесів розвитку освіти, зокрема її інформатизації. ІО – це, без перебільшення, справжня революція в освіті, оскільки вона спрямована не просто на формування носія знань, а насамперед, – на форму-

вання творчої особистості, яка вміє застосовувати набуті знання і вміння, працювати з інформаційними ресурсами для успішної діяльності у будь-якій сфері суспільного життя, власне – для інноваційного розвитку суспільства... Застосування ІКТ докорінно змінює роль і місце педагога та учня в навчальному процесі, сприяє реалізації індивідуального підходу в навчанні – того, чого ще так бракує. У такій моделі вчитель перестає бути просто «ретранслятором» знань, а є співтворцем сучасних, позбавлених повчальності й проповідництва, технологій навчання. Більш того, вже з'явився новий напрям діяльності – розроблення ІКТ навчання і програмно-методичних навчальних комплексів. Інформатизація і комп'ютеризація освітньої галузі є одним з найскладніших і найважливіших завдань [314].

Отже, проникнення ІКТ у навчальний процес створює передумови для кардинального оновлення як змістово-цільових, так і технологічних сторін навчання, що виявляється у суттєвому збагаченні системи дидактичних прийомів, засобів навчання і на цій основі – у формуванні нетрадиційних педагогічних технологій, заснованих на використанні комп'ютерів.

Визначимо, що *ІКТ навчання* – це комп'ютерно орієнтована складова педагогічної технології, яка відображає деяку формалізовану модель певного компоненту змісту навчання і методики його подання у навчальному процесі, яка представлена в цьому процесі педагогічними програмними засобами і яка передбачає використання комп'ютера, комп'ютерно орієнтованих засобів навчання і комп'ютерних комунікаційних мереж для розв'язування дидактичних завдань або їх фрагментів.

На основі поєднання традиційних педагогічних технологій та ІКТ навчання вдається значно ефективніше розвинути і примножити природні здібності людини. Використання цих технологій в процесі навчання створює додаткові умови і зумовлює появу нових цілей та оновлення змісту освіти, дозволяє досягти якісно більш високих нових і додаткових результатів навчальної діяльності, забезпечити для кожного учня формування і розвиток його власної освітньої траєкторії. Це пов'язано з появою нових, практично необмежених педагогічних можливостей для індивідуалізації і диференціації навчального процесу, його гнучкої адаптації до індивідуальних особливостей учня, застосуванням у цьому процесі додаткових інформаційних навчальних ресурсів, широкого спектру педагогічних методів і технологічних варіантів навчання, розширенням масштабу і змінами характеру навчальних комунікацій, посиленням процесуальних і мультимедійних характеристик можливостей засобів навчання, розширенням простору інноваційної педагогічної діяльності тощо. Проте, ефективне впровадження у навчальну діяльність ІКТ не завжди забезпечується в межах традиційної класно-урочної системи організації навчального процесу, а тому часто вимагає змін форм його організації.

Отже, ІО суттєво впливає на зміст, методи та організаційні форми навчання й управління навчально-пізнавальною діяльністю, приводить до змін у діяльності учнів, вчителів, керівників навчальних закладів та органів управління освітою і тому має охоплювати переважно всі напрями і сфери їх діяльності. Тому ІО передбачає широке та ефективне впровадження і застосування ІКТ при здійсненні освітньої, наукової та управлінської функцій, що притаманні освітній галузі.

Методологічним фундаментом ІО виступає, по-перше, інформатика – наука про інформацію та закономірності інформаційних процесів у природі та суспільстві, методи та засоби ІКТ, за допомогою яких забезпечують організацію, одержання, опрацювання, зберігання, подання, передавання, копіювання інформації та управління інформаційними процесами [306], а по-друге, ті розділи інших наук (насам-

перед, психолого-педагогічної науки і кібернетики), в яких досліджуються і розробляються комп'ютерно орієнтовані технології підтримки діяльності людини (педагогічної, наукової, управлінської тощо).

Інформатизація освіти передбачає і каталізує загальні процеси розвитку суспільства і освіти. При цьому, суттєвих специфічних рис набувають основні складові систем навчання, виховання і освіти: зміст освіти, методи, засоби та технології навчання і виховання, організації освіти, головні навчально-виховні ресурси цих систем: інформаційні, матеріально-технічні та енергетичні. Суттєвих змін потребують і набувають системи управління і законодавчо-правове й нормативне забезпечення процесу ІО.

Розвиток ІО в Україні пов'язаний з іменами таких видатних і відомих вчених, педагогів та організаторів освіти і науки, як В. М. Глушков, В. С. Королюк, С. О. Лебедєв, Б. М. Малиновський, А. П. Єршов, П. І. Андон, В. Ю. Биков, Г. М. Бритавський, А. Д. Безгін, Е. В. Бурфан, В. І. Гриценко, А. М. Довгялло, М. І. Жалдак, В. О. Зайчук, М. З. Згуровський, І. А. Зязюн, В. І. Костюк, В. Г. Кремень, В. І. Луговий, Ю. І. Машбіц, В. С. Міхалевич, Н. В. Морзе, А. О. Морозов, Г. Г. Науменко, С. М. Ніколаєнко, В. В. Олійник, С. А. Раков, Ю. С. Рамський, В. Н. Редько, В. Д. Руденко, В. І. Скурихін, І. В., О. В. Співаковський, П. М. Таланчук, М. В. Фоменко, М. І. Шкіль, К. Л. Ющенко та ін.

Процес ІО в Україні набув цілеспрямованого характеру і загальнодержавного значення з часу розроблення і прийняття Концепції інформатизації освіти (1984 рік) [234] і виходу Постанови Уряду України «Про заходи щодо забезпечення комп'ютерної грамотності учнів середніх навчальних закладів і широкого впровадження електронно-обчислювальної техніки в навчальний процес» (1985 рік). Це були перші, але впевнені і результативні кроки суспільства і системи освіти в напрямі суттєвого покращення стану ІО. Впродовж наступних 15 років процес ІО рішуче і неупинно розгортався. Поряд із розробленням науково-методичного забезпечення навчання предмета «Інформатика», програмних засобів навчального призначення, підготовкою, перепідготовкою і підвищенням кваліфікації викладацьких і керівних кадрів освіти суттєвого розвитку набув процес комп'ютеризації освіти – комп'ютерно-технологічної інформаційно-комунікаційної складової ІО. Це також створило необхідні умови для інформатизації і комплексної автоматизації сфери галузевого управління, широкого впровадження у цю сферу ІКТ, економіко-математичних методів і моделей управління системою освіти на всіх її організаційних рівнях [97].

Згідно з відповідними рішеннями Уряду України, завданнями Республіканської цільової комплексної науково-технічної програми створення (1979 рік) і розвитку (1983 рік) автоматизованої системи збирання та опрацювання даних для обліку, планування та управління народним господарством (РАСУ) України у 1980 році була введена у промислову експлуатацію перша, а у 1985 році – друга черга галузевої автоматизованої системи управління (ГАСУ) освітою – як одна з функціональних підсистем республіканської (РАСУ) і загальнодержавної (ДАСУ) автоматизованої системи управління народним господарством України і СРСР [39, 102, 104].

Подальший розвиток ІО пов'язаний з прийняттям Закону України «Про концепцію Національної програми інформатизації» (1998 рік), Постанови Кабінету Міністрів України від 22 березня 1999 року № 431, якою були затверджені завдання Національної програми інформатизації України, державним замовником яких виступало Міністерство освіти і науки України. Зокрема, завдання зазначеної програми

передбачали суттєве поліпшення стану ІО. В свою чергу, необхідність ІО була підкреслена у Національній доктрині розвитку освіти України [298], схвалений у 2001 році на II Всеукраїнському з'їзді працівників освіти України та затверджена Указом Президента України № 347/2002 від 17 квітня 2002 р., де, зокрема, зазначалося, що:

- запровадження у навчальний процес ІКТ відкриває нові шляхи для подальшої диференціації навчання, каталізації творчих, пошукових, особистісно зорієнтованих, комунікативних форм навчання, підвищення його гнучкості і адекватності запитам практики;

- у загальноосвітній і професійній школі методи і засоби інформатики повинні послідовно вивчатися, а комп'ютерно орієнтовані засоби навчання застосовуватись впродовж всього терміну навчання. Комп'ютер та ІКТ мають виступати як засіб навчальної діяльності при опануванні всіма навчальними предметами і як об'єкт вивчення при загальноосвітній та профільній підготовці. Базовий курс інформатики має вивчатися за єдиною державною програмою;

- використання ІКТ надає нові можливості для освіти дітей і дорослого населення з вадами фізичного і розумового розвитку, для громадяни, які потребують соціальної допомоги і соціальної реабілітації, для тих, хто має особливі здібності і нахили до відповідної професійної діяльності;

- у вищих навчальних закладах усіх рівнів акредитації забезпечується вивчення базового курсу інформатики за усіма спеціальностями. У зміст цього курсу необхідно врахувати структуру відповідного базового курсу інформатики загальноосвітньої школи, забезпечити наступність, поглиблений рівень науковості, професійну спрямованість, відповідність сучасному стану і світовим тенденціям розвитку методів і засобів інформатики. Цей курс вивчається за єдиною державною програмою. Комп'ютерно орієнтовані засоби навчання мають застосовуватись протягом всього терміну навчання;

- використання інформаційних ресурсів та послуг глобальної мережі Інтернет сприяє розширенню освітнього інформаційного простору, інтернаціоналізації освіти, наближенню її якісних показників до міжнародного рівня відповідних освітніх вимог;

- традиційна форма здобуття освіти там, де це є доцільним, має бути доповнена дистанційною формою навчання на технологічній платформі ІКТ. Використання дистанційних технологій навчання створюють додаткові умови для організації ефективної системи післядипломної освіти, яка повинна забезпечити перепідготовку і підвищення кваліфікації учительських і професорсько-викладацьких кадрів, керівників навчальних закладів і організаторів освіти;

- для запровадження комп'ютерно орієнтованих засобів навчання в навчально-виховний процес, забезпечення такими засобами навчальних закладів всіх типів і рівнів акредитації та навчальних предметів створюється на державному рівні мережа центрів і фондів комп'ютерних програмних засобів [74].

У розвиток зазначених вище державних документів була розроблена Концепція програми інформатизації освіти [47, 236], а Кабінет Міністрів України прийняв постанову від 6 травня 2001 року № 436 «Про затвердження програми інформатизації загальноосвітніх навчальних закладів, комп'ютеризації сільської школи» на 2001–2003 роки як складової Національної концепції інформатизації України. Зокрема, завдання цієї програми передбачали: розроблення методичного забезпечення інформатизації навчальних закладів; удосконалення системи підготовки педагогічних

кадрів, створення дидактичних програмних засобів та системи їх сертифікації; розроблення інформаційного, навчального та методичного забезпечення дистанційної освіти; перепідготовку та підвищення кваліфікації педагогічних кадрів із впровадження дистанційних технологій навчання; подальше суттєве покращення стану комп'ютеризації освіти.

Наприкінці XX – початку XXI століття політика впровадження ІКТ в суспільство, процеси ІО набули міжнародного, загальнопланетарного характеру. В Декларації II Міжнародного конгресу ЮНЕСКО «Інформатизація і освіта» [123] зазначається: «Стратегічна мета ІО полягає у глобальній раціоналізації інтелектуальної діяльності за рахунок застосування ІКТ, радикальному підвищенні ефективності і якості підготовки спеціалістів з новим типом мислення, що відповідає вимогам ностіндустріального суспільства. В результаті досягнення цієї мети в суспільстві повинні бути забезпечені масова комп'ютерна грамотність і формування нової інформаційної культури мислення шляхом індивідуалізації освіти... При розв'язуванні проблеми комп'ютерної грамотності і грамотності в галузі інформатики в цілому необхідно йти не по шляху поступового зниження вікової межі навчання інформатики, як основи майбутньої професійної освіти, а, навпаки, застосовувати засоби ІКТ в системі неперервної освіти, починаючи з дошкільного і молодшого шкільного віку учнів [64]. При цьому інформаційно-обчислювальна техніка має органічно увійти в систему інших дидактичних засобів, стати ще одним важливим елементом предметного середовища навчання і застосування [57] для різнобічного розвитку учнів... Інформаційна культура – це вміння людини відповідним чином застосовувати весь набір ІКТ у своїй повсякденній діяльності».

Слід зазначити: на сучасному етапі розвитку суспільства і освіти головною метою ІО є підготовка тих, хто навчається, до активної і плідної життєдіяльності в інформаційному суспільстві підвищення якості, доступності та ефективності освіти, створення освітніх умов для широких верств населення щодо здійснення ними навчання протягом усього життя, на основі широкого впровадження в освітню практику методів і засобів ІКТ та комп'ютерно орієнтованих технологій підтримки діяльності людей.

Реалізація головної мети передбачає досягнення таких підцілей [47]:

- формування інформаційної культури учнів, що стає сьогодні невід'ємною складовою загальної культури кожного члена суспільства, характерною рисою і необхідною умовою існування інформаційного суспільства в цілому;

- створення нових і додаткових (за рахунок і на основі впровадження ІКТ) умов підвищення якості освіти;

- розвиток нових форм освіти і навчальних технологій, що принципово базуються на ІКТ, реалізація на цій основі концепцій відкритої і дистанційної освіти, підвищення доступності і забезпечення екстериторіальності й інтернаціоналізації освіти;

- удосконалення управління освітою, створення автоматизованих систем управління на всіх організаційних рівнях системи освіти та на рівні різних типів навчальних закладів;

- підвищення рівня координації, ефективності та керованості, забезпечення екстериторіальності та інтернаціоналізації наукових досліджень, що проводяться в системі освіти, широке використання методів, засобів і технологій управління проектами, формування сучасного наукового інструментарію і розширення простору наукового експерименту.

Реалізація головної мети інформатизації національної системи освіти стосовно системи загальної середньої освіти передбачає розв'язання таких завдань [47]:

- модернізація змісту і технологій навчання, які відповідали б сучасним освітнім пріоритетам, максимально використовували переваги ІКТ для підвищення якості освіти дітей, збереження здоров'я учнів;

- досягнення необхідної професійної кваліфікації працівників освіти, яка створювала би їм можливість реалізовувати сучасні моделі освітнього процесу з використанням ІКТ;

- створення системи методичної підтримки навчання в умовах інформатизації навчального процесу;

- підвищення кваліфікації, перепідготовки і підготовки педагогічних, адміністративних і інженерно-технічних кадрів, які здатні ефективно використовувати в навчальному процесі сучасні ІКТ;

- формування, постійне розширення освітнього інформаційного простору та спектра інформаційних ресурсів освіти, реалізація в освітньому інформаційному просторі всіх зв'язків і забезпечення необхідних комунікацій між учасниками навчального процесу, оточуючим середовищем;

- розроблення нормативної бази, створення системи проектування й управління процесом інформатизації;

- забезпечення якості, стандартизації й сертифікації засобів ІКТ в освіті;

- інформатизація процесу управління освітою.

Створення нових і додаткових (за рахунок і на основі впровадження ІКТ) умов підвищення якості освіти досягається шляхом [47]:

- розроблення і широкого впровадження в практику освіти нових особистісно орієнтованих технологій навчання і учіння;

- диференціації і демократизації навчально-виховного процесу для найбільш повного розвитку схильностей і здібностей людини, задоволення її запитів і потреб, розкриття її творчого потенціалу;

- організації ефективної колективної навчальної діяльності, в тому числі екстериторіальної і спільної міжнародної (освіта без кордонів);

- розширення простору і підвищення ефективності вільного доступу до інформаційних (в тому числі міжнародних) освітніх ресурсів, баз даних і знань, розвиток засобів формування, зберігання, пошуку і представлення інформаційних освітніх матеріалів, створення автоматизованих бібліотечних систем;

- створення нового покоління комп'ютерно орієнтованих засобів навчання, у тому числі комп'ютерних програмних засобів навчального призначення;

- розвитку засобів оцінювання результатів навчальних досягнень учнів, впливу педагогічних інновацій на результати навчальної діяльності, засобів управління навчанням.

Ступінь впровадження ІКТ в освіту значною мірою відбиває глибину і масштаби інформатизації суспільства, а сам цей процес має всеохоплюючий відносно системи освіти характер. Ось чому впровадження ІКТ в освітній процес сприяє виконанню більшості завдань, що стоять перед всією системою освіти. Таким чином, реалізація головної мети інформатизації освіти забезпечує досягнення таких підцілей, які багато в чому збігаються із загальними цілями розвитку освіти.

Серед таких підцілей відзначимо створення нових і розширення існуючих (за рахунок і на основі впровадження ІКТ) можливостей для [47]:

- демократизації та інтернаціоналізації освіти, розвитку світогляду і культури особистості, інтеграції освіти України у світовий освітній простір;

- підвищення рівня фундаментальності загальної і професійної освіти;

- формування у дітей і молоді цілісної наукової картини світу, потреби і умінь самостійного наукового пізнання, самонавчання і самореалізації відповідно до їх індивідуальних можливостей;

- розвитку у дітей і молоді творчих здібностей, організації та індивідуалізації навчання обдарованої учнівської та студентської молоді, в тому числі проведення дистанційних олімпіад;

- створення системи дистанційного тестування рівня навчальних досягнень;

- розвитку системи позашкільної освіти;

- більш повного задоволення потреб населення мікрорайону або населеного пункту в додаткових культурно-освітніх та інших особистісно та соціально значущих послугах, використання для цих цілей комп'ютерних і комунікаційних засобів навчальних закладів, які розміщені на території цього мікрорайону, населеного пункту або найбільш наближені до нього;

- розвитку системи профорієнтації, профвідбору та працевлаштування, створення спеціальних комп'ютерно орієнтованих засобів для забезпечення цієї роботи;

- розвитку спеціальної освіти осіб з особливостями психофізичного розвитку, створення нових спеціальних методів, засобів і освітніх технологій, розширення масштабів охоплення такою освітою відповідних верств населення, створення спеціальних засобів виявлення та діагностики особливостей психофізичного розвитку, корекційної та реабілітаційної допомоги;

- підвищення рівня допрофесійної підготовки учнів старших класів загальноосвітньої школи, професійної підготовки учнів професійно-технічних і студентів вищих навчальних закладів, інших категорій учнів, розширення спектра та адекватності застосування експертних систем, систем автоматизації моделювання, тренажерів та інших професійно орієнтованих засобів навчання і контролю рівня професійних компетентностей;

- досягнення диференціації, інтеграції та варіативності наскрізної рівневої освіти, створення умов для освіти членів суспільства протягом всього життя;

- розвитку післядипломної освіти та освіти дорослих, вдосконалення системи перепідготовки та підвищення кваліфікації, в тому числі педагогічних і керівних кадрів освіти;

- забезпечення контролю за динамікою стану здоров'я (психічного і фізичного) дітей, учнівської та студентської молоді, формування та підтримки в актуальному стані комп'ютерних інформаційних баз даних психологічної та медичної діагностики, відповідної лікувальної, профілактичної та корекційної допомоги, що надається протягом терміну навчання, аналізу впливу характеру організації навчання, методів та засобів навчання, що застосовуються, несприятливих чинників навколишнього середовища, інших несприятливих чинників на стан здоров'я (психічного і фізичного) тих, хто навчається, як протягом всього терміну навчання, так і у віддаленій перспективі.

За 20 років, що минули з часу виходу Постанови Уряду України щодо забезпечення комп'ютерної грамотності учнів загальноосвітніх, професійно-технічних і студентів вищих педагогічних навчальних закладів (цей час дістав назву – 20 років шкільної інформатики) стан ІО набув суттєвих позитивних змін [89, 167]. Характер цих змін став одним з визначальних чинників розвитку суспільства і системи освіти в цілому.

За цей час були навчені і пройшли підвищення кваліфікації сотні тисяч вчителів загальноосвітньої і професійно-технічної школи, викладачів вищої школи і керівників освіти. Науковцями АПН України, працівниками навчальних закладів було розроблено і впроваджено в освітню практику чимало програмних засобів навчального призначення, підготовлені і видані нові підручники та інша науково-методична література, в якій передбачається широке застосування (і яка спирається на широке застосування) у навчанні ІКТ, методів і засобів інформатики; видані численні збірники наукових праць, проведені науково-методичні конференції з цієї тематики. У програмі нової 12-річної школи інформатика виділена в окремий предмет технологічного блоку загальноосвітньої підготовки школярів. З цього навчального предмета розроблені і на державному рівні затверджені відповідні навчальні програми [116]. Інформаційно-комунікаційні технології, комп'ютерні засоби та Інтернет знайшли помітне застосування в навчальних закладах і наукових установах при виконанні наукових досліджень і проведенні науково-методичних розробок. Розробленню проблем застосування ІКТ в навчанні присвячена значна кількість дисертаційних досліджень.

Нові завдання постають перед ІО у зв'язку із сучасними завданнями розвитку освіти, зокрема поступовим переходом загальноосвітньої школи на 12-річний термін навчання, введенням профільного навчання у старшій школі, поглибленням інтеграції і розширенням масштабів впровадження засобів ІКТ у загальноосвітній, професійно-технічній і вищій навчальній закладах [86, 109, 340, 341]. Зокрема, ці завдання передбачають створення автоматизованих систем: з розроблення комп'ютерно орієнтованих програмно-методичних комплексів, підтримки наукових досліджень, моніторингу результатів впровадження педагогічних інновацій, оцінювання і моніторингу результатів навчальної діяльності, підтримки процесу навчання, інформаційних бібліотечних систем [114, 122], інформаційно-аналітичних систем управління освітою і навчальними закладами [39, 97]. Має бути створений Фонд програм навчального призначення, включаючи фонд їх еталонів.

Прийняті Постанова Кабінету Міністрів України від 13 липня 2004 року № 905 «Про затвердження Комплексної програми забезпечення загальноосвітніх, професійно-технічних і вищих навчальних закладів сучасними технічними засобами навчання з природничо-математичних і технологічних дисциплін» на 2005–2011 роки» і Постанова Кабінету Міністрів України від 7 грудня 2005 року № 1153 «Про затвердження державної програми «Інформаційні та комунікаційні технології в освіті і науці» на 2006–2010 роки» спрямовані на ці цілі і визначають для системи освіти і науки України сучасні завдання щодо подальшого розвитку процесів ІО.

Отже, освіта повинна зайняти визначальне місце у впровадженні у всі сфери діяльності людей сучасних ІКТ – провідних технологій ІС, забезпечити рівний доступ до мережних навчальних інформаційних ресурсів всім, хто навчається.

Тому в діяльності навчальних закладів усіх типів і рівнів акредитації проблемам інформатизації має приділятися першочергова увага. Зокрема, значне місце мають посісти дослідження, пов'язані з вивченням педагогічних умов формування комп'ютерно орієнтованого навчального середовища, моделюванням його складу і структури, визначенням місця і ролі, яке займають і відіграють в ньому засоби навчання та ІКТ. Свого подальшого розвитку мають набути педагогічні технології, які принципово базуються на ІКТ, зокрема мультимедійні технології, е-дистанційні технології навчання. Комп'ютерно орієнтовані засоби навчання мають стати базовими ін-

струментами навчальної діяльності при вивченні переважної більшості предметів. Поряд з традиційними підходами, необхідно постійно переглядати і осучаснювати зміст освіти і педагогічні технології, приводити їх у такий стан, який дозволив би забезпечити якісну освіту учнів, підготовку, перепідготовку і підвищення кваліфікації вчительських, професорсько-викладацьких кадрів, управлінського кадрового корпусу освіти для ефективного впровадження в практику освіти інноваційних технологій навчання, що базуються на ІКТ.

Для розв'язання цих проблем мають бути суттєво розширені і поглиблені роботи в напрямі теоретико-методологічного і науково-методичного забезпечення ІО. Необхідно розгорнути нові наукові дослідження, регулярно проводити експериментальну роботу, забезпечити організацію і координацію цієї діяльності в межах всієї системи освіти.

Для підвищення ефективності цієї роботи повинні бути розроблені новітні архітектури навчальних комп'ютерних комплексів, розгорнуті роботи із створення програмних систем автоматизованого розроблення комп'ютерно орієнтованих програмно-методичних комплексів, мультимедійних засобів навчання, систем бездротових віддалених і мобільних освітніх комунікацій, автоматизованих систем наукових досліджень, інформаційно-аналітичних систем, автоматизованих бібліотечних систем, систем моніторингу результатів впровадження педагогічних інновацій, засобів захисту електронних систем навчання і освіти. Мають бути розроблені науково-організаційні засади створення і подальшого розвитку Фонду комп'ютерних програм навчального призначення, включаючи фонд їх еталонів.

Окремо зазначимо, що важливим інформаційним ресурсом ІО є і залишаються бібліотеки навчальних закладів, зокрема шкільні бібліотеки.

Бібліотеки провідних вищих навчальних закладів України сьогодні мають сучасний рівень комп'ютерного забезпечення, вони під'єднані потужними каналами зв'язку до Інтернет, мають значні обсяги доступних користувачам електронних інформаційних ресурсів. Концептуальні засади інформатизації шкільних бібліотек в Україні вже розроблені [214]. Проте, широка інформатизація і комп'ютеризація шкільних бібліотек ще на часі. В [314] зазначається: «Добра бібліотека – це інформаційно-освітній і культурний центр навчального закладу. І такий статус залежить не лише від оснащення бібліотеки сучасною технікою, комп'ютерами, Інтернетом, сучасними електронними ресурсами, кількості нових книжок тощо. Значною мірою така роль бібліотеки залежить від професіоналізму бібліотекаря та розуміння керівника навчального закладу функцій книгозбірні... Уже на часі створення регіональних систем підтримки бібліотек загальноосвітніх навчальних закладів, які зможуть якісно, повно та оперативно задовольнити інформаційні потреби вчителів і учнів; забезпечити доступ шкільних бібліотек до інформаційних ресурсів інших бібліотек України та зарубіжжя». Така робота вже активно проводиться в ряді областей України [38, 122].

Відповідно до зазначених завдань повинна здійснюватись підготовка і перепідготовка учительських кадрів, кадрів управління навчальними закладами і освітою – основної рушійної сили модернізації системи освіти.

Перевірка знань і вмінь володіння ІКТ має обов'язково проводитись на вступних іспитах в аспірантуру, на кандидатських іспитах. Ці технології мають широко застосовуватись при проведенні дисертаційних досліджень, в науково-дослідній роботі. Причому логічний рівень програмних засобів, що застосовуються, має бути суттєво підвищений: від використання простих офісних пакетів програм – до авто-

матизованих програмних систем організації і підтримки наукових досліджень та освітньої діяльності.

Ефективність процесу ІО значною мірою зумовлена результативністю створення національної індустрії комп'ютерно орієнтованих засобів навчання (ІКТ орієнтованих засобів навчання), зокрема програмних засобів навчального призначення, широкого впровадження цих засобів в освітню практику. Апаратні і програмні засоби інформатики виступають в освітній діяльності не тільки як предмет вивчення і засоби навчання, а й як ефективний інструмент наукової діяльності і управління усіма процесами, що здійснюються в системі освіти.

Індустрія програмних засобів навчального призначення, як одна з підгалузей національної індустрії засобів навчання, покликана гармонійно поєднувати наукові дослідження, розробку і виробництво програмних засобів навчального призначення та електронних інформаційних ресурсів, їх розповсюдження і впровадження в навчальні заклади різних типів, надання телекомунікаційних та інформаційних освітніх послуг як тим, хто навчається в системі освіти, так і всьому населенню країни за відповідними запитами. Ця індустрія має стати системною базою, найважливішим чинником модернізації освіти і науки на сучасному етапі їх розвитку, забезпечити підвищення ефективності навчання і виховання, якості освіти та економічної ефективності освітніх послуг, суттєво поширити доступ громадян до ІКТ, Інтернету та інформаційних ресурсів з метою освіти, навчання, розвитку освітніх мас-медіа, взаємодії з державними і місцевими органами управління освітою і наукою, чинником демократизації освіти, інтеграції освіти України у світовий освітній простір. Винятково важливого значення набувають завдання створення засобів і технологій єдиного інформаційного освітнього простору, його наповнення якісними інформаційними ресурсами навчального і наукового призначення, забезпечення доступу до цих ресурсів навчальних закладів, широких верств населення. Важливу роль при цьому мають відіграти Інтернет орієнтовані інформаційні освітні портали [93].

Роботи в цьому напрямі ІО мають бути спрямовані передовсім на створення високоякісних програмних засобів навчального призначення, електронних посібників, освітніх Інтернет-порталів, електронних бібліотечних систем, дистанційних технологій навчання для суттєвого поширення освітніх можливостей доступу громадян до інформаційних технологій, електронних інформаційних навчальних ресурсів і освітніх послуг, єдиного інформаційного освітнього простору, підвищення на цій основі якості освіти.

Така робота вже проводиться. На замовлення Міністерства освіти і науки України у 2003–2005 роках було розроблено близько 40 програмно-педагогічних засобів, які пройшли апробацію, отримали гриф МОН і були поставлені у 1534 навчальних заклади, де ці засоби успішно використовуються у навчальному процесі. У 2006 році планується завершити розробку ще близько 20 програмних педагогічних засобів, робота над створенням яких розпочалася у 2005 році, та розробити ще 36 таких засобів. На жаль, таких засобів ще недостатньо, а їх якість не завжди відповідає сучасним вимогам [314].

Накопичений вітчизняний та світовий досвід використання ІКТ в освіті свідчить, що прогрес цих технологій значно випереджає методичні підходи, які спираються на зазначені технології. Розробка адекватної сьогоденню стратегії ІО, впровадження у сфери організації, управління та реалізації навчально-виховного процесу ІКТ має базуватися на чітких вимогах до інформаційного забезпечення системи

освіти. Звідси випливає, що визначення методологічних проблем інформатизації процесу навчання та подання знань потребує організації досліджень:

- теоретичних та прикладних проблем педагогічної інформатики, особливостей застосування засобів ІКТ у навчально-виховному процесі на сучасному етапі розвитку освіти;
- інженерно-педагогічних характеристик засобів ІКТ, що використовуються в системі освіти;
- психолого-педагогічних проблем створення комп'ютерно орієнтованого підручника, використання комп'ютерних мереж у системі освіти як технологічної складової електронних засобів масового інформування;
- питань модернізації, декомпозиції та педагогічного обґрунтування навчальних планів в умовах ІО.

Зазначені дослідження мають стати основою для:

- розроблення комп'ютерно орієнтованих засобів навчання, програмного забезпечення для навальних закладів всіх ступенів і рівнів акредитації у комплексі з комп'ютерними програмами навчального призначення та периферією, системи технологій ведення та використання банків наукових і навчальних інформаційних матеріалів, що необхідні для інформатизації педагогічної праці та навчального процесу;
- розроблення, впровадження та супроводу комп'ютерної інформаційної мережі у всіх регіонах України, що, у свою чергу, потребує визначення інженерно-педагогічних засад проектування системи інформаційної підтримки освітнього простору України, створення фондів комп'ютерно орієнтованих засобів навчання, навчально-методичних матеріалів для комп'ютерних телекомунікаційних мереж системи ІО;
- розроблення загальних, предметно та об'єктно орієнтованих вимог до інформаційного забезпечення навчально-виховного процесу в загальноосвітніх, професійно-технічних та вищих навчальних закладах всіх ступенів і рівнів акредитації, рекомендацій щодо оснащення навчальних закладів сучасними засобами навчання, синтезу матеріальної та інформаційної складових навчального середовища;
- розроблення проблем створення мережі автоматизованих бібліотечних систем;
- створення та ведення баз даних: про результати наукових досліджень в напрямі ІО; про передовий педагогічний, інженерно-технологічний, організаційно-управлінський та нормативно-законодавчий вітчизняний і закордонний досвід з розроблення та впровадження комп'ютерно орієнтованих засобів і методик навчання, інноваційних педагогічних технологій; про кращі світові зразки комп'ютерних програм навчального призначення тощо.

Для забезпечення стратегічного і оперативного управління процесом ІО необхідно здійснювати моніторинг цього процесу, для чого має набути подальшого розвитку система інформаційного забезпечення галузевого управління.

Вирішальним фактором, що визначає результативність процесу ІО, є не стільки досягнутий науково-технічний рівень комп'ютеризації освіти, а, насамперед, якість і обсяг програмних засобів навчального призначення та інших інформаційних навчальних ресурсів, які можуть бути застосовані у навчально-виховному процесі, а також кадри системи освіти, які мають бути здатними ставити змістовні завдання і віднаходити нові сфери ефективного застосування в освітньому процесі перспективних методів і засобів ІКТ, сміливо і наполегливо впроваджувати їх в освітню практику. Необхідно на регулярній основі проводити відповідні дослідження, здійснювати пілотні проекти для пошуку, апробації і відпрацювання концептуально нових педагогічних технологій, що переважно базуються на ІКТ. У таких дослідженнях

і проектах мають розв'язуватися не тільки проблеми реалізації традиційних планів із застосуванням ІКТ, а й розроблятися питання створення і впровадження в освітню практику нових навчальних курсів, поява яких стала можливою завдяки використанню ІКТ [54, 74, 123].

Водночас масштаби комп'ютеризації, глибина інформатизації, комп'ютерно-інформаційне забезпечення діяльності системи освіти мають відповідати вимогам сьогодення. Повинна на регулярній основі осучаснюватись психолого-педагогічна і науково-технічна політика ІО. Ця політика має бути спрямована на системне створення та подальший еволюційно-поетапний розвиток головних забезпечувальних складових інформатизації: науково-проектної, комп'ютерно-технологічної, інформаційно-ресурсної, кадрової, організаційно-управлінської, фінансово-економічної та нормативно-правової.

Підкреслимо, що сучасна інформатика як самостійна галузь науки і навчальна дисципліна має не тільки свою достатньо чітко окреслену проблемну галузь, але й свій метод дослідження і навчання – інформаційний підхід. Застосування цього підходу дозволяє вже сьогодні виділяти, аналізувати і розуміти багато нових властивостей і закономірностей інформатизації та інформаційних процесів в оточуючому людину природному і соціальному середовищі. Спираючись на цей підхід, слід розробляти нові парадигми аналізу та оцінки освітнього процесу, які найкращим чином відображають когнітивні процеси навчання і формування знань, умінь, навичок, способів продуктивного мислення учнів, що здобуваються завдяки ефективному застосуванню сучасних ІКТ [47, 123].

Розвиток інформатики, індустрії ІКТ, глобального електронного інформаційного простору впливають не тільки на характер і темпи ІО, але й мають визначальний вплив на загальні процеси інформаційної трансформації світу, безпосередньо зумовлюють появу інформаційного суспільства і у перспективі суспільства знань.

1.4.2. Комп'ютеризація освіти

Комп'ютеризація освіти (КО) – це упорядкована сукупність взаємопов'язаних організаційно-правових, соціально-економічних, навчально-методичних, науково-технічних, виробничих та управлінських процесів, спрямованих на формування в системі освіти комп'ютерно-технологічної платформи процесу інформатизації освіти.

Поняття КО пов'язується з оснащенням структурних елементів системи освіти на усіх її організаційних рівнях (навчально-виховних закладів, наукових та науково-методичних установ, управлінських структур тощо) комп'ютерними засобами (персональними комп'ютерами, мульти-медійними засобами, спеціальними серверами, засобами організації локальних і корпоративних мереж, їх під'єднання до мережі Інтернет тощо), із створенням в системі освіти комп'ютерно орієнтованого інформаційно-комунікаційного середовища, з формуванням його загальносистемних програмно-технічних комп'ютерних елементів, із забезпеченням можливості їх експлуатації, обслуговування, модернізації, оновлення і розвитку.

Комп'ютеризацією охоплюються загальноосвітні, професійно-технічні та вищі навчальні заклади, наукові та науково-методичні установи, що розв'язують сучасні завдання освіти незалежно від форм їх власності і галузевого підпорядкування, а також підприємства, управлінські структури та інші об'єкти, що входять до складу системи освіти.

КО є базисною, обов'язковою складовою процесу інформатизації освіти і суспільства у цілому. Ось чому, здійснюючи процес інформатизації освіти, проблемам комп'ютеризації об'єктів, що входять до складу системи освіти, повинна приділятися першочергова увага з боку усіх працівників освіти, всього суспільства, а сам цей процес має бути керованим державними і місцевими владними структурами.

Розвиток КО в Україні пов'язаний з іменами таких видатних і відомих вчених, педагогів та організаторів освіти і науки, як В. М. Глушков, В. С. Королюк, С. О. Лебедєв, Б. М. Малиновський, А. П. Єршов, П. І. Андон, В. Ю. Биков, Г. М. Бритавський, А. Д. Безгін, Е. В. Бурфан, М. І. Жалдак, В. О. Зайчук, М. З. Згуровський, І. А. Зязюн, В. І. Костюк, В. Г. Кремень, В. І. Луговий, В. С. Міхалевич, А. О. Морозов, С. М. Ніколаєнко, В. В. Олійник, С. А. Раков, Ю. С. Рамський, В. І. Скурихін, І. В. Сергієнко, О. В. Співаковський, А. О. Стогній, П. М. Таланчук, М. В. Фоменко, М. І. Шкіль, В. П. Шепотько та ін.

Перші в Україні практичні кроки в напрямі КО були здійснені у другій половині 50-х років минулого століття, коли комп'ютерними засобами почали оснащуватись провідні вищі навчальні заклади і коли ці засоби в експериментальному режимі почали застосовуватись у навчально-виховному процесі при навчанні елементів програмування і розв'язуванні обчислювальних задач [193].

Подальша еволюція КО за більш ніж 45 років, що минули з того часу (від оснащення навчальних закладів електронними обчислювальними машинами першого покоління до застосування найсучасніших засобів ІКТ), віддзеркалює як досягнення науково-технічного прогресу, насамперед, кібернетики, інформатики та ІКТ індустрії, так і здобутки у відповідній підготовці викладацьких і керівних кадрів освіти, рівень комп'ютерно орієнтованого науково-методичного забезпечення навчально-виховного процесу, автоматизованих систем навчання і освіти, які зумовили широке впровадження засобів ІКТ в освітню практику.

Широкомасштабна КО розпочалась у 70–80-ті роки минулого століття, коли засоби ІКТ почали активно впроваджуватись у систему управління освітою. Згідно з відповідними рішеннями Уряду України, завданнями Республіканської цільової комплексної науково-технічної програми створення (1979 рік) і розвитку (1983 рік) автоматизованої системи збирання та опрацювання даних для обліку, планування та управління народним господарством України (РАСУ), на всіх організаційних рівнях системи освіти були створені комп'ютерні програмно-технічні комплекси, на основі яких забезпечено формування автоматизованих робочих місць управлінців, локальних комп'ютерних мереж, галузевої обчислювальної мережі системи освіти – загальносистемної програмно-технічної бази комплексної автоматизації сфери галузевого управління. На цій комп'ютерно-технологічній платформі у 1980 році була введена у промислову експлуатацію перша, а у 1985 році – друга черга галузевої автоматизованої системи управління освітою (ГАСУ) України [81, 97, 101, 102, 104].

Процес широкого впровадження методів і засобів ІКТ у навчальний процес набув цілеспрямованого характеру і загальнодержавного значення з часу розроблення і прийняття (1984 рік) Концепції інформатизації освіти [234] і виходу Постанови Уряду України «Про заходи щодо забезпечення комп'ютерної грамотності учнів середніх навчальних закладів і широкого впровадження електронно-обчислювальної техніки в навчальний процес» (1985 рік).

Розвиток КО в Україні найбільш виразно простежується при розгляді характеру і темпів процесу комп'ютеризації загальноосвітніх навчальних закладів (ЗНЗ) державної системи освіти (найбільшої за чисельністю об'єктів і розгалуженості

мережі навчально-виховних закладів), на які вплинули як загальні світові тенденції розвитку методів і засобів ІКТ, так і специфіка соціально-економічного розвитку українського суспільства, особливості впровадження методів і засобів ІКТ у різні його підсистеми і, передовсім, у національну систему освіти. В цілому, загальні тенденції і підходи, що відображали процес комп'ютеризації ЗНЗ, характерні і для процесів комп'ютеризації вищих і професійно-технічних навчальних закладів [86, 310, 439, 441]. Проте для останніх цей процес відбувався повільніше і спочатку охоплював тільки ті професійно-технічні навчальні заклади, які надавали своїм учням одночасно з професійною і загальною середньою освіту.

Отже, на початку процесу КО, у 1986 році, у ЗНЗ налічувалося 1463 кабінети інформатики з 6574 комп'ютеризованими робочими місцями, відповідно у міських поселеннях – 1022 кабінети (5055 місць), у сільських – 441 кабінет (1519 місць).

Наприкінці 80-х років минулого століття за відсутності персональних комп'ютерів (ПК) вітчизняного виробництва в систему освіти було здійснено постачання сучасних на той час інструментальних і типових комп'ютерних класів за проектом з японською фірмою «Ямаха». Цей підхід виявився доцільним. Значна кількість науковців, викладачів і учнів здобули відповідну освіту, були залучені до створення комп'ютерно орієнтованого програмно-методичного забезпечення, комп'ютерних програмних засобів навчального призначення. За два-три роки був підготовлений перший кадровий фундамент подальшої інформатизації і комп'ютеризації освіти.

Вже на початку 90-х років минулого століття процес комп'ютеризації ЗНЗ набув бурхливого характеру. На цілі КО почали централізовано спрямовуватись значні кошти державного бюджету, залучались кошти місцевих бюджетів та інших джерел фінансування. Визначального науково-методичного та організаційно-технологічного значення у цей час набув проект «Пілотні школи», який здійснювався спільно з американською фірмою IBM і в межах якого відбулися перші постачання 152 комп'ютерних класів, що були оснащені 1628 персональними комп'ютерами (ПК) лінії PS/2. Була створена розгалужена мережа центрів з перепідготовки і підвищення кваліфікації вчителів, розроблена значна кількість комп'ютерних програм для комп'ютерної підтримки навчання з різних навчальних предметів, методичних рекомендацій (для вчителів і учнів) щодо їх застосування в навчально-виховному процесі.

У ті часи, однак, еволюція розвитку ПК ще не досягла того рівня, коли архітектури і параметри ПК, що випускались різними фірмами, програмне забезпечення ПК відповідали б єдиним загальноновизнаним у світі стандартам. За цих об'єктивних умов оснащення системи освіти здійснювалось переважно різнотипними, значною мірою програмно несумісними комп'ютерними засобами. Це значно ускладнювало процес КО у цілому і, зокрема, створення типового навчально-методичного забезпечення і програмних засобів навчального призначення, підготовку і перепідготовку викладацьких кадрів, здійснення якісного обслуговування комп'ютерних засобів.

Проте, вже в той час на світовому ринку ІКТ почали впевнено утверджуватись ідеологія і стандарти фірми IBM, на ринку ІКТ з'явилися ПК і локальні комп'ютерні мережі лінії PC, які підтримувались операційною системою Windows (фірма Microsoft). За цими підходами і стандартами почала формуватися і національна індустрія ПК. Відбувалось оснащення закладів освіти ПК як закордонного, так і вітчизняного виробництва, частка останніх у загальному парку ПК помітно зростала. Так, у 1992 році вітчизняними виробниками було поставлено 464 навчальних комп'ютерних комплекси (НKK) лінії PC з операційною системою Windows із загальною кількістю 5570 ПК, з них 37 інструментальних, 30 педагогічних, 294 базових

НKK. Загальна сума бюджетних асигнувань на оновлення і розвиток парку ПК в системі освіти за період 1986–1992 роки становила майже 850 млн карбованців. На початок 1992 року в ЗНЗ налічувалося вже 68 406 ПК, але, на жаль, все ще 160 різних типів.

У наступному, 1993 році, процес КО в якісному і кількісному відношеннях далі розвивався. У цей рік у ЗНЗ вітчизняними виробниками було поставлено 141 НKK (1776 ПК), 23 НKK були модернізовані. Станом на 1 січня 1994 року в ЗНЗ налічувалося вже 73488 ПК. Обсяг коштів, що були виділені з державного бюджету на цілі КО протягом 1993 року, дорівнював 14 млрд карбованців. Проте, враховуючи інфляцію, що у той час мала місце в країні, цей обсяг був у 2–3 рази меншим, ніж у 1992 році (у порівняльних цифрах).

З 1994 майже до 2000 року у зв'язку із вкрай скрутним економічним станом в країні централізоване виділення державних коштів на цілі КО не здійснювалося. Як наслідок, протягом цих 5 років відбулося незначне, за рахунок небюджетних джерел, збільшення в ЗНЗ кабінетів інформатики порівняно з 1995 роком (+152) та зменшення робочих місць (–1285), особливо, у ЗНЗ сільської місцевості (–1174) – в основному, як результат виведення з експлуатації морально та фізично застарілої обчислювальної техніки [166].

На кінець 2000 року в Україні на 6,79 млн учнів ЗНЗ припадало близько 92 тисяч ПК, що були встановлені у третині шкіл. На тисячу учнів ЗНЗ у міській місцевості припадало 11,9 ПК, а в сільській – 17 ПК. У цілому цей показник в Україні становив 13,6. У неповних ЗНЗ було встановлено 1,7 тисяч ПК, в середніх ЗНЗ – 90,3 тис. Комп'ютерний парк ЗНЗ включав переважно різноманітні (більш ніж 20 типів), морально та фізично застарілі ПК (КОРВЕТ, КУВТ, УКНЦ, ДВК, ІСКРА, ПОШУК-1, ПОШУК-2 тощо). Кількість IBM-сумісних ПК не перевищувало 11% від їх загальної кількості. В цілому по Україні кабінетами інформатики були оснащені 35,3% ЗНЗ, з них 61,6% у міських поселеннях, 23,7% – у сільських. Стосовно ЗНЗ I–III ступенів цей показник був дещо кращим: в Україні – 61%, у міських поселеннях – 73%, у сільських – 51,3% [166]. Спостерігалася різка відмінність рівня комп'ютеризації шкіл у різних регіонах країни. Цей показник сягає майже п'яти разів, а стосовно IBM-сумісних ПК – 35 разів [102]. Наявна на той час картина свідчила про незадовільний стан КО, що не відповідав тогочасним вимогам освіти.

Тільки після прийняття у 1998 році Закону України «Про концепцію Національної програми інформатизації» процес КО набув нового поштовху. На виконання цього Закону Постановою Кабінету Міністрів України від 22 березня 1999 року № 431 були затверджені завдання Національної програми інформатизації України, державним замовником яких виступало Міністерство освіти і науки України. Зокрема, в зазначеній Програмі передбачалося створення великих комп'ютерних мереж для цілей освіти і науки, комп'ютерно орієнтованого навчального середовища, розроблення і впровадження комп'ютерних програм навчального призначення, дистанційних технологій навчання тощо. Це вимагало суттєвого підвищення рівня оснащення навчальних закладів комп'ютерними засобами, по суті, визначило нові рубежі КО.

Необхідність КО була підкреслена у Національній доктрині розвитку освіти в Україні у ХХІ столітті, що була схвалена у березні 2001 року на Всеукраїнському з'їзді працівників освіти України та затверджена Указом Президента України № 347/2002 від 17 квітня 2002 р і де, зокрема, визначалося: «В загальноосвітній і професійній школі методи і засоби інформатики повинні послідовно вивчатися, а комп'ютерно орієнтовані засоби навчання застосовуватись впродовж всього терміну

навчання. Комп'ютер та ІКТ мають виступати як засіб навчальної діяльності при опануванні всіма навчальними предметами і як об'єкт вивчення при загальноосвітній та профільній підготовці» [298].

У розвиток цих держаних документів була розроблена нова Концепції інформатизації освіти [47, 236], а Кабінет Міністрів України прийняв постанову від 6 травня 2001 року № 436 «Про затвердження програми інформатизації загальноосвітніх навчальних закладів, комп'ютеризації сільської школи на 2001–2003 роки». Зокрема, в завданнях, окреслених в ній, передбачалося: розроблення нормативно-правового забезпечення інформатизації, включаючи методичні рекомендації щодо обладнання комп'ютерного класу, уточнення стандартів освіти з урахуванням інформатизації навчання, стандарту щодо інженерно-педагогічних вимог до комп'ютерних класів; створення в регіонах України експериментальної комп'ютерної мережі сільських навчальних закладів з метою відпрацювання новітніх високоефективних комп'ютерно орієнтованих педагогічних технологій; оснащення сільських шкіл НКК та об'єднання їх у навчальну мережу класу або навчального закладу [115]; забезпечення каналами зв'язку та під'єднання до мережі Інтернет сільських ЗНЗ; створення мережі регіональних сервісних центрів для підтримки діяльності навчальних закладів в напрямі постачання, впровадження та обслуговування засобів ІКТ.

Результати реалізації зазначеної Програми з урахуванням наявних фінансових можливостей держави, в основному, визначили якісний і кількісний стан комп'ютеризації ЗНЗ на початок 2004/2005 навчального року. Аналіз цього стану показує [167], що на цей час з 20 709 ЗНЗ України (в тому числі у міських поселеннях 6429 ЗНЗ і у сільських – 14 280 ЗНЗ) мали комп'ютерні засоби (хоча б один ПК) 13 589 (65,6%) ЗНЗ, з них у міських поселеннях 5513 (85,8%) ЗНЗ і у сільських – 8076 (56,5%). При цьому, із загальної чисельності ЗНЗ були оснащені кабінетами інформатики 9893 ЗНЗ (47,8%), з них, відповідно, у міських поселеннях 4840 (75,3%), у сільських – 5063 (35,4%) (рис. 1.4.2-1). Проте, в регіонах і далі мала місце значна строкатість рівня комп'ютеризації ЗНЗ (в окремих регіонах – до чотирьох разів). Наведена картина відображає загальний рівень оснащення засобами ІКТ мережі ЗНЗ, а сама мережа включає ЗНЗ різних ступенів і характеризується значною нерівномірністю наповнюваності і чисельності учнів у кожному з них.

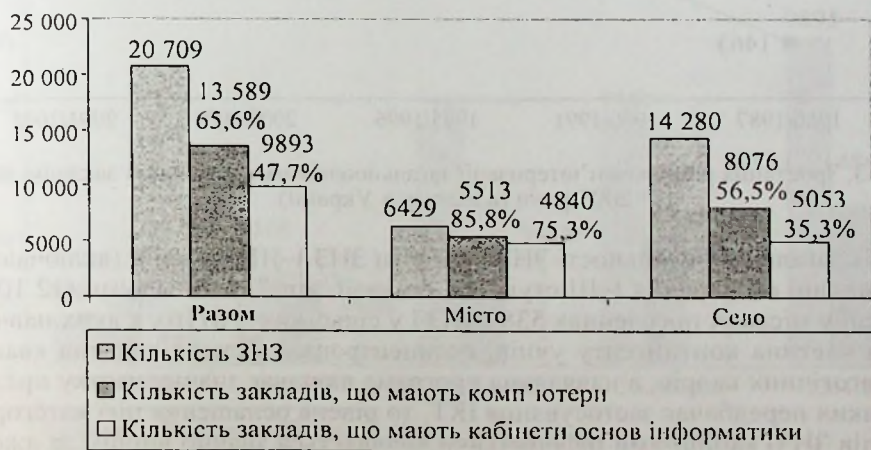


Рис. 1.4.2-1. Стан комп'ютеризації загальноосвітніх навчальних закладів на початок 2004/2005 навчального року

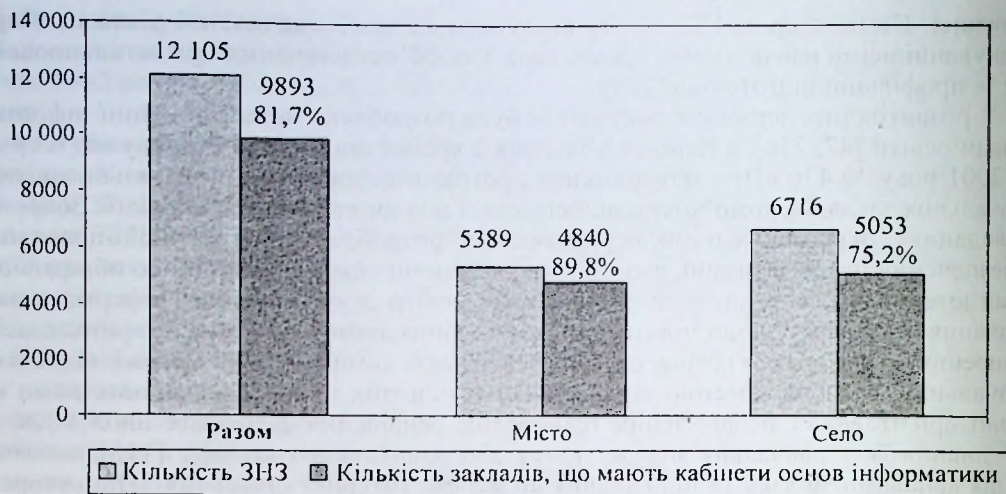


Рис. 1.4.2-2. Стан комп'ютеризації нових типів загальноосвітніх навчальних закладів на початок 2004/2005 навчального року

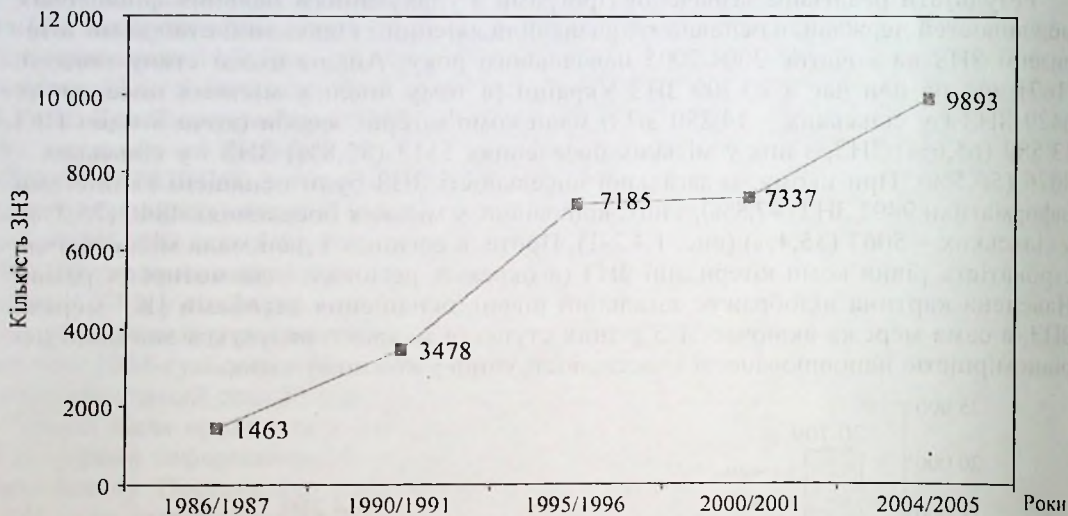


Рис. 1.4.2-3. Зростання рівня комп'ютеризації загальноосвітніх навчальних закладів за 1986–2005 роки (в цілому в Україні)

Якщо із загальної чисельності ЗНЗ виділити ЗНЗ I–III ступенів (включаючи навчально-виховні об'єднання I–III ступенів, гімназії, ліцеї та колегіуми (12 105 ЗНЗ, в тому числі у міських поселеннях 5389 ЗНЗ і у сільських – 6716), в яких навчається переважна частина контингенту учнів, сконцентрована більша частина кваліфікованих педагогічних кадрів, а навчальна програма включає значну частку предметів, навчання яких передбачає застосування ІКТ, то рівень оснащення цієї категорії ЗНЗ (нових типів ЗНЗ) кабінетами інформатики виявляється значно вищим за вже наведений: 9893 (81,7%) ЗНЗ, в тому числі у міських поселеннях 4849 (89,8%) ЗНЗ і у сільських – 5053 (75,2%) (рис. 1.4.2-2).

Для відображення забезпеченості навчально-виховного процесу засобами ІКТ використовують ще один показник, який визначає кількість комп'ютеризованих робочих місць у розрахунку на 100 учнів. У цілому в ЗНЗ України на початок 2004/2005 навчального року цей показник становив 1,82, в тому числі у міських поселеннях – 1,66, у сільських – 2,12 і в областях країни коливався від 1,2 до 2,79 (у тому числі у міських поселеннях від 1,16 до 2,31 і у сільських – від 1,12 до 3,65).

Якщо проаналізувати динаміку рівня оснащення ЗНЗ засобами ІКТ за 1986–2005 роки, то простежується переконалива тенденція суттєвого зростання цього рівня, особливо у ЗНЗ, що розташовані у сільській місцевості. Так, за 1986–2005 роки цей рівень у цілому в Україні збільшився у 6,7 раза (рис. 1.4.2-3), в тому числі у міській місцевості – в 4,7 раза, у сільській – в 11,5 раза (рис. 1.4.2-4). При цьому, якщо частка забезпеченості ЗНЗ кабінетами інформатики у міській та сільській місцевостях на кінець 1986/1987 навчального року становила, відповідно, 70% та 30%, то на кінець 2004/2005 навчального року – відповідно, 48,8% та 51,2% (рис. 1.4.2-5).

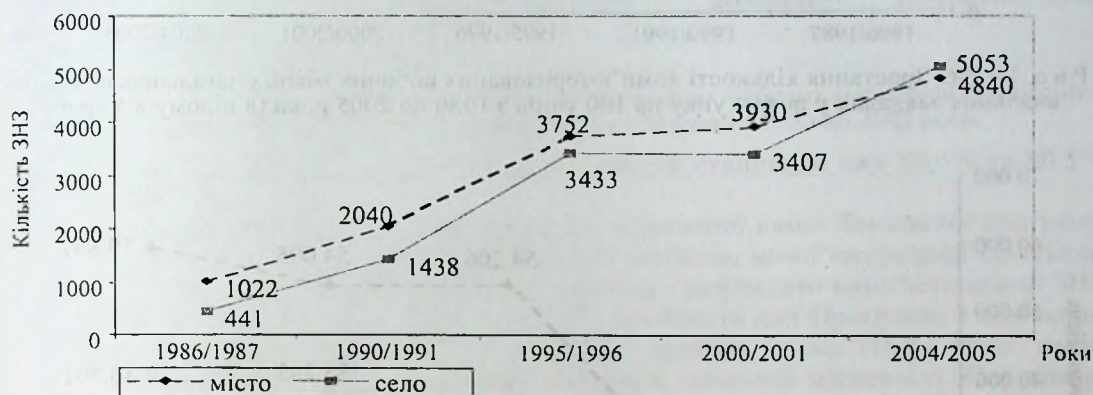


Рис. 1.4.2-4. Зростання рівня комп'ютеризації загальноосвітніх навчальних закладів за 1986–2005 роки (міська і сільська місцевості)

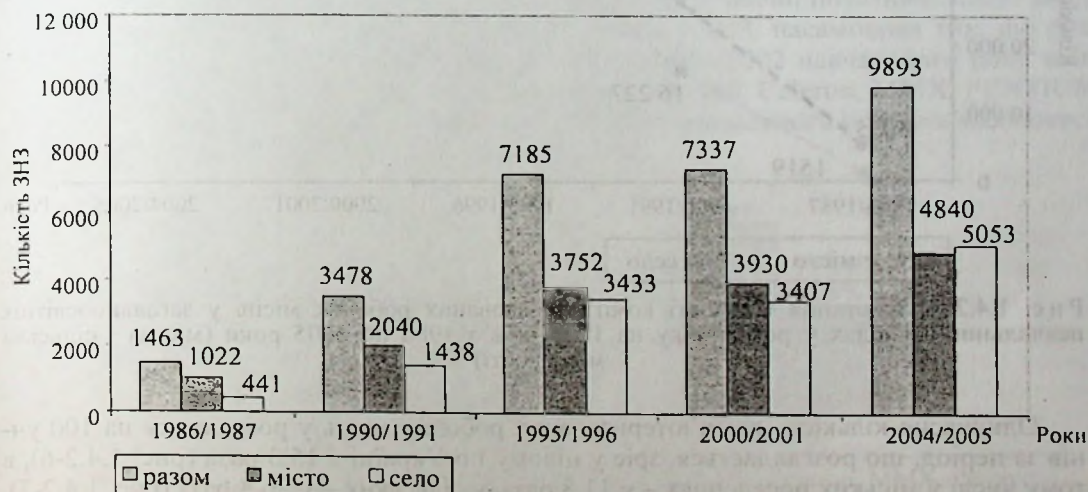


Рис. 1.4.2-5. Співвідношення рівня забезпеченості загальноосвітніх навчальних закладів кабінетами інформатики в міській і сільській місцевостях з 1986 по 2005 роки

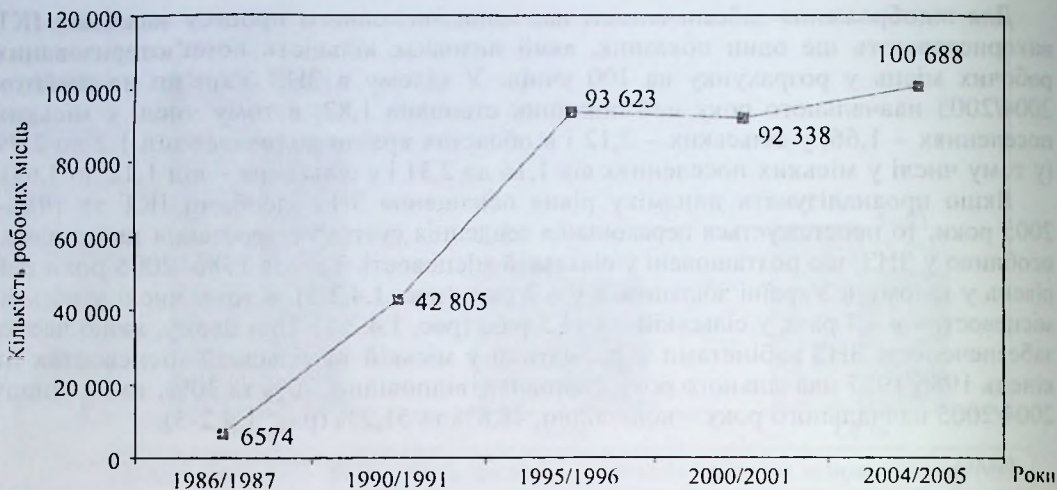


Рис. 1.4.2-6. Зростання кількості комп'ютеризованих робочих місць у загальноосвітніх навчальних закладах у розрахунку на 100 учнів з 1986 по 2005 роки (в цілому в Україні)

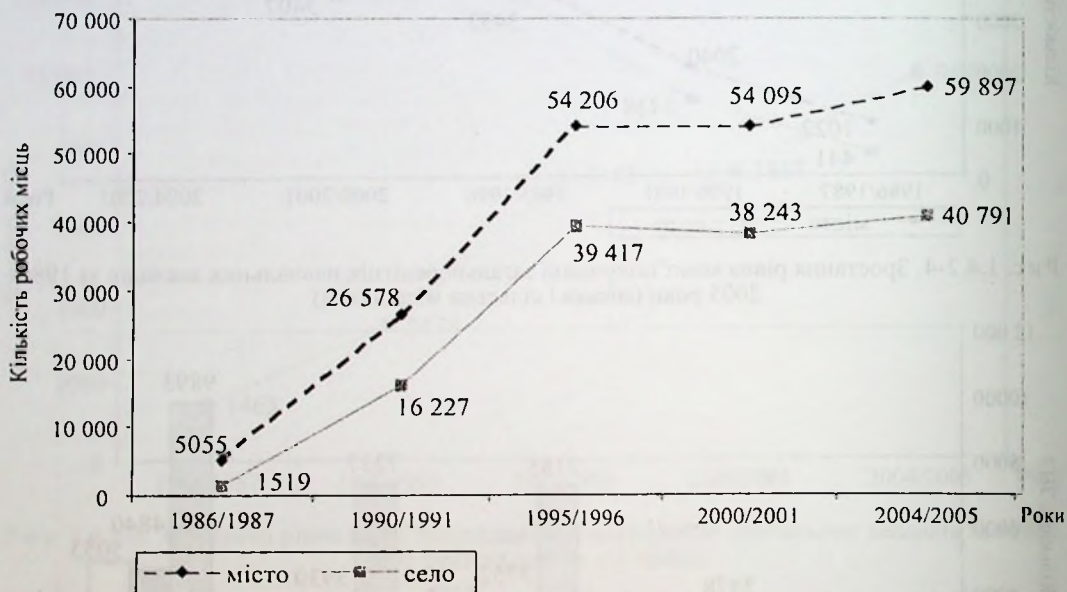


Рис. 1.4.2-7. Зростання кількості комп'ютеризованих робочих місць у загальноосвітніх навчальних закладах у розрахунку на 100 учнів з 1986 по 2005 роки (міська і сільська місцевості)

Одночасно кількість комп'ютеризованих робочих місць у розрахунку на 100 учнів за період, що розглядається, зріс у цілому по Україні в 15,3 раза (рис. 1.4.2-6), в тому числі у міських поселеннях – у 11,8 раза, у сільських – у 26,8 раза (рис. 1.4.2-7). При цьому співвідношення забезпеченості комп'ютеризованими місцями в міській та сільській місцевостях у 1986/1987 навчальному році становило 76,9% та 23,1%,

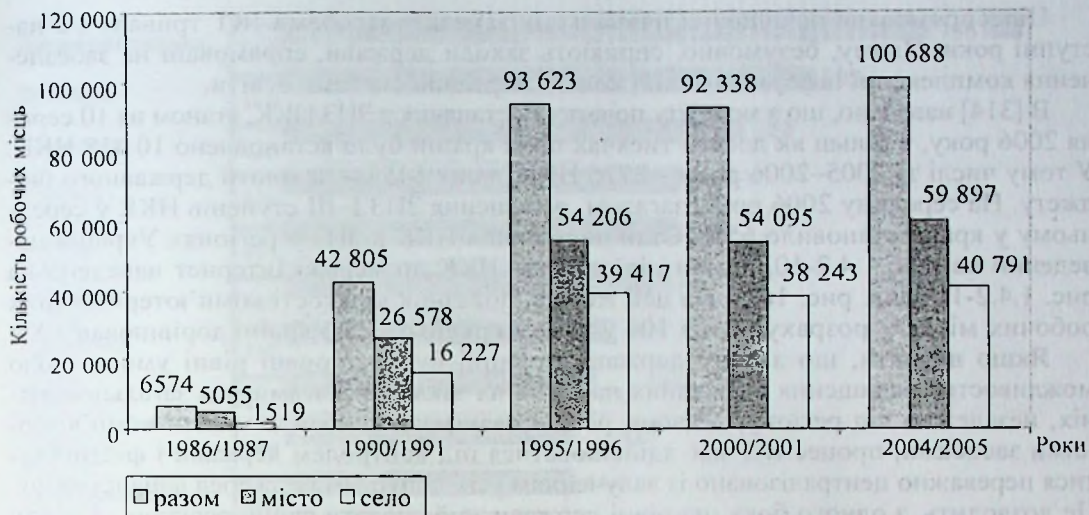


Рис. 1.4.2-8. Співвідношення кількості комп'ютеризованих робочих місць у загальноосвітніх навчальних закладах у розрахунку на 100 учнів з 1986 по 2005 роки

а у 2004/2005 навчальному році це співвідношення становило вже 59,5% та 40,5% відповідно (рис. 1.4.2-8).

Отже, можна констатувати, що реалізація зазначеної вище Державної програми з інформатизації загальноосвітніх навчальних закладів, комп'ютеризації сільських шкіл, безумовно, позитивно вплинула на характер і результати комп'ютеризації ЗНЗ і КО у цілому. За 20 років, що минули з часу прийняття цієї Програми, в навчальні заклади України всіх типів були поставлені десятки тисяч НКК, сотні тисяч комп'ютерів, у тому числі в навчальні заклади в сільській місцевості. Переважна більшість НКК, що поставляються, мають засоби під'єднання до мережі Інтернет. При цьому, по-перше, відбувається значне зростання кількості ЗНЗ, що оснащені НКК. Окрім цього, що не менш важливо, відбуваються значні позитивні якісні зміни у парку комп'ютерної техніки, що застосовується у ЗНЗ, насамперед тих, що розташовані у сільській місцевості. Так, на початок 2001/2002 навчального року комп'ютерний парк сільських ЗНЗ із процесорами типу 486, Celeron, MMX, PENTIUM становив 3820 комп'ютерів, а на початок 2004/2005 навчального року він збільшився до 29 340, тобто зріс майже на 87% (рис. 1.4.2-9).

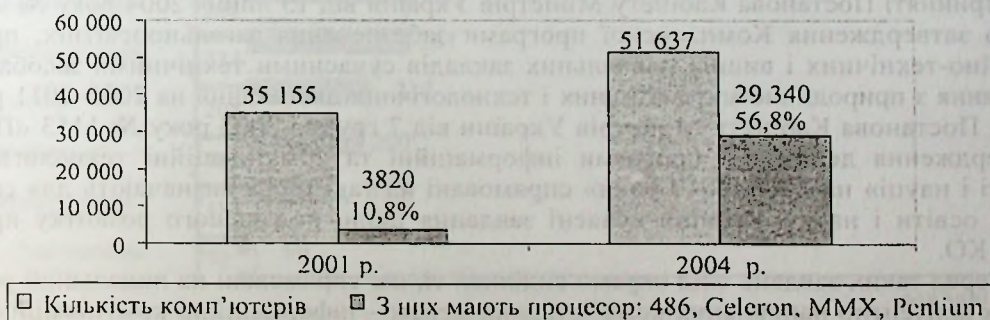


Рис. 1.4.2-9. Зростання парку персональних комп'ютерів із сучасними процесорами у сільських загальноосвітніх навчальних закладах за 2001–2004 роки

Цілеспрямоване оснащення навчальних закладів засобами ІКТ тривало і в наступні роки. Цьому, безумовно, сприяють заходи держави, спрямовані на забезпечення комплексної інформатизації і комп'ютеризації системи освіти.

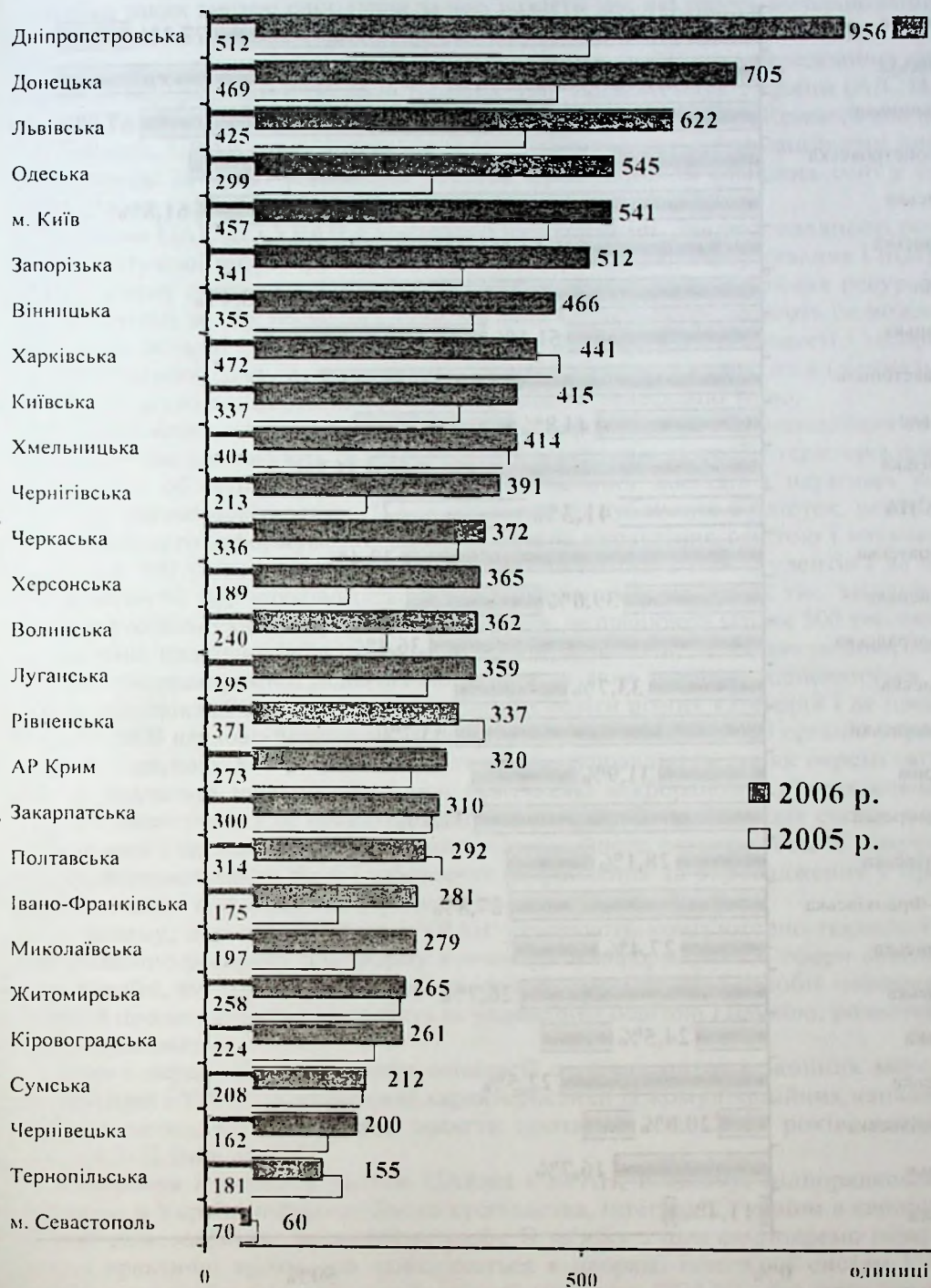
В [314] наведено, що з моменту початку постачання в ЗНЗ НКК, станом на 10 серпня 2006 року, в більш як десяти тисячах шкіл країни було встановлено 10 438 НКК. У тому числі за 2005–2006 роки – 3726 НКК, з них 1455 – за кошти державного бюджету. На середину 2006 року, загалом, оснащення ЗНЗ I–III ступенів НКК у середньому у країні становило 65%. Стан постачання НКК в ЗНЗ у регіонах України наведений на рис. 1.4.2-10, а стан під'єднання НКК до мережі Інтернет наведено на рис. 1.4.2-11 (див. рис. 162). На цей же час, показник кількості комп'ютеризованих робочих місць у розрахунку на 100 учнів у середньому в Україні дорівнював 1,85.

Якщо визнати, що з боку держави повинні бути створені рівні умови щодо можливостей оснащення державних навчальних закладів (насамперед загальноосвітніх, незалежно від регіону, де вони розташовані) загальносистемними комп'ютерними засобами, процес КО має здійснюватися під контролем держави і фінансуватися переважно централізовано із залученням усіх допустимих джерел фінансування. Це дозволить, з одного боку, на рівні держави здійснювати єдину освітню політику щодо забезпечення науково обґрунтованого рівня КО, поступового оновлення і розвитку загальносистемних комп'ютерних засобів відповідно до стану розвитку ІКТ, завдань освіти і фінансових можливостей держави. З іншого боку, це надасть можливість типізувати загальносистемні засоби КО і за рахунок цього суттєво зменшити витрати на централізоване придбання і забезпечення якісного обслуговування засобів КО, раціоналізувати витрати на підготовку і перепідготовку педагогічних кадрів (зокрема учителів інформатики), на створення підручників, посібників та іншої навчально-методичної літератури.

Нові завдання КО виникають у зв'язку з поступовим переходом загальноосвітньої школи на 12-річний термін навчання, введенням профільного навчання у старшій школі, поглибленням інтеграції і розширенням масштабів впровадження засобів ІКТ у загальноосвітні, професійно-технічні і вищі навчальні заклади [340, 341]. Зокрема, ці завдання передбачають створення і впровадження у практику освіти комп'ютерно орієнтованих мультимедіа засобів і технологій навчання [74], систем бездротових віддалених і мобільних освітніх комунікацій, засобів захисту електронних систем навчання і освіти, новітніх архітектур НКК, через які на рівні апаратних засобів ІКТ підтримувалися би і забезпечувалися заходи щодо реалізації завдань інформатизації освіти.

Прийняті Постанова Кабінету Міністрів України від 13 липня 2004 року № 905 «Про затвердження Комплексної програми забезпечення загальноосвітніх, професійно-технічних і вищих навчальних закладів сучасними технічними засобами навчання з природничо-математичних і технологічних дисциплін» на 2005–2011 роки» і Постанова Кабінету Міністрів України від 7 грудня 2005 року № 1153 «Про затвердження державної програми інформаційні та комунікаційні технології в освіті і науці» на 2006–2010 роки» спрямовані на такі цілі і визначають для системи освіти і науки України сучасні завдання щодо подальшого розвитку процесу КО.

Серед таких завдань слід окремо виділити ті, що спрямовані на подальший розвиток контентно наповнених комп'ютерних мереж – інформаційно-комунікаційних систем, які останнім часом спеціально створюються в Україні для використання освітніми закладами і науковими установами.



Р и с. 1.4.2-10. Стан постачання ЗНЗ НКК у розрізі регіонів у 2005–2006 роках (одиниць)



Рис. 1.4.2-11. Стан підключення НKK до мережі Інтернет у розрізі регіонів станом на 01.07.2006 (відсотки)

Серед таких систем слід, перш за все, назвати дві, які мають загальнонаціональне значення: академічну телекомунікаційну мережу UARnet (Ukrainian Research Network), яка створюється для розвитку телекомунікаційного середовища автоматизованої інформаційної системи Національної академії наук України (АНУ) і всієї ІКТ інфраструктури АНУ, і мережу «УРАН» (Ukrainian Research and Academic Network, URAN), яка створюється для забезпечення інформаційними послугами на основі Інтернет-технологій установ, організацій та фізичних осіб у сферах освіти, науки і культури України.

Системи UARnet і УРАН є контентно наповненими. Завдяки наявності розгалуженої і потужної інфраструктури ці системи забезпечують формування і підтримку в актуальному стані електронних освітніх і наукових інформаційних ресурсів, відкритий доступ до цих ресурсів широкого кола користувачів, надають їм можливість проводити складні і трудомісткі обчислення, підтримують технології і засоби дистанційної освіти, діяльність екстериторіальних наукових колективів (віртуальні лабораторії), відео-конференції в реальному часі, IP-телефонію тощо.

Будова і наявність та проєктні потужності цих інформаційно-комунікаційних комп'ютерних систем враховують сьогоденні та перспективні потреби територіально розгалуженої і об'єктно насиченої мережі навчальних закладів і наукових установ України, мережі освітянських [114], наукових та публічних бібліотек, центрів науково-технічного інформування, а також органів управління освітою і наукою (а це більш ніж 300 університетів, в яких навчається майже 2 млн студентів і де працюють близько 91 тис. науково-педагогічних працівників; майже 22 тис. загальноосвітніх і професійно-технічних навчальних закладів, де працюють майже 500 тис. вчителів, методичних працівників та інших категорій працівників; це 27 навчальних закладів системи післядипломної педагогічної освіти, в яких щорічно здійснюється підвищення кваліфікації сотень тисяч працівників освіти різних категорій і де працюють близько 3000 науково-педагогічних працівників; це близько 1000 органів управління освітою і наукою, де працюють десятки тисяч управлінців; це як окремі загальноосвітні навчальні заклади, так і цілі освітянські мікрорайони, в яких навчаються десятки тисяч учнів і де працюють сотні вчителів). Створення цих систем закладає методичний і технологічний фундамент інноваційного розвитку освіти і науки, формує експериментальну базу і забезпечує розроблення та впровадження у практику перспективних форм освіти, передусім дистанційної.

У цілому, системи UARnet і УРАН утворюють комп'ютерно-технологічну та інформаційно-ресурсну платформу комплексної інформатизації сфери освіти і науки в Україні, що сприяє широкому впровадженню методів і засобів інформатики в освітній процес, наукову діяльність та управління освітою і наукою, розвитку людини і суспільства.

Стан і перспективи розвитку топології опорних оптоволоконних мереж систем UARnet і УРАН та пропускні характеристики їх комунікаційних каналів передавання даних, які планується досягти протягом 2006–2008 років, наведені на рис. 1.4.2-12 (див. с. 164).

Створення і розвиток систем UARnet і УРАН, в цілому, підпорядковано меті побудови в Україні інформаційного суспільства, інтеграції України в європейське і світове співтовариство розвинених країн. В зв'язку з цим слід окремо підкреслити мету і практичні кроки, що здійснюються в напрямі інтеграції систем UARnet і УРАН з європейською науково-дослідною мережею GEANT, без чого неможливо уявити собі прогресивний розвиток освіти і науки, їх входження в європейський і

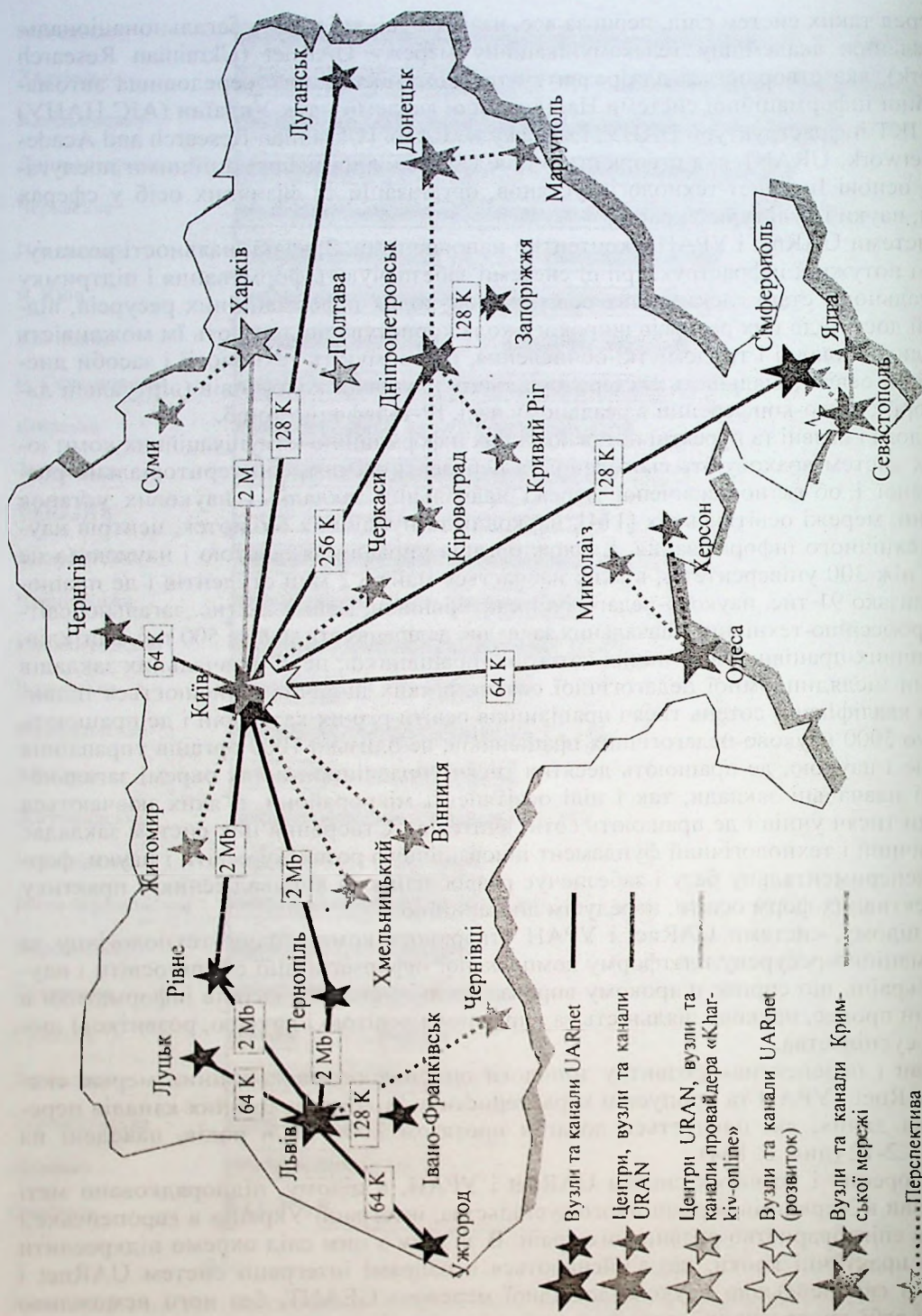


Рис. 1.4.2-12. Стан і перспективи розвитку науково-освітніх телекомунікаційних мереж UARnet і URAN та пропускні характеристики їх комунікаційних каналів передавання даних, які передбачено досягти протягом 2006–2008 років

світовий освітній і науковий простір. Такий підхід спрямований на створення глобальних відкритих освітніх і наукових систем, єдиного інформаційного освітнього і наукового простору. Це сприятиме накопиченню у планетарному масштабі наукових знань, суттєвому розширенню доступу як широких верств населення України до різноманітних національних і міжнародних інформаційних ресурсів, так і доступу громадян інших країн до інформаційних ресурсів UARnet і УРАН. Закладаючи комп'ютерно-технологічні та інформаційно-ресурсні основи реалізації принципів відкритої освіти, цей підхід в рамках Болонського процесу сприяє розвитку відкритих навчальних закладів, зокрема так званих відкритих університетів [393].

Мережі UARnet і УРАН сьогодні вже під'єднані до мережі GEANT. Завдяки цьому надається доступ користувачам систем UARnet і УРАН до практично необмежених електронних інформаційних ресурсів Європи і світу, створюються додаткові обчислювальні можливості для розв'язування наукових задач, в цілому відкриваються нові можливості щодо інформаційного забезпечення освітньої і наукової діяльності, організації та управління цією діяльністю.

Окрім цього, системи UARnet і УРАН найближчим часом мають також об'єднати потужності контентно наповнюваних корпоративних автоматизованих інформаційних систем (KAIC) галузевих академій наук України, здійснити інтеграцію їх інформаційних електронних ресурсів, а також ресурсів мережі освітянських і наукових електронних бібліотек, центрів науково-технічного інформування, і, завдяки такому системному об'єднанню інформаційних ресурсів, надати, з одного боку, вільний доступ до *інтегрованих* національних і необхідних міжнародних електронних ресурсів науковцям, які працюють у цих установах, забезпечити їх інформаційно-комунікаційні потреби, а з іншого боку, надати доступ до *корпоративних* електронних ресурсів галузевих академій наук широкому колу науковців, освітян, громадян України, а також представити ці ресурси у міжнародних комп'ютерних інформаційних мережах і надати доступ до них їх користувачам.

Це стосується, зокрема, АПН України, де досліджуються фундаментальні і прикладні проблеми педагогіки і психології, закладається теоретико-методологічний і науково-методичний фундамент модернізації й розвитку освіти і де працюють близько 1500 науковців. Сьогодні KAIC АПН України вже під'єднана до систем UARnet і УРАН, завдяки чому науковці, інші працівники Академії можуть використовувати інформаційні ресурси і сервіси цих систем, а тому – й ресурси і сервіси мережі GEANT, під час проведення своєї роботи. Але AIC АПН України має не тільки забезпечувати інформаційну підтримку здійснюваних наукових досліджень і методичних розробок, не тільки автоматизувати за допомогою комп'ютерних засобів традиційні процеси проведення та організації наукових досліджень, а й має запропонувати дослідникам нові методи і технології видобування знань, опрацювання отриманих наукових результатів, нові підходи до кооперації та інтеграції при проведенні досліджень, створити додаткові можливості для вирішення наукових проблем, що за складністю і масштабами в принципі не можуть бути вирішені за традиційними методами. Саме інтеграція KAIC АПН України з системами UARnet і УРАН відкриває такі нові можливості.

Ще одним важливим аспектом КО, що відображає сучасні тенденції і підходи щодо розвитку відкритого освітнього і наукового середовища, є формування в Україні GRID-інфраструктури, її інтеграції з системами UARnet і УРАН.

Побудова національного фрагмента GRID-інфраструктури здійснюється силами Національної академії наук і провідних університетів України.

З цією метою в системі НАН України на базі Інституту теоретичної фізики, який здійснює роль базової організації з виконання програми «Впровадження GRID-технологій та створення кластерів в Національній академії наук України», побудовано потужний обчислювальний кластер, до складу якого входять 20 двопроцесорних серверів і засоби зберігання даних загальним об'ємом 12 ТБ. Зовнішній оптоволоконний канал передавання даних цього кластеру має пропускні характеристики 100 МФлопс.

До складу першого сегмента GRID-інфраструктури НАН України увійдуть як зазначені потужності базової організації, так і потужності нових і модернізованих існуючих кластерів (найближчим часом мають бути створені нові кластери в Головній Астрономічній Обсерваторії, в Інституті молекулярної біології і генної інженерії в Інституті прикладної фізики у Сутах та проведена модернізація існуючих кластерів у Харківському фізико-технічному інституті та Інституті фізики конденсованих станів у Львові). Загальні ресурси цієї групи першого сегменту GRID-інфраструктури НАН України включають 208 процесорів і майже 60 ТБ дискової пам'яті. GRID-інфраструктура НАН України має бути інтегрована з системою UARnet, зокрема, передбачається використання її опорної оптоволоконної мережі.

До складу GRID-інфраструктури НАН України входять також потужності розроблених в Інституті кібернетики ім. В. М. Глушкова обчислювальних комплексів, які побудовані на базі суперкомп'ютерів СКІТ (Суперкомп'ютер для Інформаційних Технологій). GRID-архітектуру цих комплексів становлять кластери СКІТ-1 і СКІТ-2. СКІТ-1 являє собою 32-процесорний 16-узловий кластер на основі 32-розрядних мікропроцесорів Intel Xeon з тактовою частотою 2,67 ГГц і можливістю виконання обчислень з 64- і 128-розрядними числами. Пікова продуктивність кластера СКІТ-1 дорівнює 170 Гфлопс, а кластерна система зберігання даних може накопичувати і зберігати дані загальним об'ємом до 0,8 ТБ. Архітектуру СКІТ-2 формують 64-процесорний 32-узловий кластер на основі 64-розрядних мікропроцесорів Intel Itanium2 з тактовою частотою 1,4 ГГц і можливістю виконання обчислень з 128- і 256-розрядними числами. Пікова продуктивність кластера СКІТ-2 – 360 Гфлопс, а кластерна система зберігання даних може накопичувати і зберігати дані загальним об'ємом до 1 ТБ.

Останнім часом архітектура обчислювальної системи на базі кластерів СКІТ-1 і СКІТ-2 модернізована, зокрема, була збільшена кількість його вузлів, що підвищило пікову продуктивність комплексу, створено єдину файлову систему комплексу загальним об'ємом в 1,7 ТБ, поліпшена система електроживлення та охолодження та встановлена система моніторингу стану основного устаткування, що дозволило розпочати цілодобову дослідну експлуатацію комплексу в режимі віддаленого управління. На базі зазначеного суперкомп'ютерного комплексу побудовано сегмент GRID-інфраструктури НАН України.

Ефективна робота суперкомп'ютерного комплексу підтримується потужним програмним забезпеченням, до складу якого входять: операційна система Fedora Core Linux (на 32-узловому кластері); середовища паралельного програмування OpenMPI (з паралельними діалектами мов програмування), а також SCAI і NMPI; бібліотеки BLAS[^], ATLAS, ScaLAPACK, Intel MKL; файлова система LUSTRE; система налагодження і фонового виконання задач користувачів; профілактичні

тести стану устаткування; тести для оцінювання продуктивності кластера (тестові задачі); засоби користувацького оперативного контролю виконання програм.

Для розвитку сегменту GRID-інфраструктури НАН України, що побудований на базі зазначеного суперкомп'ютерного комплексу, створено виділений оптоволоконний канал між Інститутом кібернетики ім. В. М. Глушкова та Інститутом космічних досліджень. В свою чергу, використання мережі Інтернет надало можливість іншим науковим установам НАН України регулярно проводити розрахунки при розв'язуванні різних наукових задач надвисокої складності, зокрема в галузі квантової фізики, біології, фізіології, аналізувати супутникові дані, прогнозувати погоду тощо.

Роль базової організації іншої GRID-інфраструктури, що створюється в Україні, відіграє Центр суперкомп'ютерних обчислень і даних Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Його діяльність забезпечують дві взаємопов'язані системи: кластерна обчислювальна система і кластерна система зберігання даних. Загальна продуктивність кластерної обчислювальної системи – 2 Тфлопс (з можливістю підвищення до 10 Тфлопс). В її обчислювальних вузлах використовуються двох'ядерні процесори Intel Xeon серії 51XX з продуктивністю 4 операції за такт при роботі з 64-розрядними числами і тактовою частотою 3 ГГц. Кластерна система зберігання даних може зберігати дані загальним об'ємом до 12 ТБ (з можливим масштабуванням до 1 ПБ). Її гарантовані пропускні характеристики – 800 МБ/с при читанні і записі даних, витримуються пікові навантаження до 1000 МБ/с. Пропускна спроможність інтерфейсів цих систем – 1000 МБ/с (5 вузлів по 2 інтерфейси Gigabit Ethernet). Зазначена GRID-інфраструктура має бути інтегрована з системою УРАН, зокрема, передбачається використання її опорної оптоволоконної мережі.

У перспективі передбачається, що GRID-інфраструктура НАН України і GRID-інфраструктура, які створюються на базі Центру суперкомп'ютерних обчислень і даних Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», будуть інтегровані як між собою, так і з системами UARnet і УРАН, та будуть спільно використовуватися телекомунікаційні засоби їх опорних оптоволоконних мереж. Ці GRID-інфраструктури вже сьогодні інтегруються в європейську GRID-інфраструктуру, підтримують діяльність віртуальних міжнародних наукових колективів.

Для забезпечення стратегічного і оперативного управління процесом КО необхідно здійснювати моніторинг цього процесу, а тому має набути подальшого розвитку система інформаційного забезпечення галузевого управління [39, 379].

1.4.3. Інформатизація освіти і розвиток поняттєво-термінологічного апарату систем навчання і освіти

Інформаційно-комунікаційний характер процесів побудови, функціонування і подальшого розвитку інформаційного суспільства визначально зумовлює і передбачає процеси інформатизації у всіх сферах діяльності, у різних організаційних підсистемах суспільства.

Інформатизація певної організаційної системи у тій чи іншій сфері діяльності – це сукупність взаємопов'язаних організаційно-правових, соціально-економічних,

навчально-методичних, науково-технічних, виробничих та управлінських процесів, які апаратно і програмно формуються на основі методів і засобів інформатики і які функціонально спрямовані на задоволення інформаційних, обчислювальних і телекомунікаційних потреб суб'єктів діяльності даної організаційної системи.

Інформатизація системи освіти безпосередньо пов'язана з широким впровадженням і ефективним застосуванням в освіті інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), що базуються на методах і засобах інформатики. Ці методи і засоби утворюють у системі освіти гнучке і адаптивне інтегроване організаційно-функціональне та інформаційно-технологічне комп'ютерно орієнтоване середовище, яке розвивається і активно впливає на формування в системі освіти найбільш сприятливих умов для досягнення її зовнішніх і внутрішніх цілей.

Вочевидь, процес інформатизації системи освіти повинен мати випереджальний характер відносно процесів інформатизації, які здійснюються в інших соціально-економічних підсистемах (галузях) інфраструктури суспільства. В свою чергу, масштаби і характер інформатизації освіти відображаються у специфіці побудови і застосування (в статичній і в динамічній) складу і структури її функціональних і забезпечувальних елементів (підсистем).

Цей склад і структура утворюють її внутрішні (що забезпечують внутрішнє функціонування і розвиток системи освіти) і зовнішні (що забезпечують взаємозв'язки системи освіти з оточуючим середовищем) елементи/підсистеми (функціональні і забезпечувальні), а також загальносистемні засоби (системоутворювальні елементи/підсистеми), які в процесі інформатизації освіти набувають специфічних рис, притаманних ІКТ.

Інформатизація освіти передбачає і каталізує загальні процеси розвитку суспільства і освіти. При цьому, суттєвих специфічних рис набувають основні складові системи освіти: зміст освіти, засоби й технології навчання і виховання, організація освіти, головні навчально-виховні ресурси цих систем: інтелектуальні, інформаційні, матеріально-технічні та енергетичні. Суттєвих змін потребують і набувають системи управління і законодавчо-правове й нормативне забезпечення процесу інформатизації освіти.

Беручи до уваги сучасний стан і етап розвитку інформаційного суспільства в цілому та інформатизації освіти зокрема, природно, що поняттєво-термінологічний апарат щодо описування, моделювання і аналізу системи освіти та її складових, які повинні функціонувати і розвиватися в інформаційному суспільстві, ще до кінця не сформувався. Його формування на часі і є одним із головних завдань психолого-педагогічної науки, передумовою ефективного застосування наукових результатів в освітній практиці, подальшого розвитку системи освіти в цілому.

Розглянемо основні поняття та їх означення, які, з одного боку, ґрунтуються на основних базових поняттях і категоріях системного підходу та сучасної психолого-педагогічної науки і освітньої практики (зокрема на тих, що наведені у цій роботі), а, з іншого боку, відображають об'єктивні процеси формування і розвитку інформаційного суспільства. Введення цих понять зумовлено насамперед необхідністю зафіксувати специфіку проектування, побудови і застосування систем навчання і виховання, організації освіти та їх складових, що базуються на широкому використанні ІКТ. Це сприятиме дещо відокремити і розробленню теорії і методології створення і застосування таких систем – як специфічну гілку загальної

теорії і методології побудови, впровадження, функціонування і розвитку системи освіти [49, 74].

Структура термінів, що пропонується, побудована за аналогією до структури термінів, які ідентифікують об'єкти і процеси, притаманні інформаційному суспільству і вже значною мірою утвердились і застосовуються у спеціальних і навіть популярних вітчизняних і зарубіжних виданнях (наприклад, е-суспільство – e-society, е-уряд – e-government, е-бізнес – e-business тощо). Наведемо ці терміни та їх тлумачення.

Е-освіта (e-education) – спосіб організації, забезпечення, надання та здобуття освіти, який принципово базується на використанні ІКТ.

Е-навчання (e-learning) – форма навчання, яка принципово передбачає застосування в навчально-виховному процесі *е-педагогічних систем*.

Е-дистанційне навчання – різновид ДН, за яким учасники та організатори навчально-виховного процесу здійснюють переважно індивідуалізовану взаємодію як асинхронно, так і синхронно у часі, принципово використовуючи електронні транспортні системи постачання навчальних матеріалів, інформаційні ресурси комп'ютерних мереж Інтернет/Інтранет, ІКТ.

Е-педагогічна система – складова системи е-освіти, в якій для досягнення навчально-виховних цілей використовуються *е-методичні системи* та *е-навчальне середовище*.

Е-методика навчання (e-learning instruction) – різновид методик навчання, в яких передбачається використання змісту навчання і педагогічних технологій (е-педагогічних технологій), що спеціально розроблені для реалізації е-навчання.

Е-методична система навчання (e-learning instructional system) – різновид методичної системи, склад якої утворюють системно упорядковані е-методики навчання.

Е-педагогічна технологія (e-learning technology) – різновид педагогічної технології, яка базується на систематичному педагогічно доцільному і виваженому застосуванні ІКТ.

Е-засіб навчання (e-teaching aids, e-learning resources) – різновид засобу навчання, функціонування якого базується, а застосування орієнтоване на використання методів і засобів інформатики (е-ЗН, комп'ютерно орієнтований ЗН).

Е-система засобів навчання (e-teaching aids system, e-learning resources system) – різновид системи засобів навчання, склад якої утворюють інтегровані е-засоби навчання, а структура – принципово і переважно базується на використанні е-педагогічних технологій.

Е-навчальне середовище (e-learning environment) – різновид навчального середовища, що являє собою цілеспрямовано побудований імітаційно-формульвальний, навчально-пізнавальний, організаційно-технологічний та інформаційно-комунікаційний простір, в якому забезпечуються необхідні та достатні умови для ефективного досягнення цілей е-педагогічних систем.

Спираючись на запропонований підхід, наведемо деякі терміни та їх тлумачення, які, з одного боку, є деяким узагальненням попередньо наведених, а з іншого – дадуть змогу розглядати попередньо наведені як їх частинний випадок.

Е-засіб діяльності – різновид засобу діяльності, функціонування якого принципово орієнтоване на застосування методів і засобів інформатики (е-засіб діяльності, комп'ютерно орієнтований засіб діяльності).

Е-система засобів діяльності – технічна система або технічна підсистема організаційної системи з того чи іншого виду діяльності, склад якої утворюють інтегро-

вані е-засоби діяльності, а структура – принципово і переважно базується на використанні ІКТ.

Е-технологія діяльності – різновид технології того чи іншого середовища діяльності, яка принципово і переважно базується на застосуванні ІКТ.

Е-середовище діяльності – різновид середовища діяльності, склад засобів діяльності якого переважно утворюють е-засоби діяльності, а структура – принципово і переважно базується на використанні е-технологій діяльності (комп'ютерно орієнтоване середовище діяльності).

1.5. Підвищення рівня управління освітою – інструмент її ефективного функціонування і розвитку в суспільстві

- Шляхи підвищення рівня управління освітою.
- Особливості системи освіти як об'єкта управління.
- Цілі створення та організаційна будова автоматизованої системи управління освітою.
- Проблеми, чинники і шляхи підвищення ефективності автоматизованої системи управління освітою.
- Сучасні проблеми розвитку функціональної і забезпечувальної частин автоматизованої системи управління освітою.
- Вибір та оцінювання ефективних шляхів створення і розвитку автоматизованої системи управління освітою.

Завдання прискорення соціально-економічного розвитку країни нерозривно пов'язані з комплексним удосконаленням управління народногосподарським комплексом, піднесенням рівня управління його соціально-економічними підсистемами на рубежі сучасних і перспективних вимог суспільства.

Віднаходження конкретних шляхів підвищення рівня галузевого управління і господарювання є актуальним і в системі освіти (СО). Ці шляхи формуються у межах соціально-економічної політики держави і впливають з основних напрямів розвитку СО, що в цілому визначає стратегію комплексного удосконалення галузевого управління.

В [298], зокрема, зазначається, що сучасна система управління сферою освіти розвивається як громадсько-державна. Вона має, поряд з удосконаленням централізованого управління, «враховувати регіональні особливості, тенденції до зростання автономії навчальних закладів, конкурентоспроможності освітніх послуг... Державна політика в галузі освіти спрямовується на посилення ролі органів місцевого самоврядування, активізацію участі батьків, піклувальних рад, меценатів, громадських організацій, фондів, засобів масового інформування у навчально-виховній, економічній діяльності навчальних закладів, прогнозуванні їх розвитку, оцінці якості освітніх послуг». Така освітня державна політика формує цілі і завдання системи галузевого управління. «Першочерговими завданнями системи управління освітою є налагодження високопрофесійного наукового, аналітичного, інформаційного супроводу управлінських рішень, подолання розрізненості управлінських даних. Нова модель системи управління освітою має бути відкритою і демократичною. У ній передбачається забезпечення державного управління з урахуванням громадської

думки, внаслідок чого змінюються навантаження, функції, структура і стиль центрального та регіонального управління освітою» [298].

З точки зору процесуального забезпечення галузевого управління, стратегія його комплексного удосконалення враховує наявні тенденції неперервного зростання інтенсивності циркулюючих в СО потоків інформаційних матеріалів, за одночасного ускладнення алгоритмів їх опрацювання, що спричинено об'єктивними процесами розвитку суспільства, постійним ускладненням завдань, які воно ставить перед СО.

Зазначені тенденції найбільш виразно виявляються в системі управління освітою. Вони є основними причинами постійного зниження ефективності управлінської праці, рівень якої не може задовольнити суспільство, державу і освітню практику.

Розв'язання цієї проблеми вбачається на шляху широкого впровадження в СО засобів автоматизації управління, що базуються на інформаційно-комунікаційних технологіях (ІКТ) і використання яких повинно забезпечити випереджувальні темпи розвитку методів і засобів управління порівняно з темпами, з якими виникає ускладнення завдань, що постають перед СО, а тому – й ускладнення управління нею. Сучасні методи і засоби управління СО на всіх її організаційних рівнях утворюють методологічну і технологічну основу автоматизованої систем управління освітою (АСУО), розвиток якої є невід'ємною складовою модернізації освіти в цілому. «Модернізація управління освітою передбачає впровадження інформаційно-управлінських комп'ютерних технологій, створення систем моніторингу ефективності управлінських рішень, їх впливу на якість освітніх послуг на всіх рівнях» [298].

Враховання екдномічних особливостей функціонування СО, зокрема економічних механізмів управління, що в ній застосовуються, має максимально сприяти досягненню зовнішніх і внутрішніх цілей СО. «Сучасна економіка освіти повинна створити сталі умови для розвитку всіх напрямів діяльності галузі з метою формування високого освітнього рівня українського народу» [298].

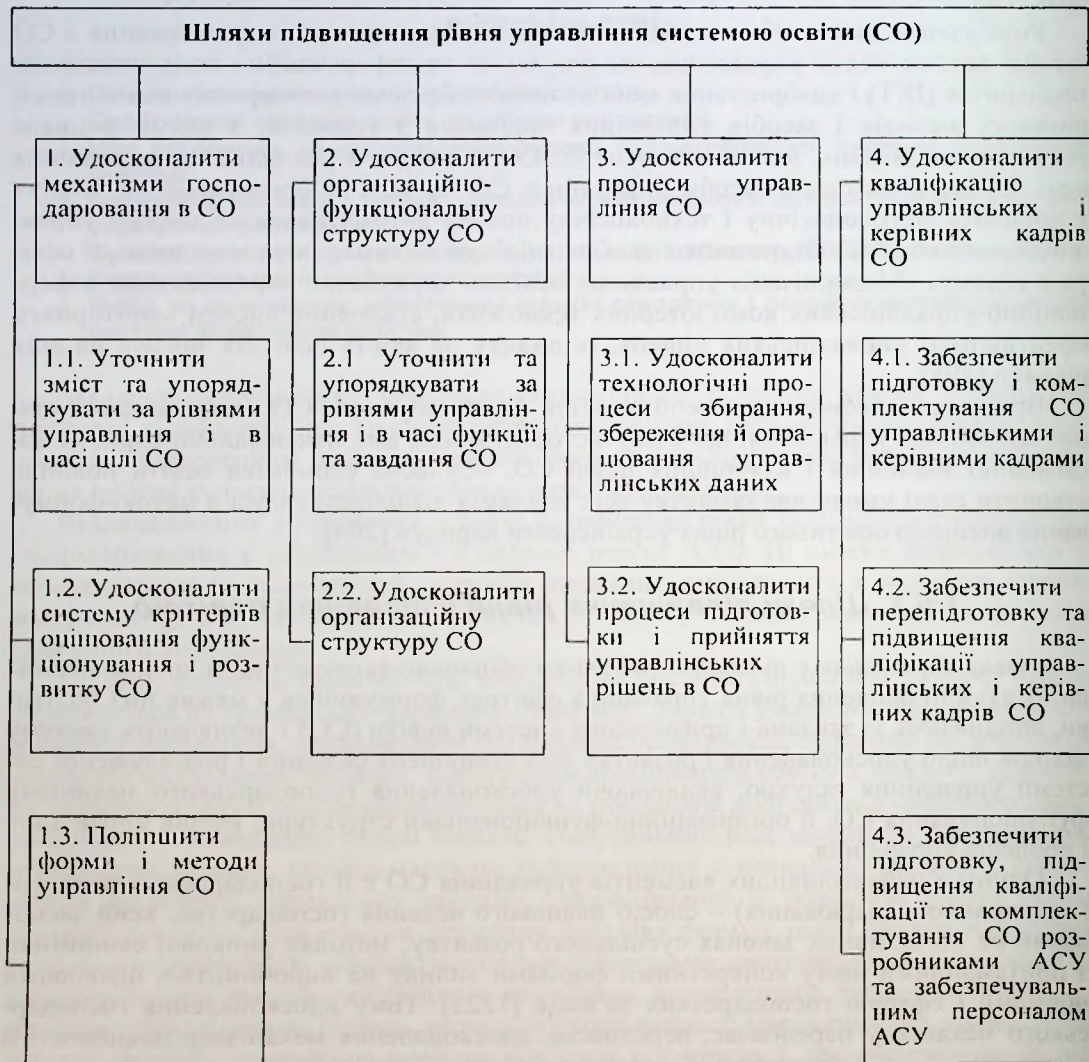
1.5.1. Шляхи підвищення рівня управління освітою

Рівень управління є вузловим питанням соціально-економічної політики держави. Шляхи підвищення рівня управління освітою, формуючись у межах цієї політики, впливають із завдань і призначення системи освіти (СО) і визначають систему заходів щодо удосконалення і розвитку всіх компонент складної і розгалуженої системи управління галуззю, включаючи удосконалення господарського механізму функціонування СО, її організаційно-функціональної структури, кадрів управління і процесів управління.

Одним з найважливіших елементів управління СО є її господарський механізм (механізм господарювання) – спосіб планового ведення господарства, який заснований на об'єктивних законах суспільного розвитку, методах ринкової економіки, з притаманними йому конкретними формами впливу на виробництво, правовими нормами і сферою господарських зв'язків [122д]. Тому вдосконалення господарського механізму передбачає, передовсім, вдосконалення механізмів плановості й ефективності, які забезпечили б реалізацію завдань соціально-економічної політики держави.

Вихідним елементом господарського механізму є цілі управління, якими визначаються спрямованість господарського механізму, зміст його функціонування. Цілі розвитку СО є частковими від більш загальних цілей розвитку усього суспільства. Ці загальні цілі, що закладені в законах суспільного розвитку, є об'єктивною основою господарського механізму, а тому господарський механізм включає в себе вираз суспільних цілей і критеріїв розвитку.

Удосконалення господарського механізму СО передбачає необхідність удосконалення змісту та упорядкування за рівнями управління і у часі довготермінових, середньотермінових і короткотермінових внутрішніх і зовнішніх цілей СО – основи удосконалення системи управління освітою, а також забезпечення удосконалення критеріїв оцінювання різних видів діяльності як всієї СО, так і її елементів.



Р и с. 1.5.1-1. Шляхи підвищення рівня управління системою освіти (СО)

Ще одним визначальним елементом господарського механізму є методи управління, які формуються (обираються) на основі поставлених цілей і критеріїв оцінювання СО і її складових, а також способів управління, які спираються на відповідні системи розв'язування управлінських задач. Тому удосконалення господарського механізму передбачає поліпшення форм (способів) і методів управлінської діяльності.

Серед методів управління на рівні органів управління освітою (ОУО) і управлінських структур навчальних закладів найбільш суттєву роль відіграють економічні методи, що базуються на усвідомленому застосуванні об'єктивних економічних законів, механізмів ринкової економіки. Удосконалення цих методів в СО передбачає удосконалення як централізованих методів управління (з врахуванням надання прав і підвищення самостійності навчальних закладів, регіональних СО), так і ринкових методів господарювання (наприклад, за умов повного або часткового платного навчання, при управлінні підприємствами СО).

Суттєву роль у поліпшенні форм і методів управління відіграє удосконалення і розвиток соціальних методів управління, а також методів змагання на всіх організаційних рівнях управління СО і для всіх типів навчальних закладів.

Поряд з необхідністю удосконалення господарського механізму функціонування СО, підвищення рівня галузевого управління передбачає удосконалення організаційної будови СО на основі раціонального поєднання завдань галузевого і територіального розвитку освіти. Необхідно на підставі нових цілей і механізмів розвитку суспільства і СО переглянути мережу усіх типів навчальних закладів, привести її у відповідність до сучасних і перспективних завдань і можливостей держави, встановити нові функції ОУО, керівних структур навчальних закладів.

Визначальною умовою підвищення рівня управління СО є удосконалення кваліфікації кадрів управління, що висуває завдання моніторингу кількісного і якісного складу кадрового корпусу СО, здійснення його цілеспрямованої підготовки, комплектування і своєчасної перепідготовки.

І нарешті, з огляду на об'єктивні причини (про що вже йшла мова в розділі 1.3), сьогодні вже неможливо забезпечити подальше підвищення рівня управління в СО без суттєвого удосконалення процесів управління. Це, в свою чергу, передбачає удосконалення технологічних процесів збирання, зберігання та опрацювання усіх інформаційних матеріалів, що циркулюють у системі управління освітою, а також процесів підготовки і прийняття управлінських рішень на основі широкого впровадження ІКТ в практику управління освітою.

Шляхи підвищення рівня управління СО подані на рис. 1.5.1-1 (див. с. 172), а їх основні складові у вигляді дерева завдань вдосконалення управління СО наведені в таблиці 1.5.1-1 (див. с. 174–178).

Очевидно, що стратегія комплексного удосконалення галузевого управління виходить з необхідності збалансованого розвитку всіх перелічених вище компонент, що в цілому визначає рівень управління в СО. Саме таке, збалансоване підвищення рівня галузевого управління якраз і повинно бути забезпечене в межах автоматизованої системи управління освітою (АСУО), що має невпинно розвиватись. Цей розвиток покликаний задовольняти сьогоденні і перспективні потреби суспільства і освіти, має спиратись на досягнення науки про управління та розвиток методів і засобів інформатики.

Завдання вдосконалювання управління системою освіти (СО)

1. Удосконалити механізми господарювання в СО	
1.1. Уточнити зміст та упорядкувати за рівнями управління і в часі цілі СО	
1.1.1. Уточнити й упорядкувати зовнішні цілі СО (довготермінові, середньотермінові, короткотермінові) на всіх її рівнях та цілі органів управління освітою (ОУО) при взаємозв'язках ОУО з місцевими і загальнодержавними органами влади, з іншими складовими оточуючого середовища	
1.1.2. Уточнити й упорядкувати внутрішні цілі СО (довготермінові, середньотермінові, короткотермінові) та цілі ОУО їх при взаємозв'язках з різними типами навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО	
1.1.3. Уточнити й упорядкувати зовнішні цілі (довготермінові, середньотермінові, короткотермінові) різних типів навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО та цілі їх управлінських підрозділів при взаємозв'язках з ОУО та місцевими і загальнодержавними органами влади на різних рівнях СО	
1.1.4. Уточнити й упорядкувати внутрішні цілі (довготермінові, середньотермінові, короткотермінові) різних типів навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО та цілі їх управлінських підрозділів при взаємозв'язках з іншими підрозділами цих навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ	
1.1.5. Уточнити й упорядкувати цілі (довготермінові, середньотермінові, короткотермінові) створення галузєвої автоматизованої системи управління освітою (АСУО) на всіх рівнях СО	
1.1.6. Уточнити й упорядкувати цілі (довготермінові, середньотермінові, короткотермінові) створення організаційно-технологічних автоматизованих систем управління (АСУ) різними типами навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО	
1.2. Удосконалити систему критеріїв оцінювання функціонування і розвитку СО	
1.2.1. Удосконалити критерії оцінювання різних видів діяльності СО (освітньої, науково-методичної, управлінської) на основі раціонального поєднання завдань галузевого і територіального розвитку, досягнення високої якості освіти, раціонального використання ресурсів на всіх рівнях СО	
1.2.2. Удосконалити критерії оцінювання діяльності ОУО на всіх рівнях управління СО	
1.2.3. Удосконалити критерії оцінювання функціонування і розвитку різних типів навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО	
1.2.4. Удосконалити критерії оцінювання функціонування структурних підрозділів різних типів навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО	
1.2.5. Удосконалити критерії оцінювання функціонування і розвитку ГАСУ на всіх рівнях СО	
1.2.6. Удосконалити критерії оцінювання функціонування і розвитку організаційно-технологічних автоматизованих систем управління (АСУ) для всіх типів навчальних закладів СО	

1.3. Поліпшити форми і методи управління СО	
1.3.1. Удосконалити і розвинути соціальні й організаційні методи управління	1.3.1.1. Поліпшити соціальне планування (довготермінове, середньотермінове, короткотермінове) функціонування і розвитку СО на всіх її рівнях
	1.3.1.2. Підвищити роль моральних стимулів у прискоренні науково-технічного прогресу, розвитку психолого-педагогічної науки, підвищенні ефективності впровадження досягнень науки у практику функціонування навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО
	1.3.1.3. Підвищити заінтересованість навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО, ОУО у ско-роченні плінності кадрів
	1.3.1.4. Підвищити престиж професії вчителів, вихователів, науковців
	1.3.1.5. Розвивати ініціативу і права колективів навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО
	1.3.1.6. Підвищити відповідальність ОУО за прийняття конкретних управлінських рішень, вибір раціональних шля-хів досягнення високих кінцевих результатів функціонування і розвитку СО на всіх її рівнях
	1.3.1.7. Підвищити відповідальність працівників і керівників навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО за ефективність їх функціонування і розвитку, якість їх роботи
	1.3.1.8. Підвищити заінтересованість навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО в ефекти-вному використанні кадрів, матеріально-технічної бази, економічному використанні матеріально-технічних та енерге-тичних ресурсів
	1.3.1.9. Підвищити заінтересованість навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО та ОУО у підвищенні рівня автоматизації навчально-виховного процесу та процесів управління
1.3.2. Удосконалити і розвивати змагання	
	1.3.2.1. Удосконалювати і розвивати форми і методи змагання на всіх організаційних рівнях СО
	1.3.2.2. Удосконалювати і розвивати форми і методи змагання між однотипними закладами і установами СО
	1.3.2.3. Удосконалювати і розвивати форми і методи змагання в межах навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО
	1.3.2.4. Передбачити в системі показників змагання такі, що відображають ступінь досягнення найважливіших цілей (довготермінових, середньотермінових, короткотермінових), виконання пріоритетних завдань функціонування і роз-витку СО на всіх її рівнях
	1.3.2.5. Посилити вплив на результати змагання показників, що відображають рівень досягнення кінцевих результа-тів діяльності галузі, конкретних навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ, підвищення ефек-тивності використання ними наявних і виділених ресурсів
	1.3.2.6. Передбачити в системі показників змагання для всіх типів навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО показники, що відображають рівень автоматизації навчально-виховного процесу і процесів управління

1.3.3. Удосконалити економічні методи управління	
1.3.3.1. Впроваджувати методи ринкової економіки	
1.3.3.1.1. Впроваджувати економічні механізми господарювання навчальних закладах, наукових та науково-методичних установ СО на основі часткового самофінансування і самоопкупності, використання договірних відносин із зовнішніми структурами, застосування при функціонуванні довгострокових економічних нормативів	
1.3.3.1.2. Підвищувати роль економічних стимулів у прискоренні науково-технічного прогресу, здійсненні інноваційної діяльності, зниженні термінів впровадження нової техніки і технологій в навчально-виховний процес, наукову діяльність та управління СО на всіх її рівнях	
1.3.3.1.3. Підвищувати роль економічних важелів у підвищенні обсягів випуску сучасних засобів навчання, ІКТ, розширенні їх асортименту, забезпеченні оновлення, модернізації і обслуговування у різних типах навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО	
1.3.3.1.4. Розвивати господарську ініціативу навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО, забезпечити виконання їх законних господарських прав	
1.3.3.2. Удосконалити централізовані методи управління	
1.3.3.2.1. Поліпшувати централізоване планування (довгострокове, середньострокове, короткострокове) функціонування і розвитку СО на всіх її рівнях на основі доцільних шляхів досягнення результатів діяльності галузі, раціонального поєднання завдань галузевого і територіального розвитку СО, збалансованості перспективного і поточного планування	
1.3.3.2.2. Поліпшувати централізоване планування (довготермінове, середньотермінове, короткотермінове) функціонування і розвитку навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО на основі раціонального поєднання їх завдань і завдань галузевого та територіального розвитку СО, збалансованості перспективного і поточного планування	
1.3.3.2.3. Підвищувати рівень збалансованості галузевого планування на основі удосконалювання міжгалузевих і внутрішньогалузевих пропорцій на всіх рівнях СО	
1.3.3.2.4. Забезпечувати розвиток галузевої системи норм і нормативів для планування і розвитку різних видів діяльності СО і для різних типів її навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ	
1.3.3.2.5. Поліпшувати соціально-економічний аналіз різних видів діяльності СО, різних типів навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО, підвищувати його комплексність і спрямованість	
1.3.3.2.6. Підвищувати вірогідність і технологічність галузевого обліку і звітності, істотно знизити його трудомісткість	
1.3.3.2.7. Підвищувати оперативність взаємозв'язків навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ з ОУО в процесі розроблення і реалізації управлінських рішень	

	1.3.3.2.8. Застосовувати методи управління проектами при підготовці та реалізації загальнодержавних і регіональних програм розвитку СО, програм розвитку навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО
2. Удосконалити організаційно-функціональну структуру СО	
2.1.	Уточнити та упорядкувати за рівнями управління і в часі функції та завдання СО
2.1.1.	Уточнити та упорядкувати зовнішні функції СО на всіх її рівнях та завдання ОУО при їх взаємозв'язках з місцевими і загальнодержавними органами влади, з іншими складовими оточуючого середовища
2.1.2.	Уточнити та упорядкувати внутрішні функції СО та завдання ОУО при їх взаємозв'язках з різними типами навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО
2.1.3.	Уточнити й упорядкувати зовнішні функції різних типів навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО та завдання їх управлінських підрозділів при взаємозв'язках з ОУО та місцевими і загальнодержавними органами влади на різних рівнях СО
2.1.4.	Уточнити й упорядкувати внутрішні функції різних типів навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО та завдання їх управлінських підрозділів при їх взаємозв'язках з іншими підрозділами цих навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ
2.1.5.	Уточнити й упорядкувати функції галузевої автоматизованої системи управління освітою (ГАСУО) та завдання щодо її створення на різних рівнях СО
2.1.6.	Уточнити й упорядкувати функції організаційно-технологічних автоматизованих систем управління (АСУ) різними типами навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО та завдання щодо їх створення
2.1.7.	Забезпечити відповідність завдань всіх складових СО її відповідним цілям (довготерміновим, середньотерміновим, короткотерміновим) на всіх рівнях СО і для всіх типів її навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ
2.2.	Удосконалити організаційну структуру СО
2.2.1.	Удосконалити організаційну структуру всіх рівнів СО відповідно до зовнішніх і внутрішніх завдань СО та ОУО
2.2.2.	Удосконалити організаційні структури різних типів навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО відповідно до їх зовнішніх і внутрішніх завдань та завдань їх управлінських підрозділів
2.2.3.	Удосконалити мережу різних типів навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО
2.2.4.	Удосконалити організаційну структуру ГАСУ на різних рівнях СО
2.2.5.	Удосконалити організаційну структуру організаційно-технологічних АСУ різних типів навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО
2.2.6.	Забезпечити відповідність організаційних структур всіх складових СО їх відповідним цілям і завданням на всіх рівнях СО і для всіх типів її навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ
3. Удосконалити процеси управління СО	

3.1.	Удосконалити технологічні процеси збирання, збереження й опрацювання управлінських даних
	3.2. Удосконалити процеси підготовки і прийняття управлінських рішень в СО
4. Удосконалити кваліфікацію управлінських і керівних кадрів СО	
4.1.	Забезпечити підготовку і комплектування СО управлінськими і керівними кадрами
	4.1.1. Забезпечити збирання та аналіз даних про стан забезпеченості та якісний склад кадрів ОУО, управлінських підрозділів навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО
	4.1.2. Забезпечити планування додаткової потреби в управлінських і керівних кадрах СО з урахуванням її територіально-галузевої будови та різних типів її навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ
	4.1.3. Забезпечити якісну підготовку управлінських кадрів відповідно до завдань СО та ОУО, зокрема завдань автоматизації управлінської діяльності
	4.1.4. Забезпечити комплектування ОУО, управлінських підрозділів навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО управлінськими і керівними кадрами відповідно до їх потреби на всіх рівнях СО і для всіх типів її навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ
	4.1.5. Забезпечити аналіз ефективності «використання» кадрів ОУО, управлінських підрозділів навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО
	4.2. Забезпечити перепідготовку та підвищення кваліфікації управлінських і керівних кадрів СО
4.2.1.	Забезпечити збирання та аналіз даних про кількісний і якісний склад кадрів ОУО, управлінських підрозділів навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО, які підлягають перепідготовці і підвищенню кваліфікації
	4.2.2. Забезпечити планування обсягів і змісту перепідготовки та підвищення кваліфікації управлінських і керівних кадрів СО на всіх її рівнях і для всіх типів її навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ
	4.2.3. Забезпечити якісну перепідготовку та підвищення кваліфікації управлінських і керівних кадрів СО на всіх її рівнях і для всіх типів її навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ відповідно до завдань СО та ОУО, зокрема завдань автоматизації управлінської діяльності
4.3.	Забезпечити підготовку, підвищення кваліфікації та комплектування СО розробниками АСУ та забезпечувальним персоналом АСУ
4.3.1.	Забезпечити підготовку розробників АСУ та забезпечувального персоналу АСУ для різних рівнів АСУО й організаційно-технологічних АСУ всіх типів навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО
	4.3.2. Забезпечити комплектування розробниками АСУ та забезпечувальним персоналом АСУ відповідних підрозділів ОУО та підрозділів навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО
	4.3.3. Забезпечити підвищення кваліфікації розробників та забезпечувального персоналу різних рівнів АСУО й організаційно-технологічних АСУ всіх типів навчальних закладів, наукових та науково-методичних установ СО

1.5.2. Особливості системи освіти як об'єкта управління

За існуючої в системі освіти (СО) структури управління в кожному із самостійних структурних підрозділів органів управління освітою (ОУО) здійснюються, як правило, всі етапи процесу реалізації функцій управління відповідно до моделі етапів управлінської діяльності [327] (див. рис. 4.3.1-2 на с. 539). Погодження варіантів управлінських рішень, що розроблені у підрозділах ОУО на етапі підготовки управлінських рішень, а саме їх прийняття, здійснюється, як правило, керівництвом ОУО. Рішення з найбільш важливих і складних питань функціонування і розвитку освіти приймаються колегіально – колегіями ОУО.

Роздроблення функцій управління між структурними підрозділами апарату ОУО не сприяє і, більш того, ускладнює розв'язання проблем вдосконалення і розвитку єдиних методів галузевого управління: методів планування, управління фінансовими і матеріально-технічними ресурсами тощо. Крім того, це ускладнює використання сучасних ІКТ-орієнтованих методів управління, що можуть застосовуватись на різних етапах процесу управління: методів збирання управлінських даних, їх опрацювання, підготовки управлінських рішень та їх прийняття. І нарешті, «дезінтеграція» структури управління за функціями управління знижує ефективність економічних, адміністративно-правових і соціальних методів управління на етапі реалізації рішень, що вже прийняті.

Втім, наявна структура ОУО наближена за принципом своєї будови до більшості структур галузових і місцевих органів управління, що існують в інших галузях економіки, і значною мірою ізоморфна структурі міжгалузових і вищих органів управління державою.

На підставі аналізу кількісних і якісних показників будови СО та перспективних напрямів її розвитку [288, 298, 301], можна вказати на деякі характерні особливості СО як складного об'єкта управління, якими визначаються завдання і методи управління нею. Виокремимо такі з них:

- СО належить до невиробничої сфери народногосподарського комплексу; її функціонування безпосередньо не пов'язане з виробництвом матеріальних цінностей, але створює передумови для успішного функціонування і розвитку всіх сфер суспільства;
- основний технологічний процес в СО є специфічним, що виражається у тому, що результати функціонування СО не матеріалізуються в якихось виробках, об'єктом діяльності в СО є інтелектуальний, духовний і фізичний розвиток людини, головним і специфічним інструментом діяльності в сфері освіти є знання;
- сфера освіти характеризується високою часткою витрат кваліфікованої праці;
- у СО значною мірою забезпечується і розвивається експериментальна навчально-методична, науково-дослідна і проектно-технологічна база;
- у галузевому аспекті функції ОУО спрямовані головню на забезпечення умов для успішного функціонування і розвитку навчальних, навчально-виховних закладів та науково-методичних установ, що входять до складу СО;
- основні категорії управлінських кадрів для ОУО готуються в самій СО; «модернізація управління освітою передбачає підвищення компетентності управлінців усіх рівнів, демократизацію процедури призначення керівників навчальних закладів, їх атестацію» [298];
- існуюча система управління навчальними закладами побудована за територіально-галузовим принципом; специфіка системноутворювальних зв'язків, відобра-

жуючи територіально-галузовий аспект управління, визначає органічну єдність методичних основ організації СО та оточуючого її середовища;

- будова СО має неідеальну багаторівневу ієрархічну структуру із змінним числом рівнів (від двох до п'яти) та територіально розподіленими об'єктами управління, що розташовані як у містах (великих і малих), так і у сільській місцевості (у тому числі у населених пунктах з нерозвинутою інфраструктурою); ця будова характеризується багаточисельністю і багатотипністю окремих об'єктів, що утворюють розгалужену мережу навчальних закладів СО; «мережа навчальних закладів повинна задовольняти освітні потреби кожної людини, відповідно до її інтересів, здібностей та потреб суспільства» [298];

- спостерігається значна динаміка значень показників, що відображують однотипні об'єкти управління нижнього організаційного рівня СО;

- значну кількість різнотипних об'єктів управління характеризують суттєво не схожі системи показників;

- необхідність здійснення якісного оцінювання діяльності СО передбачає введення системи відповідних специфічних показників і критеріїв;

- в цілому як інформаційна база системи управління, так і управлінські процеси, що здійснюються в ній, не відповідають сучасним вимогам і в існуючому вигляді їх автоматизація не приведе до помітного підвищення ефективності управлінської діяльності; «інформаційна система галузевого управління, технології управлінської діяльності мають бути удосконалені, стати одним з інструментів модернізації управління освітою» [298];

- в СО здійснюється інформатизація і комп'ютеризація навчальних закладів різних типів і рівнів акредитації, запроваджуються сучасні технології навчання (зокрема дистанційні та інтерактивні технології навчання), які принципово базуються на ІКТ і мережних принципах організації навчання; впровадження сучасних ІКТ, засобів Інтернет є пріоритетним напрямом розвитку СО, використання цих засобів забезпечує подальше удосконалення навчально-виховного процесу, доступність та ефективність освіти, підготовку молодого покоління до життєдіяльності в інформаційному суспільстві [298]; засоби ІКТ, якими оснащені навчальні заклади (таке оснащення поступово поліпшується), мають застосовуватись як з навчальною та науковою метою, так і з метою їх використання для автоматизації управлінської діяльності;

- у СО запроваджуються системи оцінювання якості освіти, що базуються на ІКТ, комп'ютерних мережах, Інтернет; «державна постійно здійснює моніторинг якості освіти, забезпечує її прозорість, сприяє розвитку громадського контролю» [298]; ці системи та їх засоби мають бути інтегровані в автоматизовану систему управління освітою (АСУО), стати її складовими;

- у СО створюються автоматизовані бібліотечні системи на базі мережі бібліотек навчальних закладів; «у бібліотечній справі запроваджуються ІКТ поряд з традиційними засобами» [298]; комп'ютерні засоби автоматизованих бібліотечних систем мають бути інтегрованими як у системи навчання, так і в АСУО;

- у СО створюється автоматизована система ліцензування, атестації та акредитації навчальних закладів; «модернізація управління освітою передбачає удосконалення механізму ліцензування, атестації та акредитації навчальних закладів» [298]; комп'ютерні засоби цієї автоматизованої системи мають бути інтегрованими в АСУО;

- переважна більшість ОУО тією чи іншою мірою оснащені засобами ІКТ, під'єднані до мережі Інтернет і мають бути інтегровані в АСУО; оснащення ОУО засобами ІКТ поступово поліпшується;

- у СО проводяться фундаментальні і прикладні наукові дослідження здійснюються інноваційні проекти, виробляється значна частка загального наукового продукту країни; «модернізація управління освітою передбачає організацію перевірки та експертизи освітніх інновацій» [298];

- механізми розвитку галузевої науки, економічні важелі гармонійного поєднання завдань освіти і науки в СО розвинуті недостатньо, загальні обсяги фінансування галузевої науки не відповідають її загальним потребам; ці механізми і важелі не використовуються як інструменти галузевого управління, що негативно відбивається на якісних показниках результатів функціонування СО, на ефективності галузевого управління в цілому; «поєднання освіти і науки є умовою модернізації СО, головним чинником її подальшого розвитку, що забезпечується: постійним збільшенням обсягів фінансування науки відповідно до її потреб і випереджаючого розвитку, фундаменталізацією освіти, інтенсифікацією наукових досліджень у вищих навчальних закладах, науково-дослідних установах АПН України, розвитком науки на основі новітніх наукових і технологічних досягнень, інноваційною діяльністю у навчальних закладах усіх типів, рівнів акредитацій та форм власності, правовим захистом інтелектуальної власності, залученням до наукової діяльності обдарованої учнівської та студентської молоді, педагогічних працівників, поглибленням співпраці та кооперації навчальних закладів і наукових установ, широким залученням до навчально-виховного процесу та дослідницької роботи в навчальних закладах відомих учених, створенням науково-інформаційного простору, насамперед для дітей та молоді, використанням для цього ІКТ, запровадженням цільових програм сприяння інтеграції освіти і науки, випереджальним розвитком педагогічної і психологічної науки, віднесенням її до пріоритетних напрямів розвитку науки» [298]; механізми інтеграції освіти і науки мають бути інтегрованими в АСУО;

- система матеріально-технічного забезпечення освіти спирається на національну індустрію сучасних засобів навчання, «що відповідають світовому науково-технічному рівню і є важливою передумовою реалізації ефективних стратегій досягнення цілей освіти» [298]; до складу СО входять виробничі підприємства, що виробляють матеріальні цінності для часткового задоволення внутрішніх потреб СО (наприклад, виробничі підприємства з виробництва засобів навчання, навчальних меблів тощо);

- в окремих навчальних закладах виробляється деякий обсяг продукції різного призначення, що є об'єктом ринку товарів (промислова і сільськогосподарська продукція);

- значна кількість навчальних закладів надає платні послуги освітнього, наукового, проектно-технологічного та консалтингового характеру, які є об'єктом ринку послуг, працює за договорами з установами і підприємствами інших галузей економіки, а також закордонними замовниками;

- фінансове забезпечення СО, зокрема інноваційних проектів, здійснюється за рахунок кількох джерел: коштів державного і місцевого бюджетів, коштів юридичних і фізичних осіб, коштів від надання навчальними закладами додаткових освітніх та інших послуг, здійснення ними економічної діяльності, кредитів на розвиток навчальних закладів, а також інших недержавних джерел (в тому числі закордонних); «одним з основних заходів, спрямованих на удосконалення економічної моделі освіти, має стати запровадження змішаного фінансування інноваційних проектів у галузі освіти, зокрема розроблення та запровадження механізму пільгового оподаткування доходів фізичних осіб, які спрямовують власні кошти на оплату навчання» [298];

- навчальні заклади СО витрачають великі, переважно не виправдані, обсяги енергетичних ресурсів, застосовують застарілі енергозберігаючі технології і енергетичне обладнання, що призводить до значних додаткових фінансових витрат на освіту; «застосування енерго- і теплозберігаючих технологій, ощадливе використання та розподіл ресурсів, що спрямовуються на освіту, є одним з основних заходів удосконалення економічної моделі освіти» [298];

- загальні обсяги фінансування освіти, зокрема, фінансування заходів, спрямованих на удосконалення галузевого управління, не задовольняють нагальні потреби; рівень оплати праці переважної більшості категорій працівників ОУО значно нижчий за середній показник заробітної плати в країні; це позначається на рівні кваліфікації залучених до управління фахівців, не сприяє омолодженню та оновленню управлінських кадрів; «модернізація управління освітою передбачає більш широке залучення до управлінської діяльності у сфері освіти талановитої молоді, жінок, а також вихованців ліцеїв» [298];

- планування розвитку СО переважно здійснюється на основі галузевих нормативів; «базовим принципом фінансування освіти є поступовий перехід до формування видатків державного і місцевих бюджетів на основі встановлених нормативів, чітке розмежування бюджетного та позабюджетного фінансування діяльності навчальних закладів... Поліпшення технології формування видатків державного та місцевих бюджетів на освіту, удосконалення системи кількісних та якісних показників для нормування зазначених видатків, розроблення диференційованих нормативів витрат на здійснення діяльності навчальних закладів є одними з основних заходів удосконалення економічної моделі освіти, забезпечення ефективності використання фінансових ресурсів, спрямованих на освіту, є визначальними інструментами встановлення та неухильного дотримання базових принципів фінансування освіти» [298];

- нормативно-правове забезпечення управління освітою неповною мірою пристосоване до впровадження засобів автоматизації, ІКТ, до формування багатоканальної системи фінансового забезпечення освіти, стимулювання інвестицій фізичних і юридичних осіб, створення і запровадження сучасної системи нормування та оплати праці у галузі освіти, до формування державного замовлення на підготовку фахівців у професійно-технічних і вищих навчальних закладах різних форм власності на конкурсній основі та з урахуванням якості освітніх послуг, визначення пріоритетних напрямів фінансування освіти і концентрації фінансових ресурсів для їх реалізації, до застосування економічних механізмів управління навчальними закладами із змішаною формою фінансування тощо;

- у цілому правове забезпечення галузевого управління слабо пристосоване до його автоматизації, впровадження сучасних засобів і технологій управління (зокрема, підлягає удосконаленню правовий захист інноваційної освітньої діяльності, правове підґрунтя щодо здійснення наукової експертизи державних стандартів освіти, створення сучасних засобів і технологій навчання та управління галуззю на всіх її організаційних рівнях, широкого впровадження ІКТ, приватного фінансування діяльності навчальних закладів тощо) і врахування цих визначальних факторів при удосконаленні управління освітою;

- правовий захист інноваційної освітньої діяльності, запровадження економічних механізмів;

- контроль за ефективністю використання фінансових ресурсів, що виділяються на освіту, здійснюється галузевими та загальнодержавними службами, а також громадськими структурами; «забезпечення ефективного використання коштів на

функціонування та розвиток освіти є одним з головних завдань реалізації економічної політики в галузі освіти... Запровадження спільного державного та громадського контролю за формуванням і виконанням бюджетів навчальних закладів є одним з основних завдань удосконалення економічної моделі освіти» [298];

- результати функціонування СО, її кінцевий продукт в якісному і кількісному відношенні задовольняє кадрові потреби переважної більшості галузей економіки.

Зазначені особливості роблять СО багато в чому специфічною, а її систему управління значною мірою несхожою з системами управління таких галузей економіки, як транспорт, зв'язок, будівництво та ін. Ці особливості мають бути відображеними в процесі комплексного вдосконалення галузевого управління та автоматизації його найважливіших функцій.

Як вже зазначалося, реалізація стратегії комплексного удосконалення галузевого управління дістає своє втілення в автоматизованій системі управління освітою.

1.5.3. Цілі створення та організаційна будова автоматизованої системи управління освітою

Автоматизована система управління (АСУ) – складова організаційної системи (оргсистеми), що забезпечує ефективне управління її функціонуванням і розвитком, в якій збирання та опрацювання управлінських даних (даних, інформаційних матеріалів, що необхідні для реалізації управлінської діяльності) здійснюється автоматизовано за допомогою відповідних засобів автоматизації.

Автоматизована система управління освітою (АСУО) – АСУ, що входить до складу системи освіти (СО) і забезпечує ефективне управління функціонуванням і розвитком СО на всіх її організаційних рівнях.

Методи і засоби АСУО утворюють в СО гнучке і адаптивне інтегроване організаційно-технологічне і інформаційно-обчислювальне середовище, яке розвивається і впливає на формування в СО найбільш сприятливих умов для здійснення стратегії неперервного комплексного вдосконалення галузевого управління [39].

Головна мета створення АСУО – удосконалення управління, яке спрямовується на підвищення ефективності СО, збалансованості розвитку її складових. Ця мета досягається шляхом поетапного органічного вбудовування в існуючу систему управління освітою нових, переважно безпаперових, інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), що базуються на широкому використанні програмно-технічних засобів сучасних ІКТ, а також ефективних методів управління та економіко-математичних моделей, що забезпечує управління СО як автономно, так і у складі інших АСУ верхніх, відносно СО, рівнів управління.

Організаційно АСУО є інтегрованою багаторівневою ієрархічною системою управління, що забезпечує узгоджене (за цілями, критеріями, методами управління і процедурами опрацювання даних) спільне функціонування елементів, що входять до її складу. Склад і функції цих елементів на різних організаційних рівнях АСУО виявляються також різними. Організаційна будова АСУО структурно ізоморфна будові СО, відображуючи тим самим галузевий і територіальний аспекти управління. При цьому склад і функції елементів АСУО на різних її організаційних рівнях виявляються також різними.

Будова АСУО включає п'ять організаційних рівнів: *1-й рівень* – державний, *2-й рівень* – обласний, *3-й рівень* – міський, *4-й рівень* – районний (районів обласного та міст обласного й державного підпорядкування) та *5-й рівень закладів СО* –

навчальних закладів, наукових і науково-методичних установ та підприємств, що входять до складу СО. Модель організаційної будови АСУО наведена на рис. 1.5.3-1.

Тобто, чотири верхніх із зазначених рівнів АСУО складає сукупність АСУ ОУО того чи іншого рівнів управління СО, а п'ятий, нижній – утворюють АСУ закладів, установ і підприємств СО.

Для здійснення галузевого управління між всіма рівнями АСУ ОУО встановлюються відповідні інформаційні зв'язки, що забезпечують їх спільне функціонування. Окрім цього, АСУ ОУО взаємопов'язані з АСУ тих навчальних закладів СО, що організаційно підпорядковані певним ОУО за територіальним принципом. АСУ цих навчальних закладів СО за галузевим принципом входять до складу відповідних АСУ ОУО. Деякі навчальні заклади СО безпосередньо підпорядковані ОУО першого – третього рівнів управління СО. В АСУ цих навчальних закладів СО встановлюються безпосередні зв'язки відповідно з першим – третім рівнями АСУ ОУО і за галузевим принципом вони входять до складу АСУ ОУО.

Для забезпечення територіального управління сукупність АСУ ОУО та АСУ навчальних закладів СО, що розташовані на території регіонів згідно з організаційно-територіальним поділом держави, є складовими АСУ СО певного регіону – АСУ регіональних СО. Деякі АСУ тих навчальних закладів СО, що безпосередньо підпорядковані ОУО першого – третього рівнів управління СО (хоча й розташовані, наприклад, в інших регіонах), входять до складу АСУ регіональних СО відповідно першого – третього рівнів управління СО. Окрім взаємозв'язків АСУ регіональних СО з АСУО, для цих регіональних АСУ встановлюються інформаційні зв'язки з відповідними АСУ державних і місцевих органів влади, і вони за територіальним принципом входять до складу відповідних АСУ регіональних СО.

На рівні ОУО загальносистемну програмно-технічну базу відповідних АСУ, як правило, утворюють засоби ІКТ спеціалізованих установ або інформаційно-обчислювальних підрозділів ОУО (наприклад, інформаційно-обчислювального центру Міністерства освіти і науки України, обчислювальних центрів АСУ регіональних СО, інформаційно-обчислювальних центрів місцевих державних адміністрацій тощо).

Інформаційно-обчислювальний центр 1-го рівня АСУО є програмно-технічним ядром АСУО. Цей центр забезпечує збирання, накопичення, опрацювання, зберігання і подання інформаційних матеріалів, що необхідні працівникам апарату міністерства для управління верхнім організаційним рівнем СО. Цей структурний елемент АСУО здійснює практично всі функції, пов'язані з опрацюванням галузевих управлінських даних та їх розподілом між керівництвом міністерства і функціональними підрозділами його апарату для подальшої підготовки і прийняття управлінських рішень на рівні міністерства. Як правило, центр виконує функцію інформаційно-ресурсного центру певного змістового спрямування корпоративної комп'ютерної мережі Єдиного інформаційного простору СО. Повний спектр завдань, які виконує центр, є досить широким і окрім завдань, що пов'язані з функціонуванням АСУ міністерства, включає також завдання науково-дослідного і проектного характеру, виконання яких необхідне для розвитку АСУО, а також завдань щодо навчання працівників ОУО методів і засобів управління, що використовуються в АСУО.

На рівні закладів СО залежно від характеру основного призначення закладів, установ і підприємств СО окрім АСУ (наприклад, АСУ школи, коледжу, гімназії, професійно-технічного училища, університету, інституту післядипломної педагогічної освіти) створюються (можуть створюватись) автоматизовані системи іншого спрямування і технологічного призначення (наприклад, автоматизовані системи

навчального призначення (АСНП), автоматизовані системи наукових досліджень (АСНД), автоматизовані бібліотечні системи (АБС)). Разом з АСУ ці автоматизовані системи можуть утворювати інтегровані інформаційно-технологічні багатофункціональні автоматизовані системи, функції яких, окрім тих, що необхідні для забезпечення галузевого і територіального управління, включають також технологічні функції, що відображають функціональну спрямованість відповідних закладів, установ і підприємств СО.

Крім цього, на рівні закладів СО залежно від складності управління певними закладами СО, окрім АСУ, також створюються (можуть створюватись) кушові інформаційно-обчислювальні центри (КІОЦ), кушові інформаційні пункти (КІП), інформаційні пункти (ІП) та абонентні пункти (АП) АСУО. Загальносистемну програмно-технічну базу цих елементів АСУО, як правило, утворюють засоби ІКТ різних типів навчальних закладів.

У кушових інформаційно-обчислювальних центрах АСУО забезпечується опрацювання управлінських даних відповідного регіону. Як правило, КІОЦ створюються на базі вищих навчальних закладів, в яких здійснюється підготовка студентів із спеціальностей, пов'язаних з ІКТ. Поряд з опрацюванням управлінських даних, що необхідні для функціонування АСУО, на базі КІОЦ проводиться (може проводитись) навчальна робота із студентами та аспірантами, функціонують АСУ вищого навчального закладу (АСУ ВНЗ), інтегровані АСУ-АНС-АСНД-АБС. На базі КІОЦ можуть також виконуватись роботи з опрацювання управлінських даних для ОУО та інших навчальних закладів, що розташовані в регіоні КІОЦ. Цей елемент АСУО забезпечує збирання, накопичення, опрацювання і зберігання інформаційних матеріалів, що надходять від ОУО і закладів СО, які закріплені за даним КІОЦ. Він здійснює також передавання управлінських матеріалів на верхній галузевий і певний територіальний рівень управління СО для інформаційно-аналітичного забезпечення працівників апарату ОУО і керівників закладів СО у процесі підготовки та прийняття ними управлінських рішень. КІОЦ може виконувати функцію інформаційно-ресурсного центру певного змістового спрямування корпоративної комп'ютерної мережі Єдиного інформаційного простору СО.

Інформаційні пункти АСУО створюють у всіх тих закладах СО, які не закріплені за КІОЦ. Ці елементи АСУО забезпечують такі функції:

- збирання від відповідних служб закладу СО, на базі якого вони створені, необхідних для управління даних, передавання управлінських матеріалів за встановленим графіком до інформаційно-обчислювальних підрозділів верхнього рівня АСУО або до КІП, за яким даний ІП закріплений;
- приймання від інформаційно-обчислювальних підрозділів верхнього рівня АСУО або від КІП, за яким даний ІП закріплений, управлінських даних;
- доведення рішень вищих ОУО до керівництва і відповідних служб закладу СО, на базі якого вони створені.

За деякими ІП можуть закріплюватись кілька закладів СО, в яких відсутні засоби електронних комунікацій. Такий ІП виконує функції КІП для всіх тих закладів СО, що за ним закріплені.

У закладах СО, де функціонують АСУ, інформаційно-обчислювальні центри і/або інші інформаційно-обчислювальні підрозділи, функції, що покладені на ІП та КІП, закріплюються за цими підрозділами. У тих закладах СО, де такі підрозділи відсутні, ці функції покладаються на працівників одного з існуючих підрозділів даного закладу СО.

У деяких закладах і установах СО (науково-дослідних інститутах, науково-методичних центрах, ВНЗ, інститутах післядипломної педагогічної освіти, бібліотеках та ін.), а також у структурах, які безпосередньо не входять до СО (наприклад, науково-дослідних інститутах, ВНЗ, інститутах перепідготовки і підвищення кваліфікації спеціалістів інших галузей економіки країни) встановлюються АП, за допомогою яких надається доступ користувачів до різних проблемно-орієнтованих баз даних, що завантажені і підтримуються в АСУО та є доступними для певного ІП.

Інформаційно-комунікаційні взаємозв'язки між різними рівнями АСУО переважно здійснюються за допомогою засобів Інтернет. На базі комп'ютерно-технологічної платформи Інтернет забезпечується транспортування електронних управлінських даних, а його доступні сервіси використовуються (можуть використовуватись) як складові функціональних задач тих чи інших АСУ.

Рівень галузевого управління безпосередньо пов'язаний з ефективністю функціонування АСУО, що в основному і визначає цей рівень.

1.5.4. Проблеми, чинники і шляхи підвищення ефективності автоматизованої системи управління освітою

Набутий в попередні роки (починаючи з 80-х років ХХ століття) досвід розроблення і функціонування автоматизованої системи управління освітою (АСУО) показав, що визначені на першому етапі шляхи і засоби автоматизації галузевого управління виявились правильними. Саме постійне розширення сфери охоплення автоматизацією різних функцій управління надало можливість забезпечити підготовку і перепідготовку *розробників* автоматизованих систем управління (АСУ), забезпечувального персоналу – ЗП (інженерно-технічного персоналу, що підтримує безперебійне функціонування її програмно-апаратних, інформаційно-ресурсних та інших підсистем АСУ; серед фахівців у сфері АСУ використовуються також терміни *експлуатаційники АСУ, суб'єкти експлуатації АСУ*, як синоніми ЗП), розвинути загальносистемну програмно-технічну базу АСУО; створити необхідний сприятливий «клімат» в управлінському середовищі, сприятливі умови щодо впровадження методів і засобів АСУО в практику галузевого і територіального управління. І хоча більшість задач планування та управління системою освіти (СО) за своїм характером була пов'язана з прямими обчисленнями, все-таки цей підхід сприяв упорядкуванню самих методів планування та управління (шляхом фіксації їх в алгоритмах і програмах), прискоренню обчислень, підвищенню обсягів даних, що використовуються для цих обчислень, і, як результат, такий підхід забезпечив деяке підвищення обґрунтованості управлінських рішень, що приймаються, вивільнення суб'єктів управління від значного обсягу рутинних робіт [70].

Проте, виявилось очевидним, що пряме нарощування кількості автоматизованих задач, що розв'язуються в АСУО, лише до певного моменту (що визначає рівень методів і засобів АСУО, впроваджених в управління, глибину автоматизації процесів управління в СО) сприяють підвищенню рівня управління в СО. Після цього в АСУО повинні відбутися якісні зміни, причому не на рівні окремих задач

або підсистем АСУО, а на рівні АСУО в цілому. Іншими словами, стало очевидно, що резерви подальшого удосконалення АСУО криються не стільки у можливостях удосконалення окремих розрізнених задач управління, скільки у взаємоув'язуванні всіх частин АСУО (включаючи задачі, комплекси, підсистеми) і забезпеченні інформаційних зв'язків всіх АСУ, що входять до складу АСУО, з відповідними АСУ державних і місцевих органів управління [97].

Саме ці висновки спричинили необхідність реалізації принципу цілісності АСУО, потребу застосування системного підходу як головної методологічної платформи системного проектування і розвитку АСУО.

Оцінки результатів, що досягаються (можуть бути досягнуті) у процесі створення АСУО, включають оцінки впливу функціонування АСУО на методи і форми функціонування органів управління освітою (ОУО) й оцінки впливу функціонування АСУО на функціонування самої СО, управління якою автоматизується.

Якщо під ефективністю розуміти співвідношення між обсягами витрат на створення і впровадження АСУО і результатами використання її методів і засобів, то для кількісної оцінки ефективності АСУО необхідно виділити і кількісно виразити народногосподарський ефект від зміни витрат на освіту, пов'язаних з додатковими витратами на розроблення і впровадження АСУО. Це, у свою чергу, вимагає розв'язання двох взаємозалежних задач: вимірювання обсягу додатково створених системою освіти нематеріальних благ і кількісної оцінки впливу СО на матеріальне виробництво.

Поки, на жаль, економічна наука не дає задовільної відповіді на ці питання.

Проте, вплив АСУО на форми і методи функціонування ОУО і всієї СО відчутний, і при правильному виборі головних напрямів автоматизації цей вплив виявляється позитивним.

Поряд з першочерговою необхідністю забезпечення високого професійного рівня управлінських кадрів, що задіяні в системі управління освітою на її різних організаційних рівнях, можна вказати на ряд проблем, послідовне розв'язання кожної з яких має безумовний позитивний вплив на ефективність функціонування АСУО в цілому.

Це принаймні такі три проблеми, що їх назовемо *проблемами ефективності АСУО*:

по-перше, підвищення якості управлінських рішень, що розроблюються за допомогою методів і засобів АСУО;

по-друге, підвищення активності суб'єктів управління в організації виконання і контролю за ходом реалізації цих рішень;

по-третє, зниження витрат на розроблення, впровадження та забезпечення функціонування АСУО (серед фахівців у сфері АСУ використовується також термін *експлуатація АСУ*, що означає забезпечення функціонування програмно-апаратних, інформаційно-ресурсних та інших підсистем АСУ).

Причому розв'язання кожної з названих проблем варто розглядати в постійному розвитку. Результати їх розв'язання є найважливішими факторами прогресивного розвитку АСУО в цілому. Саме тому пошук найбільш продуктивних шляхів розв'язання проблем ефективності АСУО і є тією головною метою, яку слід досягти, вирішуючи завдання удосконалення галузевого управління.

Серед багатьох можливих шляхів розв'язання кожної з проблем ефективності АСУО вкажемо тільки на ті з них, що мають визначальний вплив на їх розв'язання і які, тому, повинні стати предметом поглибленого вивчення й аналізу.

Розв'язання *першої проблеми ефективності АСУО*, крім всього іншого, можливе шляхом:

- постійного вивчення СО, що розвивається, розширення й уточнення різних аспектів її системного модельного відображення в АСУО;
- розширення комплексності використання моделей АСУО в процесі розроблення управлінських рішень, переходу на цій основі до моделювання (у тому числі динамічного) в АСУО макрофункцій планування та управління СО;
- підвищення вірогідності інформаційних матеріалів, що використовуються в процесі розроблення і прийняття управлінських рішень;
- підвищення рівня інформаційної забезпеченості процедур прийняття управлінських рішень.

Наведені вище шляхи розв'язання *першої проблеми ефективності АСУО* вказують на ті суттєві чинники, прогресивно впливаючи на які, можна домогтися поліпшення якості управлінських рішень, що розробляються на основі методів і засобів АСУО. Сукупність цих чинників утворює деяку групу, яку назвемо *групою чинників якості рішень*.

Розв'язання *другої проблеми ефективності АСУО*, крім всього іншого, можливе шляхом:

- підвищення рівня знань й умінь суб'єктів управління в напрямі практичного застосування методів і засобів управління, що реалізовані в АСУО;
- органічного включення суб'єктів управління в процеси вивчення, побудови й уточнення моделей, що описують процеси й об'єкти в СО;
- органічного включення суб'єктів управління в автоматизовані процеси розроблення й аналізу варіантів управлінських рішень, а також контролю за ходом їх реалізації.

Шляхи розв'язання *другої проблеми ефективності АСУО* виділяють, по суті, ті суттєві чинники, що впливають на підвищення рівня активності суб'єкта управління в процесах підготовки та організації виконання управлінських рішень, а також забезпечують контроль за ходом реалізації цих рішень.

Сукупність цих чинників утворює другу групу, яку назвемо *групою чинників активності суб'єктів управління*.

Розв'язання *третьої проблеми ефективності АСУО*, крім всього іншого, можливе шляхом:

- підвищення технологічності всієї сукупності інформаційних процесів, що здійснюються в АСУО;
- застосування єдиних галузевих організаційно-правових форм і методів управління процесом створення АСУО;
- проектування і подальшого розвитку АСУО переважно на основі централізованого розроблення нових і широкого використання типових проектних рішень і пакетів прикладних програм.

Перелічені шляхи розв'язання *третьої проблеми ефективності АСУО* виділяють, по суті, ті суттєві чинники, прогресивно впливаючи на які, можна домогтися зниження витрат на розроблення, впровадження і забезпечення функціонування АСУО. Сукупність цих чинників утворює третю групу, яку назвемо *групою чинників витрат* на створення, впровадження і функціонування АСУО.

На рис. 1.5.4-1 (див. с. 190) зведені проблеми і чинники підвищення ефективності АСУО.

Проблеми ефективності автоматизованої системи управління освітою

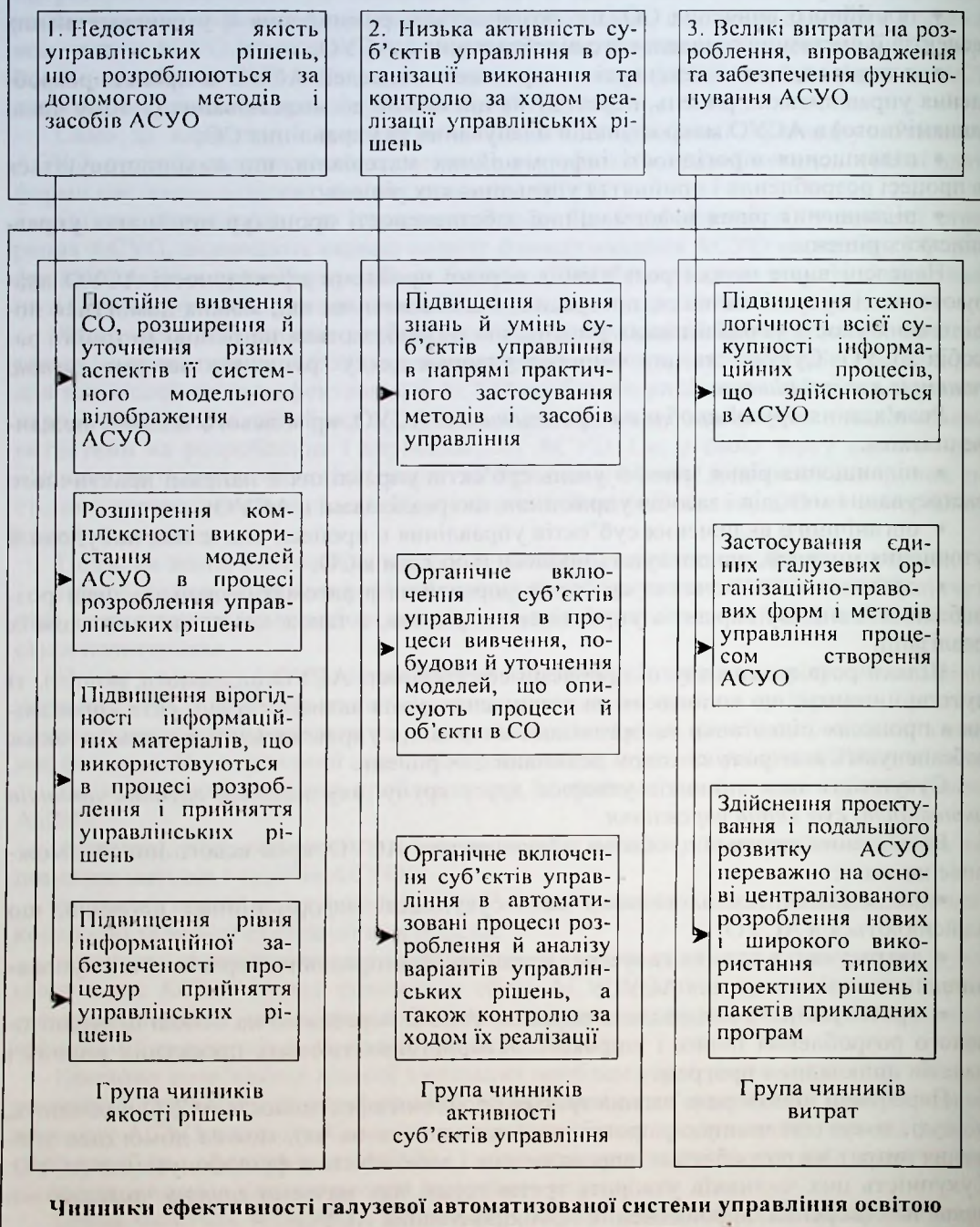


Рис. 1.5.4-1. Проблеми і чинники підвищення ефективності автоматизованої системи управління освітою (АСУО)

Очевидно, що прогресивна зміна кожного з перелічених вище чинників (що входять у ту або іншу групу чинників ефективності АСУО) окремо тією чи іншою мірою забезпечує підвищення ефективності функціонування АСУО в цілому. При цьому можна помітити, що більшість виділених чинників ефективності АСУО між собою є суттєво корельованими. Тому варто очікувати, що якщо забезпечити одночасну прогресивну зміну рівня всіх або будь-яких кількох із зазначених чинників і якщо ця зміна досягається на основі реалізації єдиної стратегії комплексного удосконалювання галузевого управління, то підвищення ефективності функціонування АСУО, що за цим настане, набагато перевищить просту суму локальних ефектів, що виникають при впливі кожного із зазначених чинників окремо. Цим самим виявляються емерджентні властивості стратегії комплексного удосконалювання галузевого управління, у даному випадку, як системи заходів, що спрямовані на підвищення ефективності АСУО.

З метою визначення практичних підходів щодо розв'язання проблем ефективності АСУО розглянемо більш детально кожну з цих проблем, які характеризуються відповідною групою чинників ефективності, що були вище виділені.

Що стосується першої і другої проблем ефективності АСУО, які впливають із сучасних завдань та тенденцій суспільного розвитку, то слід вказати на ряд суттєвих особливостей постановки цих проблем.

Сьогодні, в умовах значних перетворень в усіх сферах життя суспільства, необхідності істотного прискорення соціально-економічного розвитку країни, повинна значно зрости кількість сміливих, далекоглядних, комплексних, широкомасштабних і високоефективних народногосподарських рішень на ключових напрямках розвитку країни. При цьому ще більше зростає взаємний вплив різних підсистем суспільства (галузей економіки, регіональних соціально-господарських комплексів, гуманітарних секторів та ін.) і оточуючого їх середовища (тут і далі – не тільки природного середовища, а всього середовища, що оточує виділену підсистему, проект), значно більш високими стають вимоги до раціональності (в деякому визначеному розумінні) рішень, що приймаються, збільшується кількість чинників, які необхідно враховувати у процесі їх розроблення і реалізації.

Іншими словами, підвищується динамізм і поглиблюється комплексний взаємозв'язок явищ і процесів, що відбуваються як у межах окремих підсистем суспільства, так і в цілому в масштабах країни. Неухильно зростає «значимість» (із загальнолюдських позицій) окремих рішень. Ігнорування цих тенденцій приводить до того, що на практиці, на жаль, непоодинокі випадки, коли прямий вплив тієї або іншої підсистеми суспільства на оточуюче її середовище (ОС), або наступний зворотний вплив ОС на цю підсистему виявляється настільки небажаним (із загальнодержавних позицій), що в результаті не тільки не досягається попередньо визначена мета розвитку (цілі проекту, ефект розвитку), але в цілому суспільство несе значні (іноді складно відтворювані і навіть повністю не відтворювані) втрати (економічні, політичні, соціальні та ін.).

Слід зазначити, що на практиці розроблення великомасштабних і довгострокових народногосподарських рішень здійснюється, як правило, при погано обумовлених цілях, істотній невизначеності обмежень ресурсного характеру, в умовах наявності великої кількості взаємозв'язків між елементами різних підсистем суспільства, що не формалізуються або важко формалізуються, за недостатньої інформаційної забезпеченості (стосовно складу, структури і термінів надходження даних) процесів розроблення управлінських рішень. Усе це призводить до суттєвої структурної

і параметричної невизначеності подібних задач, припускає наявність значної кількості різних варіантів рішень при погано обумовленій системі критеріїв їх вибору.

За цих умов для великих соціально-економічних систем (до класу яких, безсумнівно, належить і СО) сьогодні на перший план висуваються завдання комплексного внутрішнього (між елементами системи) і зовнішнього (між системою і оточуючим середовищем) взаємного ув'язування процесів, що відбуваються у різних підсистемах суспільства, уточнення їх цілей, детального розроблення достатньої кількості альтернативних варіантів рішень щодо їх розвитку і функціонування, комплексного аналізу, порівняння й оцінки можливих наслідків реалізації конкретних рішень, ризиків їх реалізації, а також критеріїв їх вибору [65, 88, 108, 118, 413]. Це вимагає поглибленого вивчення підсистем суспільства – одержання нових знань про їх будову і функціонування з метою довизначення вихідної задачі з вироблення ефективних управлінських рішень щодо розвитку систем і характеру їх функціонування. Причому, чим більш складна система, відносно якої приймаються рішення, тим глибина пророблення перелічених питань має істотно зростати.

Ефективним шляхом розв'язування зазначених проблем є шлях постановки і здійснення імітаційних експериментів, для реалізації яких створюються імітаційні системи (ІМС) [11, 14, 17, 66, 96, 97, 119, 217, 221, 261, 291, 292, 304, 391, 395, 418]. При цьому функціонування ІМС виражається в імітації і вивченні суттєвих (стосовно цілей ІЕ) сторін будови, функціонування і розвитку систем, що досліджуються.

Отже, з метою забезпечення розроблення ефективних народногосподарських рішень (максимального зниження втрат від наслідків реалізації неефективних рішень) для всіх існуючих складних систем і тих, що тільки розробляються, доцільно створювати ІМС, які повинні «жити» разом з реальною системою, неперервно розвиватись (змінюватись) й уточнюватись в міру розвитку (зміни) і вивчення системи-оригіналу.

Оскільки АСУ є тим середовищем, в межах якого, методами і засобами якого суб'єкт управління розробляє ті чи інші управлінські рішення, функції ІМС мають бути підтримані відповідними засобами АСУ, тим самим забезпечуючи в межах АСУ реалізацію концепції ІМС.

Не менш важливою вимогою щодо складу методів і засобів АСУ є також вимога наявності у їх складі розвинутих засобів взаємозв'язку суб'єкта управління й комп'ютерної системи. На основі цих засобів створюється «люб'язний» інтерфейс щодо розв'язування в АСУ управлінських задач, підтримуються переважна більшість режимів функціонування АСУ [29, 77, 97, 103, 120, 182, 359, 377]. При цьому, методичні і програмні засоби ІМС, з одного боку, можуть застосовуватися в системах автоматизованого проектування АСУ як ефективний інструмент вивчення і проектування моделей і систем моделей, що відображують статичку і динаміку системи-оригіналу, з іншого боку, ці засоби повинні включатися до складу АСУ, де на їх основі утворюється блок оперативного управління, і використовуватися як ефективний інструмент розробки й аналізу варіантів управлінських рішень.

Тому можна зробити висновок, що забезпечення можливості функціонування АСУ в режимі ІМС є найважливішою властивістю сучасних АСУ. Саме ця властивість і визначає, в основному, належність АСУ до класу систем автоматизованого прийняття рішень [152].

Реалізація в АСУО концепції ІМС виявляється у тому, що в такій системі забезпечується реалізація таких цілеспрямованих функцій:

- дослідження на моделях об'єктів і процесів, що відбуваються як у самих СО і ОС, так і в системах управління ними;
- формування, уточнення і збереження моделей статистики і динаміки об'єкта управління і наступна імітація його ретроспективного, поточного і планового станів;
- формування, уточнення і збереження моделей статистики і динаміки ОС і наступна імітація суттєвих вимог і станів її цілеформувальної і актуальної підсистем;
- формування, уточнення і збереження моделей і наступна імітація процесів галузевого планування і управління (прогнозування і планування розвитку СО, оперативного управління функціонуванням СО, комплексного аналізу функціонування і розвитку СО).

При цьому досягається органічне включення суб'єктів управління в процеси дослідження і довизначення створюваних моделей і алгоритмів, а також у процеси розроблення й аналізу варіантів управлінських рішень. Крім того, шляхом проведення на ІМС ділових ігор (як спеціального режиму функціонування АСУО), вдається багато в чому вирішувати задачі навчання користувачів АСУО методів і засобів управління, що використовуються.

Отже, реалізація в АСУО концепції ІМС в цілому спрямована на розв'язання першої і другої з виділених нами проблем ефективності АСУО. При цьому тією чи іншою мірою використовуються усі чинники, що впливають на ефективність АСУО і які входять у групу чинників якості рішень і групу чинників активності суб'єктів управління.

Перейдемо до розгляду третьої з виділених проблем ефективності АСУО.

Відразу відзначимо, що послідовне розв'язування проблеми якості рішень, прийнятих на основі методів і засобів АСУО, припускає подальше підвищення інтенсивності потоків інформаційних матеріалів, що циркулюють у системі управління освітою, при значному ускладненні алгоритмів їх опрацювання. Тому підвищення технологічності всієї сукупності інформаційних процесів, що здійснюються в АСУО, – першого з виділених нами чинників витрат, має бути забезпечене на фоні всезростаючих вимог до процесуальних і аналітичних характеристик систем опрацювання даних, що входять до складу АСУО.

Аналіз характеристики і структури руху інформаційних потоків, що циркулюють у системі управління освітою [95, 66, 79, 120], дає підставу зробити висновок, що помітне підвищення технологічності всієї сукупності інформаційних процесів, які здійснюються в АСУО, може бути досягнуте на основі:

- удосконалювання галузевої уніфікованої системи документації і галузевої системи ведення загальнодержавних і галузевих класифікаторів техніко-економічних і соціальних інформаційних матеріалів;
- удосконалювання структури руху інформаційних потоків при формуванні галузевих звітних і аналітичних даних;
- підвищення логічного рівня і гнучкості засобів забезпечення управлінської діяльності в ОУО.
- підвищення логічного рівня і гнучкості засобів взаємозв'язків розробників і ЗП АСУО з базами даних галузевого автоматизованого банку даних.

Що стосується другого і третього виділених нами факторів витрат, то вплив через ці важелі на зниження витрат, пов'язаних зі створенням і впровадженням методів і засобів АСУО, досягається за рахунок того, що:

- на різних організаційних рівнях управління СО повинні бути сформовані і активно працювати робочі органи, головним завданням яких є забезпечення координації і управління всіма видами робіт зі створення і впровадження АСУО;

- повинні бути визначені Головні організації з розроблення різних організаційних рівнів АСУО, головним завданням яких є розроблення керівних методичних і технічних матеріалів; розроблення типових проектів рішень; експериментальна перевірка і поетапне доопрацювання типових проектних рішень, а також організаційно-технологічних принципів взаємозв'язків як різних рівнів АСУО, так і АСУО з відповідними АСУ оточуючого СО середовища.

Можна констатувати, що, оскільки стратегія комплексного вдосконалення управління освітою реалізується в середовищі АСУО, підвищення рівня галузевого управління, його ефективності в цілому визначається ефективністю функціонування і розвитку АСУО.

Це передбачає (окрім інших із зазначених факторів ефективності АСУО), по-перше, удосконалення і розвиток функціональної частини АСУО на основі підвищення адекватності і комплексності описування об'єктів і процесів в СО і оточуючому її середовищі, поглиблення економічної сутності управлінських задач, більш широкого застосування у процесах галузевого планування та управління сучасних методів і моделей (в тому числі економіко-математичних) і, по друге, робить необхідним подальше удосконалення забезпечувальної частини АСУО на основі «вбудовування» в галузеву систему управління ІКТ, що базуються на концепції розподілених автоматизованих банків даних, комп'ютерних мереж та безпаперових технологіях управління [152, 153, 154, 155, 286].

1.5.5. Сучасні проблеми розвитку функціональної і забезпечувальної частин автоматизованої системи управління освітою

Сучасний рівень розвитку методів і засобів інформатики, що утворюють комп'ютерно-технологічну платформу автоматизованих систем управління в освіті, масштаби їх впровадження в органи управління освітою (ОУО), в різні типи навчальних закладів дають змогу констатувати, що наявність і досягнутий науково-технічний рівень розвитку загальносистемних програмно-технічних засобів автоматизованої системи управління освітою (АСУО) сьогодні вже не є визначальним чинником на шляху подальшої автоматизації галузевого управління, підвищення на цій основі його ефективності. Варто лише вказати на необхідність реалізації єдиного підходу до комплектації АСУО такими засобами, яких, на жаль, у масштабах країни не завжди до кінця забезпечується.

Проте головним питанням, що сьогодні стоїть перед системою управління освітою, залишається питання подальшого підвищення ефективності управлінської діяльності в галузі, що не може розглядатися у відриві від підвищення ефективності управління народногосподарським комплексом країни в цілому. Це, із всією очевидністю, вимагає підвищення ефективності функціонування АСУО на всіх організаційних рівнях СО, що аж ніяк не може бути досягнуто виключно за рахунок екстенсивного нарощування загальносистемних програмно-технічних засобів АСУО.

Як було відзначено у розділі 1.4.4, однією з характерних рис сучасного етапу розвитку АСУО є різке підвищення вимог до об'ємно-часових і аналітичних характеристик систем опрацювання даних, що входять до її складу, а тому – до продуктивності методів і засобів АСУО, що в ній застосовуються.

Другою характерною рисою розвитку АСУО є зростання вимог до якості управлінських рішень, що приймаються на основі цих методів та засобів. Тому на

перший план при розвитку АСУО висуваються задачі вдосконалення процесів управління та інтеграція цих процесів вдовж вертикалі і горизонталі структури галузевого управління. Ці чинники якраз і виражають змістовну і технологічну сторони нового етапу галузевого управління. У свою чергу, як підцілі головної мети розвитку АСУО виступають цілі вдосконалення як функціональної, так і забезпечувальної її частин.

Удосконалення функціональної частини АСУО включає вдосконалення процесів управління на всіх фазах управлінської діяльності: планування і прогнозування розвитку системи освіти (СО), оперативного управління її функціонуванням, комплексного аналізу діяльності СО, обліку та звітності про стани СО та характер її діяльності.

Удосконалення забезпечувальної частини АСУО включає удосконалення всіх видів забезпечення – організаційного, технічного, інформаційного, програмного і математичного – відповідно до вимог функціональної частини АСУО, що неперервно розвивається.

Аналіз досягнутого рівня розвитку АСУО стосовно поставлених цілей виявляє ряд проблемних ситуацій як у функціональній, так і в забезпечувальній частинах АСУО, послідовне розв'язування яких спрямоване на досягнення головної мети її створення.

У функціональній частині АСУО можна виділити такі проблеми:

- некомплектність прийняття в СО управлінських рішень, що спричинено недостатньо повним системним описуванням статистики і динаміки взаємопов'язаних моделей, які відображають ті або інші управлінські функції, відсутністю в АСУО необхідних для цих цілей засобів, а також неможливістю здійснення необхідного параметричного наповнювання моделей управління; це зумовлено відсутністю доступу суб'єктів галузевого управління до банків даних управлінських матеріалів інших галузей соціально-економічного комплексу країни;
- неможливість здійснення у встановлені терміни оптимальних управлінських рішень на основі багатоваріантних розрахунків, що зумовлено недостатньою автоматизацією найбільш трудомістких операцій (щодо обсягів управлінських інформаційних матеріалів та алгоритмів їх опрацювання) у технологічному процесі підготовки управлінських рішень, а також обмеженою продуктивністю програмно-технічних засобів, що застосовуються в АСУО;
- низький рівень використання у практиці галузевого управління методів і засобів АСУО, що вже створені, недостатня активність ОУО щодо організації впровадження наявних і нових методів і засобів АСУО; це, в цілому, зумовлено обмеженим включенням суб'єктів управління у процеси створення, впровадження та відпрацювання цих методів і засобів, у реалізацію окремих автоматизованих процедур опрацювання даних, недостатнім знанням суб'єктами управління сучасних методів і засобів управління, а також нерозвиненістю засобів і процедур доступу суб'єктів управління до програмно-технічних засобів АСУО;
- надмірність за обсягами, недостатність за складом та неузгодженість за термінами надходження управлінських інформаційних матеріалів, відсутність належної уніфікації управлінських даних, що виражається у високій трудомісткості їх опрацювання, змістовій недосконалості управлінської інформаційної бази; це зумовлено, з одного боку, об'єктивним обсягом і багатоланковістю структури управлінських інформаційних матеріалів, а з іншого – необґрунтованим застосуванням в існуючій системі управління недосконалих (традиційних) методів, засобів і технологій управління, агрегуванням та перекручуванням галузевих звітних даних на

різних організаційних рівнях СО, а також недостатньою інформаційною узгодженістю задач управління як у межах СО, так і управлінських задач взаємозв'язків СО з оточуючим середовищем, недостатнім використанням в АСУО єдиної системи класифікаторів соціальних і техніко-економічних інформаційних даних, нерозвиненістю будови галузевої комп'ютерної мережі та способів її багатоцільового використання;

- відсутність повного складу моделей, необхідних для описування функцій єдиного процесу галузевого планування й управління, що викликано швидкими змінами та недостатньою вивченістю як окремих елементів СО, так і СО в цілому, значною кількістю погано обумовлених та складно формалізованих задач управління СО;

- відсутність науково обґрунтованої системи нормативів для планування й управління СО, що відображає слабку розробленість цих питань у цілому в країні;

- недостатня інформаційна та інструментальна забезпеченість суб'єктів управління в процесі підготовки управлінських рішень; це зумовлено їх обмеженим доступом до інформаційних ресурсів (за змістом та у часі) і недостатньою наочністю подання управлінських інформаційних матеріалів, слабким програмно-технічним оснащенням робочих місць управлінців, використанням традиційних методів і технологій роботи з інформаційними базами даних (у більшості випадків на паперових носіях), а також неможливістю проведення безпосередньо на робочих місцях управлінців та у визначені терміни відносно складних й трудоемких розрахунків за гнучким адаптованими алгоритмами;

- слабка збалансованість основних показників проектів планів та прогнозів розвитку СО як між організаційними рівнями СО, так і між галузевими й територіальними показниками розвитку, недостатня узгодженість короткотермінових, середньотермінових та довготермінових планів; це зумовлено відсутністю в АСУО адекватних збалансованих моделей, а також ефективних процедур узгодження міжрівневих галузевих, міжгалузевих та територіальних завдань СО;

- неможливість спостереження за допомогою існуючих методів та засобів АСУО за характером протікання процесів управління у часі, відомості про що видаються користувачам АСУО, зазвичай в неприйнятному темпі, з інформаційною надмірністю й у складній для сприйняття формі; це зумовлено відсутністю в АСУО ефективних методів і засобів комплексного моделювання, аналізу та подання динамічних процесів, які наочно відображають функціонування й розвиток СО та її елементів у часі.

У забезпечувальній частині АСУО можна виділити такі проблеми:

- низький рівень управління процесом створення АСУО, що виражається у відсутності необхідної координації, планування та контролю за ходом і термінами розроблення та впровадження АСУО; це зумовлено недостатньою ефективністю проведення проектних робіт в установах і підрозділах галузі, на які покладено виконання цих завдань;

- низька ефективність ресурсної політики, що виявляється в значному розпилюванні фінансових і матеріально-технічних ресурсів, що виділяються на створення й розвиток АСУО, а також у значній нерівномірності розвитку АСУО як вздовж вертикалі, так і вздовж горизонталі; це спричинено відсутністю у галузі єдиного централізованого фонду фінансових і матеріально-технічних ресурсів функціонування і розвитку АСУО, а також механізмів його планування, утворення та розподілу;

- недостатній рівень організації функціонування і розвитку установ і підрозділів СО, на які покладені завдання з розроблення та експлуатації програмно-технічних засобів АСУО, їх слабка керованість, що спричинює низькі темпи впровадження методів і засобів АСУО у практику галузевого управління; це зумовлено недоліками існуючих господарських механізмів, на основі яких регламентується й регулюється діяльність цих установ і підрозділів СО;

- зниження ефективності розробки АСУО внаслідок недостатнього використання типових проектних рішень (ТПР) та пакетів прикладних програм (ППП); це багато в чому зумовлено відсутністю галузевого фонду відповідних алгоритмів і програм, нерозробленістю організаційно-правових форм і методів його створення й ведення, відсутністю ефективної системи інформаційного забезпечення наукових досліджень та розробок у галузі створення АСУО, а також недоліками в організації обміну передовим науково-технічним досвідом;

- недостатній рівень взаємного навчання суб'єктів управління та забезпечувального персоналу АСУО щодо її методів і засобів, які розроблюються й впроваджуються, що виявляється, з одного боку, у слабкій участі суб'єктів управління у процесах розроблення фрагментів АСУО, а з іншого – у недостатньому знанні забезпечувальним персоналом реальних процесів галузевого планування й управління; це зумовлено недостатньою ефективністю системи підготовки та перепідготовки кадрів управління, а також персоналу, що забезпечує розроблення та функціонування АСУО, невикористанням для цих цілей автоматизованих систем навчального призначення, імітаційних систем, за допомогою яких реалізуються сучасні методи навчання, зокрема методи управління проектами, ділові ігри;

- незавершеність будови і невідповідність продуктивності комп'ютерної мережі АСУО відносно процесуальних потреб управлінських задач, що виражається у неповноті елементного складу цієї мережі (особливо на обласному і районному рівнях управління, а також на рівні навчальних закладів), невключенням до складу комп'ютерної мережі АСУО потужностей переважної більшості локальних комп'ютерних мереж ОУО та навчальних закладів, недостатнім оснащенням робочих місць користувачів АСУО програмно-технічними засобами для доступу до ресурсів і сервісів комп'ютерної мережі АСУО та Інтернет, а також засобами оргтехніки; це зумовлено, в деяких випадках, відсутністю у системі управління АСУО необхідних каналів зв'язку і засобів передавання даних, в інших випадках – невідповідністю процесуальних параметрів комп'ютерних засобів й параметрів пристроїв запам'ятовування, а також параметрів каналів зв'язку та засобів передавання даних, що вже використовуються, таким їх значенням, що забезпечували б ефективне функціонування комп'ютерної мережі АСУО у заданих режимах;

- недостатня ефективність завантаження ресурсів комп'ютерної мережі АСУО, що виражається в неповному використанні її інформаційно-обчислювальних потужностей; це зумовлено, крім усього іншого, некомплектним використанням її засобів і потужностей для паралельного розв'язування багатоаспектних задач галузевого управління, задач автоматизованого навчання та задач підтримки наукових досліджень, що проводяться у СО в напрямі удосконалення галузевого управління;

- недостатній рівень реалізації в АСУО концепцій безпаперових технологій, що виражається у високій трудомісткості процесів підготовки даних та недосконалої процедур відображення управлінських інформаційних матеріалів; це зумовлено недостатнім рівнем використання сучасних пристроїв введення-виведення й відображення даних, обмеженістю номенклатури засобів ІКТ, що застосовуються;

- недостатня ефективність процесів створення, ведення та реорганізації галузевого банку техніко-економічних і соціальних інформаційних даних, відсутність єдиного галузевого розподіленого автоматизованого банку даних (АБД) управлінських інформаційних матеріалів, що проявляється у необґрунтованому дублюванні у різних за призначенням підбазах управлінських даних однойменних й однозмістових параметрів управлінських інформаційних матеріалів, штучному завищенні загального обсягу даних, які необхідно вводити та підтримувати в АСУО; це зумовлено недостатнім рівнем проектування АСУО;

- нераціональність структури створюваних баз даних, що виражається в порушенні відомих принципів формування й збереження, багаторазовості використання інформаційних одиниць; це зумовлено невикористанням в АСУО розвинутих методів і засобів проектування інформаційно-логічних структур інформаційних баз;

- значна трудомісткість розробки різних проектів розвитку АСУО, що виражається у низьких темпах їх розроблення і впровадження, неможливості організації і ефективного здійснення імітаційних експериментів на основі комплексних систем моделей різних функцій управління; це зумовлено, з одного боку, об'єктивною складністю побудови складних моделей управління освітою та алгоритмів опрацювання галузевих даних, гнучкого утворення з них необхідних агрегатів, а з іншого – необґрунтованою відсутністю в АСУО гнучких систем автоматизованого проектування, системних засобів організації комплексного імітаційного експерименту, які б включали проблемно орієнтовані мови високого рівня для описування моделей та систем моделей на концептуальному рівні, недостатнім розвитком застосування ППП для розв'язання й аналізу економіко-математичних моделей та алгоритмів;

- недостатній розвиток системного програмно-математичного забезпечення АСУО, що виражається у неможливості створення ефективних систем опрацювання даних й прийняття управлінських рішень на основі багатомашинних і багато-процесорних комп'ютерних систем, неефективному використанні наявних ресурсів комп'ютерної мережі АСУО; це зумовлено відсутністю в АСУО ефективних операційних систем для віртуальних комп'ютерних засобів з мультидоступом, а також недостатнім розвитком ППП і ТПР системного призначення.

На розв'язання зазначених проблем і повинні бути спрямовані зусилля проектувальників АСУО, працівників ОУО при пошуку конкретних шляхів удосконалювання та подальшого розвитку функціональної і забезпечувальної частин АСУО.

Ці шляхи можуть бути різними, забезпечувати різну ефективність галузевого управління.

1.5.6. Вибір та оцінювання ефективних шляхів створення і розвитку автоматизованої системи управління освітою

Результати діяльності системи освіти (СО) на відміну від результатів (кінцевого продукту) галузей сфери матеріального виробництва виражаються таким соціально-економічним ефектом, який, як уже відзначалося у розділі 1.4.4, не вдається звести до відомих оцінок і критеріїв ефективності. Тому для оцінювання ефективності автоматизованої системи управління освітою (АСУО) існуючі сьогодні методики оцінювання ефективності автоматизованих систем управління (АСУ) в сфері матеріального виробництва [198] виявляються неприйнятними. Проте, це не знімає проблему пошуку ефективних шляхів створення і розвитку АСУО та її частин.

Досвід створення АСУО [81] показує, що впровадження її методів і засобів у практику галузевого управління впливає на характер функціонування і розвитку СО, а вибір і реалізація певної стратегії створення і розвитку АСУО (практично, черговості і комплексності впровадження складових АСУО) забезпечують її ефективність, під якою, згідно з [162], будемо розуміти сукупність властивостей АСУО, які характеризують ступінь досягнення нею цілей, що поставлені перед її створенням. Враховуючи еволюційно-поетапний характер створення і розвитку АСУО, як основні виступають поетапні цілі створення і розвитку АСУО (що утворюються в результаті декомпозиції головної мети її створення – див. розділ 1.4.3), у разі досягнення кожної з яких (тобто, у разі реалізації поетапних стратегій розвитку галузевого управління) повинна бути забезпечена поетапна ефективність створення і розвитку АСУО.

Таким чином, основним проблемним питанням оцінювання ефективності створення і розвитку АСУО є питання оцінювання ступеня досягнення цілей її створення і розвитку. Особливості цього оцінювання визначаються самою специфікою формування цілей СО, що виражається в такому: для господарських об'єктів сфери матеріального виробництва цілі задаються зазвичай в одиницях їх кінцевого продукту (результату функціонування) або в грошових еквівалентах цього кінцевого продукту. У цих же одиницях, у більшості випадків, вдається оцінити потенційні (а згодом і реальні) резерви, що можна (а згодом і вдається) мобілізувати в об'єкті управління шляхом створення і розвитку його АСУ. У таких випадках, очевидно, відносно нескладно забезпечити оцінювання ефективності створення і розвитку АСУ.

У системі ж освіти цілі задаються переважно у вигляді напрямів діяльності її різних підсистем (див. розділ 2.3) і ніколи не виражаються через зміни рівня властивостей її кінцевого продукту (наприклад, через зміни рівня вихованості і навченості учнів). Тому забезпечити кількісну оцінку досягнення цілей створення і розвитку АСУО (а тому і її економічну ефективність) таким шляхом видається неможливим.

Проте можна вказати на такі властивості СО, які певним чином можуть змінюватися в результаті мобілізації потенційних резервів автоматизації її системи управління – тих її резервів, які не можуть бути мобілізовані чинною системою її управління. Назвемо ці властивості – *властивостями ефекту автоматизації* (ВЕА). В свою чергу, потенційні резерви автоматизації системи управління визначають, по суті, – *джерела ефективності* (ДЕ) АСУО.

Визначимо основну сукупність ДЕ, мобілізація яких у межах АСУО забезпечує ефективність створення і розвитку АСУО.

Отже, якісні оцінки результатів, досягнутих у процесі автоматизації соціально-економічного управління, включають оцінки, що відображають вплив функціонування АСУО на методи і способи діяльності органів управління освітою (ОУО), та оцінки, що відображають вплив функціонування АСУО на діяльність самої СО, управління якої автоматизується.

Підвищення ефективності впливу АСУО на характер функціонування ОУО може бути досягнуте за рахунок послідовної мобілізації таких ДЕ:

- підвищення рівня планування на основі поліпшення збалансованості планів, забезпечення раціонального співвідношення галузевого і територіального розвитку й удосконалення планових рішень, підвищення обґрунтованості планових рішень завдяки більш високій адекватності модельного подання в АСУО процесів галузевого довго-

термінового, середньотермінового і поточного планування, забезпечення можливості проведення розрахунків за більш складними алгоритмами та з більшою точністю;

- підвищення рівня і комплексності соціально-економічного аналізу функціонування СО за рахунок залучення до процесів аналізу значно більшої за обсягами і вірогідних інформаційних матеріалів та застосування при розв'язуванні управлінських задач спеціальних економіко-математичних методів;

- підвищення якості управлінських рішень на основі застосування математичних методів прийняття рішень на етапі їх підготовки, реалізації в АСУО концепції імітаційних систем, зниження інформаційної невизначеності при прийнятті рішень завдяки одержанню додаткових (у тому числі аналітичних) інформаційних матеріалів у необхідному вигляді (формі) за більш короткий термін;

- підвищення оперативності управління на основі зниження термінів опрацювання інформаційних матеріалів й удосконалювання системи зв'язку між різними рівнями управління та між об'єктами управління;

- підвищення вірогідності і зниження дублювання управлінських інформаційних матеріалів на основі удосконалювання технології збирання, контролю, опрацювання і передавання даних шляхом реалізації концепції автоматизованих банків даних (АБД), створення уніфікованої системи галузевої документації на основі паспортів навчальних закладів, використання єдиної системи класифікації і кодування галузевих даних;

- підвищення загальної культури управлінської праці за рахунок вивільнення персоналу ОУО від виконання рутинних робіт і переходу на нові засоби і технології управління, зниження обсягу ручних машинописних робіт і робіт з підготовки даних за рахунок передавання даних на машинних носіях і підготовки друкованих документів за допомогою комп'ютерів.

Що ж стосується підвищення ефективності впливу АСУО на характер функціонування об'єктів СО, то тут можна виділити такі ДЕ:

- підвищення ефективності використання матеріально-технічних ресурсів за рахунок раціонального їх розподілу між навчальними закладами;

- підвищення ефективності використання капітальних вкладень за рахунок раціоналізації мережі новобудов об'єктів освіти;

- підвищення ефективності підготовки і розподілу вчительських кадрів за рахунок раціоналізації структури прийому до педагогічних навчальних закладів та розподілу випускників на місця роботи;

- підвищення ефективності використання централізованих фінансових ресурсів за рахунок раціоналізації їх розподілу між навчальними закладами СО, а також оптимізації мережі навчальних закладів.

Властивості ефекту автоматизації на різних етапах створення і розвитку АСУО можуть змінюватися або позитивно, або негативно, або, в окремих випадках, взагалі не змінюватися. Під позитивною зміною БЕА будемо розуміти такий характер їх змін, за яких забезпечується прогресивний розвиток СО, тобто такий її розвиток, коли траєкторія, за якою він відбувається, максимально наближується до бажаної, планової траєкторії розвитку СО, яка визначається вимогами цілеформувальних систем оточуючого СО середовища і внутрішніми цілями СО. Якщо ж зміна БЕА призводить до її регресивного (протилежного прогресивному) розвитку СО, то такий характер змін БЕА будемо вважати негативним.

Таким чином, під час реалізації у процесі створення і розвитку АСУО різних заходів автоматизації галузевого управління (залучення у практику управління тих

чи інших ДЕ навіть у тих випадках, коли вдається кількісно виміряти ефект від реалізації окремих заходів удосконалювання галузевого управління) критерієм ефективності кожного з цих заходів може виступати якісна оцінка позитивності тенденції зміни певної ВЕА, для встановлення якої слугує локальний (щодо даного заходу чи ДЕ) критерій позитивності зміни тих чи інших ВЕА, що назвемо тут *локальним критерієм ефективності* (ЛКЕ) заходів щодо створення і розвитку АСУО, або просто: локальним критерієм ефективності АСУО. При цьому, кожному ДЕ ставиться у відповідність певна сукупність ВЕА, яка у такий спосіб відповідає цілком визначеній множині ЛКЕ.

Звідси випливає узагальнена модель пошуку і вибору ефективних шляхів створення і розвитку АСУО:

1. На підставі результатів діагностичного аналізу СО і її системи управління встановлюється сукупність потенційних ДЕ – «фундаменту» стратегії комплексного удосконалювання галузевого управління (на наявність таких ДЕ вказують, зокрема, виділені у розділі 1.4.5 проблеми, що існують у функціональній і забезпечувальній частинах АСУО);

2. Визначається перелік (склад) заходів, комплексна реалізація яких в системі галузевого управління забезпечить мобілізацію певних потенційних ДЕ, тобто встановлюється відповідність між певними ДЕ і відповідними їм переліками заходів автоматизації галузевого управління;

3. Визначенням перелікам заходів автоматизації галузевого управління ставляться у відповідність певні сукупності ВЕА, тобто визначаються сукупності параметрів СО і її системи управління, які відображають (можуть відображати) результати мобілізації певних ДЕ;

4. Встановленням сукупностям ВЕА ставиться у відповідність певна множина ЛКЕ, тобто, на підставі аналізу вимог цілеформувальних систем оточуючого СО середовища і внутрішніх цілей СО формується множина ЛКЕ, яку визначають у термінах ВЕА;

5. У межах стратегії створення і розвитку АСУО здійснюється вибір ефективних заходів удосконалення галузевого управління за таким правилом: вибраний комплекс заходів автоматизації галузевого управління повинен забезпечити такий характер змін виділеної сукупності ВЕА, який задовольняє встановленій множині ЛКЕ, що відповідає цій сукупності ВЕА. Узагальнена модель пошуку і вибору ефективних шляхів створення та розвитку АСУО наведена на рис. 1.5.6-1 (див. с. 202).

На практиці, однак, припустимі випадки, коли зазначене правило цілком не виконується. Це відбувається в тих рідких випадках, коли у разі реалізації окремих заходів стратегії створення і розвитку АСУО характер змін однієї частини сукупності ВЕА (що відображає деякий вплив даного заходу на СО і її систему управління) задовольняє відповідній підмножині ЛКЕ, а характер зміни іншої частини цієї множини – не задовольняє відповідній їй підмножині ЛКЕ. У таких випадках доцільність реалізації подібних заходів повинна встановлюватись експертним шляхом з врахуванням можливостей подальшої компенсації локальних втрат ефекту автоматизації на подальших етапах розвитку АСУО.

Зазначимо, що, оскільки АСУО створюється як інтегрована АСУ [229д], яка забезпечує реалізацію стратегії комплексного удосконалювання галузевого управління, то слід очікувати, що в АСУО буде досягатися синергетичний ефект, який перевищує суму локальних ефектів, породжених мобілізацією окремих ДЕ.

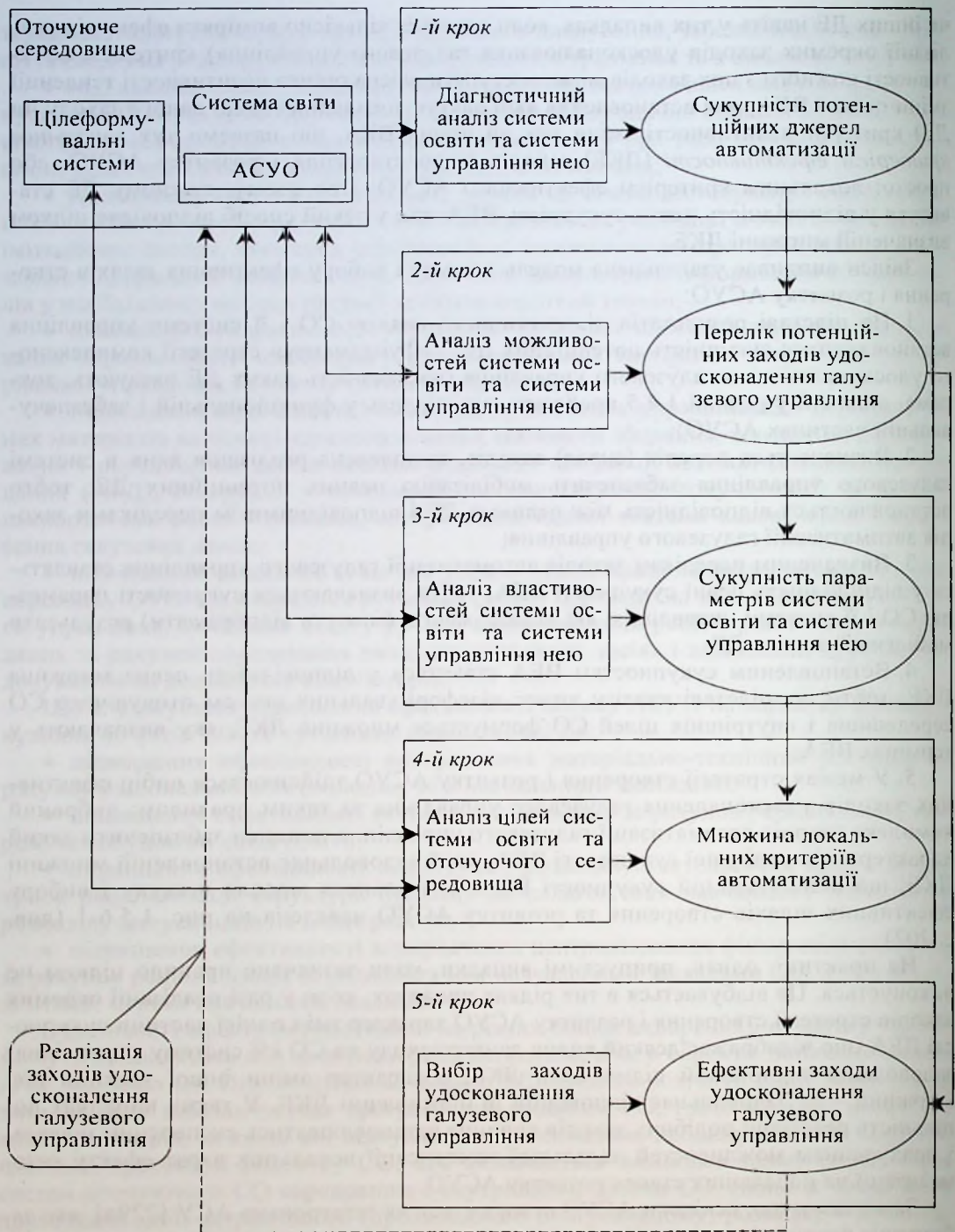


Рис. 1.5.6-1. Узагальнена модель пошуку і вибору ефективних шляхів створення та розвитку автоматизованої системи управління освітою (АСУО)

1.6. Проектний підхід – інструмент управління інноваційним розвитком системи освіти

У [314] зазначається: «Інноваційний шлях розвитку суспільства можливо забезпечити, лише сформувавши покоління людей, які мислять і діють по-інноваційному. Звідси значна увага до розвитку особистості людини, її комунікативних здібностей, засвоєння знань, самостійності в прийнятті рішень, критичності та культури мислення, розвитку інформаційних і соціальних навичок».

Поряд з традиційними методами і засобами управління інноваційним розвитком системи освіти і науки в Україні гідне місце має посісти проектний підхід. Не опанування цим підходом, його методами і засобами, які сьогодні досить помітно поширені у світовій практиці формування та управління проектами і програмами розвитку різних систем, буде суттєво заважати реалізації інноваційних процесів в системі освіти і науки, знижувати ефективність (тут і далі – у деякому попередньо визначеному розумінні) тих з них, які вже здійснюються [135, 137].

Провідна роль у становленні проектного підходу як наукової і навчальної дисципліни належить зарубіжним і вітчизняним науковцям і педагогам, серед яких слід назвати С. Д. Бушуєва, С. Бейкера, К. Бейкера, В. Н. Буркова, Д. К. Васильєва, П. Л. Виленського, І. М. Волкова, В. І. Воропаєва, М. В. Грачеву, Х. Кернера, Р. Л. Клейма, Є. В. Колосову, І. М. Королівського, А. І. Кочеткова, І. Д. Ладанова, Г. Лашбрука, Дж. П. Левіса, В. І. Ліберзона, І. С. Лудіна, І. І. Мазура, Х. Майора, С. Дж. Мантеля, Дж. Р. Мередіха, Б. Мільнера, В. В. Морозова, С. Н. Нікешина, Д. А. Новикова, Н. Г. Ольдерогте, В. М. Павлюченко, В. А. Рача, А. І. Рибак, Ю. П. Рудакова, С. А. Смоляка, А. Дж. Стрикленда, С. А. Титова, А. А. Томпсона, А. В. Цветкова, В. Д. Шапіро, М. В. Шейнберга, В. В. Шеремета, А. Шраба, В. Д. Шпільового та ін.

Аналіз вітчизняних і закордонних джерел, присвячених проблемам управління проектами, а також відповідні методологічні підходи дозволяють дати таке тлумачення проектного підходу (див. розділ 2.1).

Проектний підхід – напрям у методології наукового пізнання і соціальної практики, в основі якого лежить розгляд можливих, а також пошук і реалізація раціональних (ефективних) шляхів цілеспрямованого управління функціонуванням і розвитком систем протягом деякого попередньо визначеного часу – життєвого циклу проекту (проектного циклу). Цей підхід орієнтує дослідника на розкриття специфіки і розроблення шляхів щодо організації, планування, управління, координації ресурсів проекту протягом його життєвого циклу, які у своїй системній сукупності спрямовуються на цілі проекту, на досягнення його визначених кінцевих результатів стосовно складу і обсягів робіт, вартості, часу, якості. Проектний підхід спирається на системний підхід, сучасні методи і технології управління складними системами, а також передбачає широке застосування при управлінні проектами методів і засобів інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Методологію проектного підходу утворює вчення про принципи будови, структуру, логіку організації, методи і засоби систем управління проектами. Ось чому методологію проектного підходу визначають також як методологію *управління проектами* (УП) з притаманним їй методами, засобами та термінологією.

Наведемо деякі терміни та їх тлумачення, які стосуються поняттєво-термінологічного апарату УП і на яких базуються подальші міркування.

Проект (розвитку) – сфера діяльності, що спрямовується на досягнення змін будь-якої системи відповідно до поставлених цілей [402, с. 18]. В [403, с. 28] *проект* (розвитку) визначається як цілеспрямоване, попередньо пророблене і заплановане створення чи модернізація фізичних об'єктів, технологічних процесів, технічної та організаційної документації для них, формування матеріальних, фінансових та людських ресурсів проекту, а також підготовка управлінських рішень і заходів їх здійснення.

Програма (розвитку) – сукупність проектів (упорядкований набір, портфель проектів) або проект, який відзначається особливою складністю створення кінцевого продукту і/чи методів управління його здійсненням. У програмах термін «проект», як правило, пов'язується з відносно короткотерміновими цілями [403, с. 29].

Управління проектами – процес управління ресурсами проекту протягом всього циклу його здійснення шляхом застосування сучасних методів (і засобів.– *Авт.*) управління [402, с. 20]. Основними управляючими факторами проекту є витрати, час, ресурси, вартість, якість, ризик. У [400i, 32] *управління проектами* визначається як методологія (мистецтво) організації, планування, управління, координації ресурсів проекту протягом проектного циклу. В управлінні проектами для ефективного досягнення цілей проекту, визначених у проекті результатів, їх якості та рівня задоволення потреб учасників проекту застосовуються сучасні методи, засоби і технології управління для досягнення стосовно складу і обсягів робіт, вартості, часу, якості та рівня задоволення учасників проекту.

Проект як система – сукупність складових проекту, організованих таким чином, що в змозі функціонувати як єдине ціле з метою досягнення цілей проекту [403, с. 29].

Оточуюче середовище проекту – сукупність внутрішніх і зовнішніх обставин, що сприяють або заважають досягненню цілей проекту. Ці обставини обумовлюються як зовнішніми чинниками (політичними, соціально-економічними, територіальними, конкурентними, технологічними, екологічними тощо), так і з внутрішніми умовами реалізації проекту (учасниками проекту, умовами контракту, командою проекту, місцем реалізації проекту тощо) [472i, 19].

Проект не є жорстко стабільним утворенням: частина його елементів у процесі реалізації проекту може змінюватися, «переходити» до складу проекту з оточуючого середовища і навпаки [400i, 86].

Проектний аналіз – сукупність методологічних засобів управління проектами, що застосовуються для підготовки і обґрунтування рішень щодо оцінювання запроєктованих результатів проекту у координатах здобутки – витрати (позитиви – негативи). Виділяють такі види проектного аналізу [403]: технічний, фінансовий, комерційний, екологічний, організаційний, соціальний, економічний. Вивчення певної сукупності результатів цих видів проектного аналізу дозволяє зробити висновок щодо доцільності здійснення проекту (чи окремих робіт, що входять до запроєктованого складу) або його продовження в цілому. Проектний аналіз є розділом проектного підходу.

Становлення УП як самостійної дисципліни відбувалось у розвинутих країнах Заходу (Project Management), починаючи з 50-х років XX століття. Незважаючи на помітний розвиток УП у цих країнах, до початку 90-х років минулого століття в СРСР, в Україні методи і засоби УП практично не використовувались, у державній системі освіти ґрунтовно не вивчались. У ті часи вони не відігравали належної ролі у розвитку сфери управління, не вплинули на розвиток країни у цілому. Це можна пояснити такими основними причинами [402i, с. 14]:

- у галузі економіки – безроздільним пануванням державної форми власності і витратним принципом фінансування, а також глибокою ізоляцією вітчизняної економіки від міжнародного досвіду і світових досягнень;

- у галузі організації – переважним пануванням жорстких бюрократичних структур;

- у галузі управління – жорстким адмініструванням та слабкою мотивацією застосування економічних методів управління;

- у галузі інформаційно-комунікаційних технологій – практичною відсутністю розгалуженої інформаційно-комунікаційної інфраструктури суспільства, недостатньою якістю та низьким рівнем забезпеченості об'єктів інфраструктури засобами обчислювальної техніки і зв'язку.

Крім того, значна кількість методів і засобів УП, що вже успішно використовувались на Заході [287], не могли бути застосовані в існуючих умовах вітчизняної економіки з причин докорінної різниці у механізмах розв'язання соціально-економічних проблем у системах з централізованою економікою і економічних системах, що будуються на ринкових механізмах.

Проте, на початку 90-х років минулого століття об'єктивні процеси розвитку суспільства (поступовий перехід до ринкових механізмів господарювання, демократичних принципів суспільного життя і управлінської практики, формування в країні потужної інформаційно-комунікаційної інфраструктури) зумовили докорінні зміни, перетворення, що почали відбуватися в Україні практично у всіх сферах життєдіяльності. Саме ці зміни, необхідність забезпечення прискореного розвитку країни, основних соціально-економічних систем суспільства на основі сучасних досягнень науки і високих технологій, удосконалення управлінських кадрів і спонукали до застосування в Україні методів і засобів УП як інструмента підвищення ефективності управління різними, насамперед великими, проектами і програмами розвитку.

З проблемами УП більшість фахівців тією чи іншою мірою стикалася у процесі своєї діяльності (наукової, навчальної, проектної, виробничої та ін.), при виконанні тих або інших робіт. При цьому культура УП складалася протягом тривалих років емпірично, а успішні керівники навіть при управлінні великими і складними проектами досягали досить високих результатів при задовільній на той час ефективності проведення робіт.

У країнах з державним централізованим плановим механізмом управління, незважаючи на очевидну невідповідність цього механізму передовому світовому рівню суспільного розвитку і відставання більшості провідних галузей (в основному цивільного сектору) національної економіки від потреб практики, в основі такого успіху лежали, з одного боку, знання, досвід і авторитет керівника (формувалися в сильній системі загальної і професійної освіти, в процесі багаторічної роботи на різних посадах у досить стабільному оточенні, а також багато у чому визначалися статусом посадового становища керівника в ієрархії державного управління), а з іншого – задовільна стабільність і достатня визначеність умов реалізації проекту, його оточуючого середовища (визначалися відносно сталими законодавством і нормативно-правовою базою, можливістю централізації ресурсів, сильною централізованою, широко і глибоко ешелонованою владою, підтримкою вищого політичного керівництва країни тощо).

Іншими словами, перша умова визначалася механізмами селекції і призначення керівних кадрів, а друга – зумовлювалася достатньою стабільністю політичної,

соціально-економічної і законодавчо-правової ситуації в країні. Реалізація цих умов, крім усього іншого, і сьогодні є основною передумовою успішного здійснення більшості різноманітних проектів.

Формування кадрового корпусу управлінців нового покоління із складу висококваліфікованих і спеціально підготовлених (на основі сучасних і перспективних напрямів теорії і практики навчання, прогресивних управлінських технологій, сучасних методах організації праці) фахівців, демократичні механізми призначення управлінських кадрів і просування їх в ієрархії управління є фундаментальною передумовою позитивної реалізації першої умови.

У свою чергу, виконання другої умови, яка часто (особливо для великих і складних проектів) виступає визначальним чинником досягнення поставлених цілей, багаторазово підсилює позицію, стратегію і тактику керівника волею цілеформувальних систем, здатністю концентрації необхідних ресурсів на пріоритетних напрямках робіт і в необхідні строки, позитивною реакцією суспільства.

Зазначимо, що соціальна актуальність реалізації деяких проектів при цьому (наприклад, важливість і значущість для територій або пріоритетних галузей, зв'язаність окремих проектів у соціально значущих комплексах, міжнародні зобов'язання, окремі військові або екологічні проекти, проекти перспективного розвитку та ін.) може виступати головною вимогою цілеформувальних систем, яка може, у деяких випадках, «затушувати» або навіть «зняти питання» про пряму локальну економічну ефективність реалізації певних проектів (особливо на короткотермінову і навіть середньотермінову перспективу).

Особливо актуальним є використання методології УП при здійсненні крупномасштабних проектів, що стосуються розвитку складних систем. У цих випадках проблеми, що виникають, пов'язані передусім з тим, що в проектах розвитку складних систем ці системи відображаються погано зумовленими моделями статичності і динаміки, їх характеризує істотна невизначеність цілей створення, функціонування і розвитку (особливо на початкових стадіях проектів), погана узгодженість, а іноді навіть суперечливість короткотермінових і довготермінових завдань, висока дисперсія реальних обсягів і термінів ресурсного забезпечення проектів порівняно з очікуваними або запланованими. Причому, чим складніша система, стосовно якої приймаються рішення, тим суттєвіше зростають зазначені проблеми [46].

Це зумовлює в УП головну роль людського чинника як унікального і до кінця незбагненого компонента організаційних (суспільно-технологічних) інтегрованих систем управління різними проектами і програмами, визначає специфіку реалізації проектів, особливості управління проектною командою. Саме ці питання є ядром дисципліни УП. Застосування методів, засобів і технологій УП дозволяє проектній команді з системних позицій підійти до розв'язання перелічених проблем.

Визнаючи провідну роль людського чинника в УП, водночас з розвитком методології і програмно-технічних інструментів УП, в останнє десятиліття все більш активно, поряд з провідною роллю людського чинника в УП, розвиваються людські ресурси УП – підвищується загальна і професійна культура людей, зайнятих у сфері УП. Розвивається мережа навчальних закладів, які готують проектних менеджерів-професіоналів, що здатні ефективно застосовувати комп'ютерні засоби автоматизації УП. Все частіше до використання цих засобів звертаються ті керівники і фахівці, які бажають отримати високі результати УП, суттєво підвищити ефективність проектних рішень, інвестицій, мінімізувати їх ризики, забезпечити і витримати високу конкуренцію як на ринку проектних пропозицій, так і при реалі-

зації певних проектів і таким чином забезпечити високу результативність проектів розвитку у цілому.

Як і все нове, УП виступає у реальній практиці, з одного боку, як засіб, як сучасний ефективний інструмент управління створенням і розвитком великих систем, а з іншого – УП представляється як предмет вивчення, як сучасна галузь знань, умінь і навиків для тих, хто покликаний створювати і розвивати великі системи, а також навчати цього.

Поява усього нового (у тому числі і розвиток) передбачає інвестиційну діяльність. Тому поряд з необхідністю забезпечення випереджального інвестування фундаментальних досліджень, науково-технічних і соціально-економічних проектів для розвитку країни вкрай необхідні інвестиції в розвиток людської компоненти різних організаційних систем, і зокрема в УП. У такому розумінні, інвестиції в освіту є найважливішими.

За сучасних умов це питання набуває особливої ваги. Методи і інструменти УП сьогодні дозволяють готувати багатоваріантні гнучкі проектні пропозиції за стандартизованими структурою, формами і вимогами до основного змісту, які міжнародно визнані, забезпечити ефективний моніторинг та управління реалізацією проектів і програм у реальних умовах глибокої невизначеності проектів, перш за все, ресурсного характеру, які зумовлені проблемами в економіці України, перехідним етапом її соціально-економічного розвитку.

Формування і розвиток освітніх систем з підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації кадрів управління, зокрема проектних менеджерів, є визначальною передумовою ефективного впровадження методології проектного підходу у практику УП.

Для формування в управлінському, виробничо-технологічному, фінансово-економічному середовищі професійної культури УП в контексті питання, що розглядається, необхідно розгорнути в необхідних масштабах спеціальну підготовку проектних менеджерів, перепідготовку практиків, зайнятих у сфері УП, або тих, що мають безпосередній стосунок до цієї сфери, створити в найближчі роки в Україні «критичну масу» практикуючих проектних менеджерів, яка забезпечила би якісні позитивні зміни у сфері УП, суттєве підвищення ефективності робіт з підготовки і реалізації різноманітних проектів і програм.

Тобто, найближчими роками повинна бути подолана планка «критичної маси» кількості проектних менеджерів, реально задіяних у реалізації найбільш важливих проектів розвитку національної економіки, сфер її виробництва, послуг і соціальних систем.

Спираючись на наведене вище, узагальнимо, що УП:

- являє собою міждисциплінарну, синтетичну наукову, навчальну і практичну дисципліну;
 - відображає у своїх методах і засобах загальні тенденції світового, національного культурного і науково-технічного розвитку.
- Об'єктивні передумови появи, існування і неперервного розвитку УП визначаються тим, що, в основному, УП спрямоване на:
- забезпечення ефективності формування, використання і розвитку кадрів управління;
 - методологічне та організаційно-інструментальне забезпечення розвитку як визначальної категорії буття і підтримки життєдіяльності.

Методологія УП передбачає міждисциплінарну інтеграцію знань про системи та проекти їх розвитку на основі єдиних специфікацій, технологій і стандартів, що

дозволяє побудувати ефективну архітектуру систем УП. Проектні команди з УП, які враховують і використовують методологію УП за допомогою спеціальних засобів і технологій УП, що створюються і невинно розвиваються, забезпечують цілеспрямованість розвитку складних багатопараметричних, багатфункціональних великих систем. За умови розвитку таких систем використання проектного підходу є каталізатором досягнень в окремих галузях знання і практики, важливим чинником синергізму, інструментом досягнення сталих тенденцій динамічного соціально-економічного розвитку суспільства.

Формування культури УП відтворює:

- базові ідеї ринкової економіки як у практичній діяльності людей, так і у функціонуванні соціально-економічних і управлінських систем;
- є важливою складовою загальнолюдської і професійної культури сучасного активного члена суспільства.

УП є одним з ефективних інструментів розв'язання проблем, коли з самого початку їх виникнення та аналізу можливих шляхів їх розв'язання розглядаються й аналізуються ключові елементи УП:

- цілі;
- кінцеві продукти;
- суттєві параметри і характер впливу оточуючого середовища;
- необхідні ресурси;
- інструменти оцінювання та критерії ефективності (позитивності) досягнення результатів;
- механізми та інструменти функціонування й управління.

Відоображаючи глобальні тенденції світових процесів розвитку, природний розвиток УП зумовлений:

- потребами соціально-економічного розвитку суспільства, що відображується на темпах і характері формування ринку проектів;
- можливостями проектного підходу, які базуються на розвитку методології, технологій і засобів УП і які спираються на сучасні досягнення і тенденції розвитку науки, техніки, теорії і практики управління організаційними системами.

Сучасний етап формування ринку проектів характеризується:

- підвищенням кількості проектів розвитку складних погано обумовлених систем;
- підвищенням вимог щодо якісних показників проектів розвитку;
- підвищенням вимог щодо динаміки створення і впровадження проектів розвитку;
- підвищенням ризиків прийняття рішень;
- міжнародною глобалізацією, інтеграцією і спеціалізацією (профілізацією) ключових компонентів оточуючого середовища і самих систем, що проектуються і створюються (ринків праці; фінансового обслуговування; форм власності, механізмів використання об'єктів власності і управління ними; форм, методів і джерел ресурсного забезпечення проектів; освітніх і сертифікаційних систем формування кадрового корпусу управлінців тощо).

Проект і процес його реалізації є складною системою, в якій сам проект виступає як підсистема, якою управляють, а система управління проектом, або просто УП, є управляючою підсистемою.

Базовими категоріями УП виступають [403]:

- управляючі параметри проекту – параметри проекту, що визначають і впливають як на основні властивості кінцевого продукту проекту, так і на характер його

здійснення (обсяги і види робіт; вартість, витрати за проектом; часові параметри, що включають строки, терміни і резерви виконання робіт, етапів, стадій, фаз проекту, а також взаємозалежності робіт; ресурси, що необхідні для здійснення проекту, у тому числі людські, фінансові, матеріально-технічні, а також обмеження на ресурси; якість проектних рішень, ресурсів, що застосовуються, компонентів проекту тощо);

- життєвий цикл проекту – проміжок часу між моментом появи, зародження проекту і моментом його ліквідації (типово, життєвий цикл проекту поділяють на фази: концептуальну, розроблення проекту, виконання проекту, завершальну, експлуатаційну);

- функції УП, що здійснюються на всіх етапах і фазах проекту (ці функції включають: планування, контроль, аналіз, прийняття рішень, складання і супровід бюджету проекту, організацію здійснення, моніторинг, оцінювання, звітність, експертизу, перевірку і приймання результатів, бухгалтерський облік, адміністрування);

- підсистеми УП, що формуються залежно від структури предметної галузі і складу управляючих параметрів проекту (типово, до складу системи УП входять такі підсистеми: управління змістом і обсягами робіт, управління часом і тривалістю робіт, управління вартістю, управління якістю, управління закупівлями і поставанням, управління розподілом ресурсів, управління людськими ресурсами, управління ризиками, управління запасами ресурсів, інтеграційне управління, управління інформаційними ресурсами і комунікаціями в проекті). У межах кожної з підсистем здійснюються всі зазначені функції проекту.

Поряд з розвитком методології УП, відповідної підготовки управлінських кадрів, які здатні і достатньо мотивовані щодо її практичного ефективного впровадження і застосування, суттєвий вплив на розвиток проектного підходу, як інструмента підвищення ефективності УП, справляя і далі справляє розвиток інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), їх методів і засобів.

Інтегрована на змістово-технологічному рівні сукупність підсистем УП утворює системи УП. Якщо ця інтеграція здійснюється на базі широкого застосування методів і засобів ІКТ, система УП перетворюється на автоматизовану систему УП (в [403, с. 717] названа інформаційною системою УП і визначається як організаційно-технологічний комплекс методичних, технічних, програмних та інформаційних засобів, спрямованих на підтримку і підвищення ефективності процесів УП). Базуючись на тлумаченні автоматизованої системи управління, що наведене у розділі 2.1, подамо тлумачення автоматизованої системи УП та системи підтримки прийняття рішень у проектах, спираючись на які, проведемо подальші міркування.

Автоматизована система управління проектом (АСУПр) – АСУ, що забезпечує автоматизоване управління підготовкою, функціонуванням і розвитком проекту, до складу якого вона входить. В АСУПр збирання і опрацювання даних, що необхідні для реалізації УП, здійснюється за допомогою відповідних засобів автоматизації. Методи і засоби АСУПр утворюють у проекті гнучке і адаптивне інтегроване організаційно-технологічне і інформаційно-обчислювальне середовище, що розвивається і на основі якого здійснюється формування у проекті найбільш сприятливих умов щодо реалізації стратегії неперервного комплексного вдосконалення УП. Головна мета створення АСУПр – удосконалення УП, яке спрямовується на підвищення ефективності і збалансований розвиток проекту та його складових. Ця мета досягається шляхом широкого застосування в УП нових, переважно безпаперових ІКТ, що базуються на широкому використанні програмно-технічних засобів обчислювальної техніки та інформаційно-комунікаційних систем, а також передових

методів управління, економіко-математичних моделей та спеціальних комп'ютерних програмних засобів, які забезпечують УП як автономно, так і у складі інших автоматизованих систем управління.

Система підтримки прийняття рішень в проектах – сукупність комплексу програмних засобів, імітаційних, статистичних і аналітичних моделей процесів і робіт проекту з підготовки рішень щодо його реалізації [404]. Ця система є підсистемою АСУПр.

Зазначені підходи дають змогу розглядати АСУПр як систему, у якій людина (окремий член проектної команди, учасник проекту або їх групи) і комп'ютерні засоби автоматизації УП (відокремлений комп'ютерно інтегрований комплекс або відповідний фрагмент комп'ютерної системи тощо) утворюють деякий організаційно-технологічний комплекс – систему, в якій спільно розв'язуються різні задачі, приймаються рішення, пов'язані з УП на тому або іншому його етапі, на тій чи іншій його стадії.

У такому розумінні, з одного боку, АСУПр є автоматизованою інформаційно-комунікаційною системою, в якій розв'язуються інформаційні задачі та забезпечується управління ефективними комунікаціями у проекті (управління комунікаціями – управлінська функція, спрямована на забезпечення своєчасного збирання, генерування, розподілення і збереження необхідних проектних інформаційних матеріалів [401]). У такому режимі роботи АСУПр у ролі організаційних системоутворювальних факторів виступають бази знань з УП, бази управлінських даних та стандартизовані засоби комунікацій в проекті. Основним ресурсом УП при цьому стає база знань проекту, в якій члени команди УП можуть швидко знайти та отримати потрібні відомості для прийняття рішень і розуміння один одного. При цьому в базі знань проекту концентруються параметри проекту (ретроспективні, поточні і перспективні), колективний досвід проектної команди і підтримується контент проектних комунікацій.

З іншого боку, АСУПр можна розглядати як систему, використовуючи яку, члени проектної команди за допомогою засобів та ресурсів комп'ютерно інтегрованого комплексу спільно розв'язують задачі, що мають не суто інформаційний, а переважно обчислювально-аналітичний характер (наприклад, задачі з прийняття рішень, проектного аналізу, підготовки документації проекту). У такому режимі роботи АСУПр як організаційні системоутворювальні фактори виступають моделі стандартизованих процедур розв'язування задач з прийняття рішень, обчислювальних, аналітичних задач, що застосовуються у даній АСУПр, а також моделі стандартизованих процедур взаємодії людини з операційними ресурсами комп'ютерно інтегрованого комплексу АСУПр (див. розділи 3.6 і 5.3.3). У такому розумінні, учасники проекту і комп'ютерні засоби автоматизації УП утворюють деяку автоматизовану розв'язувальну систему, яка у цьому режимі роботи АСУПр набуває ознак системи підтримки прийняття рішень і стає, по суті, основним ресурсом УП [75] (система підтримки прийняття рішень – сукупність комплексу програмних засобів, імітаційних, статистичних і аналітичних моделей процесів і робіт проекту з підготовки рішень щодо його реалізації [404]).

Комп'ютерні засоби автоматизації УП постійно удосконалюються, поглиблюються наукові дослідження у цій галузі знання, розгортається спектр і поширюються масштаби їх практичного застосування. Можливості таких засобів особливо різьоме виявляються під час управління великими проектами (з десятками і сотнями тисяч окремих робіт), де такі засоби є саме єдиним можливим інструментом, що

дозволяють забезпечити управління такими проектами за припустимих тривалості і якості виконання робіт.

На сучасному етапі розвиток теорії і розширення практики застосування цих засобів виявляється насамперед у напрямі поліпшення їх користувальних властивостей – функцій, параметрів і спектра інструментів, що пропонується: охоплюється автоматизацією все більша кількість функцій УП, підвищується їх якість і поглиблюється взаємозв'язок; користувачам надається більш широкий спектр сервісів; підвищуються процесуальні (об'єми пам'яті, що застосовується, швидкості опрацювання даних тощо) та аудіовізуальні характеристики (багатоколірна і багатовимірною динамічна графіка, засоби мультимедіа, мультіекрани тощо) програмно-технічних комп'ютерних комплексів УП; розширюються можливості колективної, у тому числі віддаленої взаємодії учасників проекту, прийняття ними у цьому режимі узгоджених рішень (експертні, у тому числі багаторівневі системи, телемости, відеоконференції тощо); до складу комп'ютерних засобів автоматизації УП вводяться засоби телекомунікацій і дистанційної взаємодії, в тому числі мобільні бездротові засоби комунікацій, на базі локальних і корпоративних мереж, глобальної мережі Інтернет.

Теорія і практика застосування комп'ютерно орієнтованих систем УП сьогодні потребує нових знань про властивості таких систем, їх статику і динаміку, склад і структуру. Дуже часто такі засоби вбудовуються в інші автоматизовані системи або стають частинами сучасних багатофункціональних комп'ютерних мереж. Тому необхідно досліджувати, знати і враховувати суттєві властивості і параметри таких систем, прогнозувати їх розвиток, тим самим передбачаючи і відкриваючи шляхи їх подальшого удосконалення.

З розвитком УП як наукової, управлінської і проектно-інженерної дисципліни широкого застосування у практиці УП набули *комп'ютерні програмні засоби* автоматизації УП, які утворюють функціональне ядро програмного забезпечення АСУПр. Останнім часом були створені спеціальні комп'ютерні програмні системи, які сьогодні активно та ефективно застосовуються як на різних стадіях і етапах підготовки проектних пропозицій, так і на більшості стадій і етапів реалізації проектів.

Наведемо деякі приклади програмних продуктів, які знайшли помітне застосування у вітчизняній і закордонній практиці УП і які сьогодні є доступними на вітчизняному ринку програмних продуктів [403]. Продукт фірми Microsoft *Microsoft Project 2000* є найбільш поширеною у світі системою планування проектів. Продукти фірми TimeLine Corporation: *TimeLine 6.5*, в якому передбачено широкий спектр функцій з УП, зокрема підтримка концепції багатопроектного планування; *Project Management Integrator*, який доставляється разом з *TimeLine 6.5 WorkGroup Edition* і на основі якого можна більш продуктивно організовувати роботу у проектній команді; *Project Updater*, в якому передбачені додаткові засоби організації контролю за ходом виконання робіт для продуктів *Microsoft Project 98* і *TimeLine 6.5*. Продукт фірми Spider Technologies Group *Spider Project*, в якому реалізовані потужні алгоритми планування використання обмежених ресурсів.

З числа професійних програмних продуктів систем УП слід назвати такі. Система фірми WST Corporation *Open Plan* – професійний інструмент для багатопроектного планування і контролю у проектах, що здійснюються у межах організаційної системи (системі освіти, навчальному закладі, підприємстві, далі – підприємстві); ця система включає три основних програмних продукти: *Open Plan Professional*, *Open Plan Desktop* і *Open Plan Enterprise*, кожний з яких призначений для розв'язання

задач певних учасників проекту. Продукти фірми Primavera Systems, Inc.: *Primavera Project Planner (P3) 2.0/3.0* – потужна система, в якій підтримується календарно-мережне планування та УП з врахуванням потреб у матеріальних, людських і фінансових ресурсах; *SureTrak Project Manager 2.0/3.0*, який призначений для підтримки управління невеликими проектами або частинами великих проектів; *Webster for Primavera*, який використовується спільно з *P3 2.0/3.0*, що дозволяє учасникам проекту дистанційно (використовуючи засоби Інтернет) переглядати список своїх завдань та оновлювати відомості про їх виконання, застосовуючи типовий web-браузер, забезпечити доступ до даних проекту через внутрішню корпоративну мережу Інтранет або глобальну мережу Інтернет в реальному часі; *MonterCarlo for Primavera*, який застосовується для аналізу ризиків у проектах у середовищі *P3 2.0/3.0*, за допомогою засобів цього продукту можна визначити терміни робіт і витрати на їх виконання із заданою імовірністю; продукт *RA*, за допомогою якого забезпечується доступ до баз даних системи *P3 2.0/3.0*, інтеграція системи з її іншими додатками.

У новій лінії *Primavera Project Planner for Expertise (P3e)* підтримується робота в архітектурі клієнт-сервер на базі таких реляційних систем управління базами даних, як *Oracle* і *Microsoft SQL Server*, за рахунок чого спрощується інтеграція системи УП в існуючі корпоративні автоматизовані системи управління підприємствами. Порівняно з системою *P3 2.0/3.0* в *P3e* розширилися можливості опису даних робіт, структуризації проекту, з'явилися нові сервіси, такі, як, наприклад, підтримка функції описування та оцінювання ризиків, пов'язаних з проектом та ін. Разом з *P3e* поставляються два програмних продукти: *Primavera Progress Reporter* – використання якого дозволяє автоматизувати облік витрат робочого часу виконавців проекту (оновлення проектних даних здійснюється засобами Інтернет або засобами корпоративної мережі); *Primavera Portfolio Analyst* – інструмент для керівника підприємства, використання якого дозволяє на основі проектних даних, що містяться у базі даних *P3e*, здійснювати багатокритеріальний аналіз усіх проектів, які одночасно проводяться на підприємстві; *Expedition 7.0* – унікальне, що не має аналогів у світі, програмне рішення для автоматизації адміністрування проекту, планування і контролю договірних зобов'язань (інтеграція систем *Expedition* і календарно-мережного планування *Primavera Project Planner* та *Primavera Project Planner for Expertise* є комплексним рішенням для автоматизації УП на підприємстві); *Expedition Analyser* – програмний модуль, який вбудовується у *Expedition*, що дозволяє проводити детальний аналіз фінансового стану як одного, так і кількох проектів, що здійснюються на підприємстві; *Expedition Express* є додатком до *Expedition* і призначений для отримання та оновлення користувачами відомостей про проекти, що проводяться у середовищі *Expedition* (зв'язок здійснюється через Інтернет або локальну мережу підприємства); *Expedition API* – дозволяє інтегрувати *Expedition* з його іншими додатками.

Фірма Artemis Incorporation пропонує систему *Artemis Views*, до складу якої входять окремі модулі, на основі яких забезпечується автоматизація різних функцій УП: модуль *ProjectView* (для підтримки багатопроектної, багатокористувацької системи планування і контролю проектів, забезпечення механізмів обмеження доступу при розподіленій роботі у проекті кількох користувачів, формування різноманітних звітів тощо), *ResourceView* (спеціалізована система для планування і контролю використання ресурсів, в якій підтримуються засоби вирівнювання та оптимізації ресурсів), *TrackView* (засіб контролю та аналізу виконання робіт, включаючи відстежу-

вання часових, ресурсних і витратних показників; його використання дозволяє надавати користувачам відомості про проекти з різним ступенем деталізації), *CostView* (забезпечує централізоване зберігання даних стосовно всіх видів витрат і доходів за проектними роботами, розрахунки економічної ефективності проектів і грошових потоків та прогноз витрат до завершення проектів). Усі модулі мають сумісний формат даних, функціонують в архітектурі клієнт-сервер, інтегруються з популярними системами управління базами даних *Oracle*, *SQLBase*, *SQLServer*, *Sybase*. Кожен модуль системи *Artemis Views* може функціонувати як незалежно, так і у комбінації з іншими.

Характерною ознакою сучасного етапу розвитку АСУПр є поява у їх складі так званих *віртуальних офісів* проектів [138, 148, 403]. Поняття віртуального офісу є розвитком поняття комп'ютерно інтегрованого виробництва, а в загальному контексті – характерним прикладом будови комп'ютерно інтегрованої організації, де змістово-організаційна інтеграція УП досягається сутністю визначених підходів щодо управління певним проектом, забезпечення неперервної інформаційної підтримки його життєвого циклу, а інформаційно-технологічна інтеграція УП здійснюється завдяки методам і засобам ІКТ.

Переваги віртуального офісу порівняно з традиційним пов'язані з можливостями спеціально створеної у межах АСУПр комп'ютерно інтегрованої і розподіленої у географічному просторі системи УП та організації на цій інформаційно-комунікаційній платформі ефективних комунікацій у проекті. Основна мета цих комунікацій, як і у загальному випадку УП, полягає у забезпеченні координації, швидкого пошуку відомостей, передаванні даних тощо. Проте, працюючи у віртуальному офісі, учасники проекту можуть взаємодіяти між собою, а також користуватися електронними інформаційними ресурсами АСУПр (базами даних, сервісами тощо) *екстериторіально* (одночасно перебуваючи у різних географічних місцях).

Принципи побудови інформаційно-комунікаційної платформи віртуального офісу базуються на ідеології інтегрованого *Інтранет-середовища* проекту, в якому підтримується технологія управління комунікаціями у проекті, тоді як Інтернет є технологією глобальних комунікацій. Використання в УП Інтранет-технології є особливо ефективним, оскільки якісні і захищені ззовні проектні комунікації є критично важливою складовою загальної стратегії УП.

Якщо при побудові віртуального офісу як апаратні засоби використовуються мобільні засоби, віртуальний офіс стає (у разі необхідності) мобільним.

Прикладом комп'ютерних програмних систем, які використовуються при формуванні інформаційно-комунікаційної платформи віртуального офісу, є продукти фірми *Primavera P3 (P3e)* і *Expedition*, за допомогою яких забезпечується моніторинг проектів і контрактів на рівні сервера, та продукт *Webster for Primavera*, за допомогою якого підтримується клієнтська частина системи.

Сьогодні в Україні розроблені, прийняті на державному рівні і здійснюється низка великих програм, за якими забезпечується розвиток ключових напрямів модернізації системи освіти. До виконання цих програм залучаються значні людські ресурси (десятки-сотні тисяч фахівців з різних спеціальностей, десятки наукових установ, десятки тисяч навчальних закладів, сотні підприємств), спрямовуються великі кошти (мільярди гривень). Серед таких програм, що стосуються СО, слід назвати державні програми: «Розвиток позашкільних навчальних закладів», що розрахована на 2002–2008 роки; «Розвиток і функціонування української мови», що розрахована на 2004–2010 роки; «Інформаційні та комунікаційні технології в освіті

і науки», що розрахована на 2006–2010 роки; Міжгалузеву комплексну програму «Здоров'я нації», що розрахована на 2002–2011 роки; Комплексну програму «Забезпечення загальноосвітніх, професійно-технічних і вищих навчальних закладів сучасними технічними засобами навчання з природничо-математичних і технологічних дисциплін», що розрахована на 2005–2011 роки, та деякі інші державні програми. В кожній з цих програм передбачається виконання десятків і сотень окремих проектів. Безумовно, управління такими програмами доцільно здійснювати, застосовуючи методи і засоби УП. Тільки за цих умов можна сподіватися на їх ефективну реалізацію.

Це зроблено, наприклад, при підготовці і здійсненні управління реалізацією двох із зазначених державних програм: «Інформаційні та комунікаційні технології в освіті і науці» та «Забезпечення загальноосвітніх, професійно-технічних і вищих навчальних закладів сучасними технічними засобами навчання з природничо-математичних і технологічних дисциплін», що дозволило суттєво поліпшити якісні показники проектних пропозицій, помітно підвищити ефективність виконання сотень окремих проектів, що входять до складу цих програм.

Повернімося до питання формування кадрової складової УП. Розглянемо більш детально, як це питання розв'язується в Україні, як до його розв'язання залучаються професійні асоціації і вищі навчальні заклади країни.

Провідна і послідовна роль у розвитку методології УП сьогодні належить Міжнародним професійним асоціаціям з УП, зокрема Міжнародній асоціації управління проектами (International Project Management Association – IPMA, яка спочатку називалася INTERNET) і південноамериканській асоціації УП, відомій як Project Management Institute (PMI).

У 1985 році фахівцями PMI був розроблений документ Project Management Body of Knowledge (PMBOK) – Основи знань з УП, що вміщує вимоги до знань, досвіду та індивідуальних властивостей, якими мають володіти керівники проектів і персонал проектних команд. PMBOK містить також основні терміни, їх означення, приклади, а також описи змісту знань і основних категорій УП, таких, як: функції, процеси управління, методи і засоби, які використовуються в УП, тощо. Цим документом і його подальшими версіями (які щорічно оновлюються), по суті, було закладено змістовий фундамент розвитку людської складової УП як визначальної компоненти методології проектного підходу в цілому.

У свою чергу, наприкінці 90-х років минулого століття інституції і фахівці, які працюють у складі IPMA, на базі PMBOK розробили Керівництво для роботи персоналу з УП (International Competence Baseline – ICB) – документ, в якому узагальнено розвинуто і на сучасному системному рівні подано стандартизовані вимоги до складу і структури основних елементів УП, сформульовано оновлені вимоги щодо знань і досвіду проектних менеджерів, унормовані структури навчальних програм з набуття і процедури оцінювання професійних компетентностей з УП. В ICB включені 42 унормованих елементи (вимоги) щодо знань і досвіду фахівців з УП (28 основних елементів і 14 додаткових, з яких обов'язковими є всі 28 основних елементів і як мінімум 6 додаткових елементів за вибором національних асоціацій; при цьому 8 із 42 елементів, тобто близько 20% від їх загальної кількості, можуть бути виключені зовсім або замінені новими елементами, які відповідають національним особливостям розвитку УП або новим його напрямом). Цим самим міжнародно визнана науково-методична база формування кадрової складової УП набула подальшого розвитку.

Починаючи з 1993 року спеціально створена команда (основна команда) фахівців IPMA, яка відповідала за розроблення й упровадження єдиної системи сертифі-

кації професійних проектних менеджерів, здійснювала координацію формування національних систем сертифікації та їх інтеграцію у міжнародну систему з врахуванням здобутків національних асоціацій УП. Рекомендації з формування національних систем сертифікації професійних проектних менеджерів, що були розроблені цією основною командою IPMA, передбачають, зокрема, що вся відповідальність за сертифікацію професіоналів з УП (після перевірки національних сертифікаційних програм на відповідність правилам, стандартам, ІСВ та їх затвердження IPMA) на території певних країн покладаються на відповідні національні асоціації УП.

Користуючись цими рекомендаціями, Українська асоціація УП (Ukrainian Project Management Association – UPMA), яка була створена у 1995 році як національна структура IPMA, розробила Керівництво з питань визначення компетентності й сертифікації українських професійних керівників і фахівців з УП – NCB (ua) [136] та затвердила свою національну сертифікаційну програму [134].

NCB (ua) включає описи: чотирирівневої системи сертифікації IPMA, особливостей національного підходу щодо формування NCB (ua) і його співвідношення з ІСВ, вимог до знань, досвіду й індивідуальних якостей претендентів на отримання професійного сертифіката, системи таксономії з оцінювання їх професійних компетентностей. В NCB (ua) як додатки також наведені: перелік професій у галузі УП в Україні; вимоги до змісту, рівня й обсягу підготовки фахівців з вищою освітою у галузі УП в Україні; типовий зміст програми кандидатського іспиту із спеціальності «Управління проектами та розвиток виробництва»; приклад сертифікаційного іспиту з УП.

На основі NCB (ua) і наданих IPMA повноважень Українська асоціація УП пропонує фахівцям чотирирівневу систему сертифікації їх професійних компетентностей в галузі УП: рівень А – сертифікований директор міжнародних програм, проектів або сертифікований міжнародний менеджер проектів (CPD); рівень В – сертифікований менеджер проектів (CPM); рівень С – зареєстрований професійний менеджер проектів (PMP); рівень D – практикуючий менеджер проектів (PMF), що враховує наявний у претендента практичний досвід роботи з УП і передбачає надання відповідного міжнародного сертифіката IPMA [134]. Слід вказати на провідну і послідовну роль у реалізації національної сертифікаційної програми Української асоціації УП, яка заклала в Україні необхідну науково-методичну базу формування і здійснення різних освітніх програм з УП, заснованих на NCB (ua). Зокрема, Українська асоціація УП регулярно проводить спеціальні семінари, на яких ті, хто бажає отримати міжнародний сертифікат з УП того або іншого рівня, проходять попереднє навчання і практичну підготовку з написанням комплексного випробного сертифікаційного тесту. Ця програма сьогодні ефективно функціонує і далі розвивається.

Проте, розв'язати завдання з масової підготовки фахівців з УП, яке спрямоване на подолання планки «критичної маси» кількості проектних менеджерів, реально задіяних у реалізації найбільш важливих проектів розвитку національної економіки, сфер її виробництва, послуг і соціальних систем, зусиллями тільки Української асоціації УП є завданням нереальним. Це завдання повною мірою не відповідає меті створення і специфіці функціонування цієї професійної асоціації. До розв'язання цього завдання повинні долучатися провідні вищі навчальні заклади країни. Його слід розглядати як одне з важливих завдань вищої школи України.

Тобто, для розв'язання цього завдання зусилля провідних вищих навчальних закладів країни і Української асоціації УП мають бути поєднані, а саме: масову підготовку, перепідготовку і підвищення кваліфікації проектних менеджерів на базі

стандартизованих міжнародних вимог повинні здійснювати вищі навчальні заклади країни, а формування і осучаснення вимог та саму сертифікацію фахівців мають здійснювати відповідні структури Української асоціації УП. Певні структури Української асоціації УП можуть залучатися до здійснення сертифікаційної навчальної програми при перепідготовці і підвищенні кваліфікації фахівців, які, переважно, вже працюють. У свою чергу, викладачі вищих навчальних закладів і працівники наукових установ можуть залучатися до вироблення нових версій NCB (ua), до розроблення підходів щодо удосконалення навчання і процедур сертифікації.

Ця робота вже розпочалася. Так, з 1998 року у ряді вищих навчальних закладів вперше в Україні була ліцензована нова магістерська програма з УП, що має модульну структуру. Навчальні модулі програми не тільки «покривають» основні модулі забезпечення компетентностей проектного менеджера, що відповідають сертифікаційній системі IPMA, а й передбачають значно більш широке і поглиблене вивчення розділів УП: допомагають студентам здобути теоретичні знання, сформувати у них практичні уміння і навички підготовки і реалізації проектів у сучасних умовах перехідної економіки. Значне місце у програмі відводиться вивченню і практичному засвоєнню широкого спектра сучасних засобів комп'ютерних технологій УП.

Орієнтація на такий підхід передбачає, з одного боку, ув'язування змісту освіти вже діючих навчальних програм з NCB (ua), а з іншого – включення відповідних вимог NCB (ua) в державний освітньо-професійний стандарт магістерської (бакалаврської) підготовки із спеціальності «Управління проектами», як одного з його нормативних розділів.

Надзвичайно важливо, аби після завершення магістерського курсу з УП у вищих навчальних закладах країни одночасно з наданням диплома про вищу освіту випускникам надавалася можливість спробувати свої сили і отримати міжнародний сертифікат IPMA. Це стане практичною ілюстрацією сучасного підходу до підготовки висококваліфікованих фахівців, безпосередньо орієнтованих на забезпечення потреб ринку праці з дефіцитних спеціальностей, на досягнення міжнародної планки якості підготовки.

Особливої значущості це завдання набуває при підготовці кадрового корпусу державних службовців. Великі і коштовні проекти не можуть бути в принципі реалізованими поза контролем і без безпосередньої участі держави, його владних структур, оскільки проекти такого роду, як правило, торкаються якщо не всього суспільства (а подекуди і у планетарному масштабі), то принаймні його більшої частини.

Внесення до програм магістерської підготовки державних службовців навчальних модулів з УП – це значний крок в усвідомленні вищими органами державного управління, навчальними закладами системи підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації державних службовців тієї ролі, що її відіграють методи і засоби УП у реалізації сучасних завдань суспільного розвитку.

Але така підготовка на високому якісному рівні у вищому навчальному закладі є можливою, якщо вона ведеться у повноцінному науково-освітньому середовищі з повним життєвим циклом, із здійсненням усіх видів діяльності, притаманних навчальним закладам вищої школи (є відповідна профільна кафедра, ведеться необхідна науково-методична робота, готуються науково-педагогічні кадри, проводяться наукові конференції, пишуться і друкуються підручники, допоміжна та інша навчально-методична література та ін.), коли на цій основі ведеться профільна підготовка студентів і слухачів за магістерськими програмами з УП у повному обсязі.

У деяких вищих навчальних закладах країни поряд з окремою магістерською програмою з УП, у програмах підготовки з інших спеціальностей (у тому числі з підготовки державних службовців) пропонується (обов'язково або факультативно) низка профільних навчальних модулів з УП. При цьому студенти (слухачі) та всі інші бажачі (за їх вибором) можуть опанувати ці навчальні модулі як за традиційною формою навчання, так і в е-дистанційному форматі. Для цього створено необхідне навчально-методичне забезпечення і підготовлені викладацькі кадри, які здатні якісно підтримувати цю перспективну форму навчання [67, 80].

Проблема підготовки науково-педагогічних кадрів для вищої школи і наукових установ країни тісно пов'язана з необхідністю проведення наукових досліджень у цій галузі знань, підготовкою науково-викладацьких кадрів вищої кваліфікації. У ряді вищих навчальних закладів країни така робота вже кілька років ведеться: здійснюється підготовка дисертацій з проблем УП, відкрита відповідна наукова спеціальність, створені і працюють спеціалізовані вчені ради із захисту докторських і кандидатських дисертацій.

На сучасному етапі розвитку національної системи освіти вже з'явилися навчальні заклади, які здатні управляти процесами змін, що спрямовані на позитивний розвиток. Саме ця їх здатність є найбільш важливою і цінною для розвитку всього суспільства. В умовах, коли фінансові ресурси, що виділяються державою на освіту, суттєво обмежені, ці заклади, в процесі планування і реалізації цих змін, звертають особливу увагу на продуктивність своєї роботи. Слід очікувати, що вже найближчим часом таких навчальних закладів буде значно більше. Це визначальна передумова їх конкурентоспроможності на ринку освітніх послуг, самої життєздатності національної системи освіти.

Сьогодні є всі підстави вважати, що система підготовки проектних менеджерів, що послідовно складається і розвивається в Україні, проведення наукових робіт у цій галузі знань і практики, підготовка та атестація науково-педагогічних кадрів для вищої школи і наукових установ країни, розвиток і впровадження у практику атестації національних кадрів з УП системи міжнародної сертифікації проектних менеджерів, практичне використання сертифікованих проектних менеджерів під час реалізації проектів і програм розвитку, одночасно з усвідомленим і наполегливим впровадженням методів і засобів УП у практику підготовки і реалізації реальних масштабних проектів розвитку (в тому числі проектів розвитку освіти) забезпечать можливість в Україні у найближчий час ввести у дію нові, ще до кінця не розкриті резерви її потенційного зростання.

Розділ 2 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНИЙ АПАРАТ СИСТЕМНОГО ПОДАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ СИСТЕМ

- Базові терміни і поняття.
- Типи моделей функціонування і розвитку систем.
- Структура моделі цілеформування середовища.
- Системи моделей та їх подання.
- Системи задач та їх подання.

У цьому розділі йтиметься про особливості системного описування цілей, об'єктів і процесів в організаційних системах, до класу яких віднесено системи навчання та управління освітою, а також системи їх наукових досліджень.

2.1. Базові терміни і поняття

Одним з перших питань, яке виникає при моделюванні різних природних і штучних об'єктів (предметів, процесів, систем, подій, явищ тощо), що пов'язані між собою, є питання вибору поняттєвого апарату, що дало б змогу описати їх статику і динаміку функціонування з тих позицій і з таким ступенем деталізації, за яких можна розглядати, досліджувати, аналізувати, проектувати як окремі об'єкти, так і їх упорядковані сукупності (здійснити їх декомпозицію і синтез) з єдиних позицій, застосовувати для цього єдину теоретико-методологічну базу (методи теорії дослідження операцій, загальної теорії управління, теорії систем, математичного моделювання інші формальні методи) щодо обрання та обґрунтування суттєвих особливостей їх будови (складу і структури їх функціональних і забезпечувальних частин) та характеру їх функціонування і розвитку.

Зазначимо, що багато дослідників вважають, а деякі автори відзначають недосконалість сучасного поняттєво-термінологічного апарату педагогіки: «Термінологічний апарат сучасної дидактики містить значну кількість суперечливих означень та міркувань, окрім так званих класичних, які визначаються однозначно та використовуються більшістю педагогів протягом тривалого періоду часу» [231, с. 350], «Аналіз основних понять і категорій загальної дидактики з точки зору гуманістичної філософії освіти свідчить про те, що в їх розумінні та викладанні є суттєві розбіжності, що призводить до розмиття, неточності та неконкретності їх сутності» [432, с. 331], «Система педагогічних категорій і понять взагалі і в структурі окремих педагогічних дисциплін вимагає упорядкування, системного обґрунтування» [127, с. 88], «Але, на жаль, така робота проводиться методологічно необґрунтовано, переважає суб'єктивізм у трактуванні дидактичних понять» [432, с. 332]. Тим самим, окрім іншого, ускладнюється процес створення якісного термінологічного забезпечення навчального процесу і формування на цій базі комунікаційних компетенцій тих, хто навчається [129, с. 27].

У літературі натрапляємо на багато означень самого терміну *поняттєвий апарат*. У [416], наприклад, поняттєвий апарат визначено як комплекс взаємозв'язаних понять і правил оперування ними на послідовних етапах людської діяльності в процесі розв'язання проблем. Базовий поняттєвий апарат, який в [384] називається

множиною елементів опорних понять, визначено як відібраний набір понять предметної галузі, на основі якого здійснюється цілеспрямована діяльність. Таким чином, базовий поняттєвий апарат утворює деяку опорну понятійну систему, цілісність якої досягається такими системоутворювальними факторами, як предметна галузь діяльності, цілі використання виділеної достатньої множини елементів опорних понять і обрана достатня множина способів розв'язання проблем за допомогою виділеної множини понять.

Тому вибір поняттєвого апарату (і насамперед базового) значною мірою пов'язаний з визначенням цілей і галузі діяльності, в якій розв'язуються (підлягають розв'язуванню) конкретні проблеми (задачі).

Виходячи з мети цієї роботи, визначимо цілі і цю галузь діяльності так: дослідження, проектування і організація функціонування складних систем, до класу яких (спираючись на властивості складних систем, виділених, наприклад, в [144, 187, 319]), можна віднести відкриту систему освіти, педагогічні системи, які входять до її складу як її головні функціональні підсистеми. Саме ці системи і є предметом подальшого розгляду і дослідження в цій роботі.

Найбільш продуктивною методологією дослідження і проектування складних систем сьогодні є системний підхід [156, 189, 216, 292, 317, 344]. Як свою теоретичну базу він використовує елементи загальної теорії систем [140, 149, 164, 187, 188, 281, 318, 334, 360, 399, 408, 431], математичної теорії систем [278, 283, 295, 422] і теорії складних систем [153, 224, 282, 286, 289, 297, 304, 327, 346, 347, 353, 359, 370, 433]. Тому є очевидним і доцільним використати понятійний апарат системного підходу. Однак, як і самі назви наукових напрямів, що спираються на системні уявлення (окрім «системного підходу» як синоніми часто використовуються: системний аналіз [156, 270, 292, 338, 346, 391, 416], системологія [353, 408], системотехніка [188, 318] тощо), так і до кінця не усталена термінологія, визначення і класифікації, що застосовуються в роботах з системного підходу, передбачають необхідність визначити поняттєвий апарат, на якому базуватиметься подальший розгляд.

У цій роботі будемо спиратися на такі визначення системного підходу і системного аналізу: *системний підхід* [374, с. 1226] – напрям у методології наукового пізнання і соціальної практики, в основі якого лежить розгляд об'єктів як систем, орієнтує дослідника на розкриття цілісності об'єкта, на виявлення різноманітності типів зв'язків у ньому і зведення їх в єдину теоретичну картину. В педагогіці *системний підхід* [161, с. 305] спрямований на розкриття цілісності педагогічних об'єктів, виявлення в них різноманітних типів зв'язків та зведення їх у єдину теоретичну картину.

Системний аналіз [374, с. 1226] – сукупність методологічних засобів, що застосовуються для підготовки та обґрунтування рішень складних проблем різного характеру. Спирається на *системний підхід*, а також на ряд математичних дисциплін і сучасних методів управління. Основна процедура – будова математичної моделі, що відображає взаємозв'язки реальних ситуацій. В педагогіці це поняття уточнюється і під ним розуміють [161, с. 305] метод підготовки і обґрунтування рішень стосовно складних комплексних проблем навчання й виховання. Методологія системного аналізу ґрунтується на системному підході до вивчення педагогічних явищ. Під методологією розуміють – вчення про структуру, логіку організації, методи і засоби діяльності. Методологія науки – вчення про принципи будови, форми і способи наукового пізнання [374, с. 806].

Таким чином, мета цього розділу – встановити, спираючись на основні положення системного підходу і залучаючи (за необхідності) поняття і означення, що застосовуються в межах інших наук (філософія, педагогіка, психологія, соціологія, кібернетика, інформатика тощо), конструктивну систему базових понять, що утворюють необхідний поняттєво-термінологічний фундамент розв'язання в межах цієї роботи практичних завдань дослідження, проектування і організації відкритої системи освіти та її частин.

Слід зазначити, що поняття, які будуть введені нижче, не можуть бути означені повністю незалежно одне від одного, а визначаються часто одне через інше, доповнюючи і уточнюючи одне одне [365, 391, 416]. Крім того, не будемо обмежуватись виключно одним означенням того чи іншого поняття, якщо більш ніж одне його означення доповнює і (або) додатково розкриває це поняття з суттєвих для розгляду позицій. Тому наведений склад понять слід вважати передусім операціональним (тобто таким, що є необхідним і сумісним щодо розгляду наступного матеріалу), а визначену послідовність наведення понять – значною мірою умовною.

Ціль (Ц). В [374, с. 1480] ціль визначається як ідеальне, розумове передбачення результату діяльності. Зміст цілі залежить від об'єктивних законів дійсності, реальних можливостей суб'єкта і засобів, що застосовуються. У психології під ціллю розуміється усвідомлений образ майбутнього результату [343]; у педагогіці [161, с. 205] – ідеальне передбачення кінцевих результатів навчання, те, до чого прагнуть учитель, учні; у теорії прийняття рішень [317] – стан, на який спрямована тенденція руху об'єкта, бажаний стан об'єкта [140], бажаний результат діяльності, який можна досягти в межах деякого інтервалу часу [335]. У структурі діяльності ціль виконує мотивувальну, регулювальну та системоутворювальну функції [343]. Задати, наприклад, ціль функціонування певної організаційної системи означає описати той кінцевий продукт, який має бути отриманий в результаті функціонування цієї системи. При цьому слід враховувати, що можливі різні ступені деталізації при поданні результату діяльності. Іншими словами, ціль може бути задана на різних рівнях, які відрізняються глибиною деталізації її опису.

Проблемна ситуація (ПрС). У педагогіці С. Коваленко визначає проблемну ситуацію як психологічний стан переживання учнем інтелектуальної труднощі, способи подолання якої він має віднаходити й може віднайти тільки завдяки власній пізнавальній активності і самостійності. У ПрС є дві обов'язкові сторони: проблемно-змістова – виділення суперечності між знанням і незнанням, усвідомлення учнем того, яких саме знань чи способів діяльності йому бракує, а якими він володіє; мотиваційна – виникнення в учня бажання, глибокого інтересу до проблеми, зосередження уваги, вольових зусиль і мислення на розв'язанні проблеми до кінця [326, с. 377]. У системному аналізі під ПрС розуміють таку ситуацію, яку неможливо розв'язати наявними ресурсами [392]. Спрощено можна сказати, що ПрС виникає тоді, коли «те, що ми маємо» не відповідає тому, чого ми бажаємо досягти. З цього випливає, що ПрС виникає лише в процесі цілеспрямованої діяльності, коли задаються нові цілі, досягнення яких на основі наявних засобів і ресурсів є неможливим. Однак необхідно мати на увазі: те, що є ПрС для однієї системи, може не бути такою для іншої. Тобто ПрС має розглядатися стосовно певної системи.

Для системи, що проектується, цілі її функціонування і розвитку безпосередньо пов'язуються з розв'язанням такої множини ПрС, яку необхідно заздалегідь (на етапі проектування системи) передбачити. Якщо за допомогою існуючої системи можна розв'язати всі передбачені (на етапі її проектування, під час створення, модер-

нізації системи) ПрС, кажуть, що задані цій системі цілі можуть бути досягнуті нею без проблем, ПрС є типовими для даної системи, її розв'язання не є проблемою для даної системи чи задані цілі можуть бути досягнуті певною системою елементарно. Звідси виникає поняття елементарної цілі, що розглядається стосовно певної системи.

Елементарна ціль – ціль функціонування і розвитку певної системи, досягнення якої цією системою не включає розв'язання ПрС, що не передбачені для розв'язання при створенні цієї системи.

За існуючої системи виникнення непередбачених стосовно цієї системи ПрС вказує на появу нової цілі системи, яка не була передбачена при її створенні. Тобто, в такій системі виникає ПрС, що не може бути розв'язана наявними засобами і/або ресурсами, якщо не вжити відповідних заходів. У таких випадках мова йде про *неелементарність цілі* стосовно даної системи. Якраз *неелементарність цілі* діяльності певної системи вважається причиною виникнення в ній непередбачених ПрС.

Поняття *елементарна ціль* можна конкретизувати, розглянувши чинники, що характеризують певну визначеність процесу її досягнення. Елементарна ціль може бути досягнута, якщо відомо:

по-перше, що потрібно зробити (є опис необхідного кінцевого результату діяльності);

по-друге, як це можна зробити (відомий спосіб його досягнення);

по-третє, які засоби і ресурси необхідні для реалізації способу і чи їх достатньо в системі;

по-четверте, хто це конкретно буде робити (для організаційних систем з кількома виконавцями – відомий функціональний розподіл робіт між виконавцями).

Якщо відомі відповіді на всі зазначені питання, ціль вважається елементарною для даної системи. В організаційній системі ціль вважають елементарною для визначеного виконавця, якщо він розуміє, що потрібно отримати в результаті діяльності системи, знає спосіб досягнення цілі і має в розпорядженні необхідні ресурси системи. Якщо ціль задається групі виконавців, додатково потрібно знати, задати і здійснити розподіл обов'язків між ними.

Використовуючи поняття елементарної цілі, уточнимо як саме поняття ПрС, так і визначимо критерії її наявності [97]. Під ПрС стосовно певної оргсистеми будемо розуміти ситуацію, яка характеризується відсутністю хоча б однієї з перелічених відповідей на питання, що пов'язані з категорією елементарної цілі.

Враховуючи можливі обмеження на ресурси системи і спосіб досягнення її цілей, за критерії наявності ПрС стосовно певної системи можна прийняти ситуації, коли:

1) склад і/або структура, і/або властивості кінцевого продукту системи не задовольняють поставленим цілям;

2) не задовольняються обмеження на ресурси системи за обраного способу досягнення її цілей;

3) спосіб досягнення цілей системи не відповідає заданим технологічним обмеженням і/або не є ефективним.

Якщо ПрС розглядається стосовно певної системи, в межах якої необхідно її розв'язати, то в цьому випадку наявність ПрС призводить до появи *проблемної задачі*.

Функції системи і/або її елементів (англ. *activity*). У різних роботах під функцією розуміють вид (характер) діяльності системи [343], її призначення [188] або

властивості, що використовуються у динаміці [317]. В [374, с. 1449] функцію визначають як 1) зовнішній вияв властивостей деякого об'єкта в певній системі відносин; 2) роль (призначення), яку виконує певний соціальний інститут або процес у відношенні до цілого. В [396] визначають *функцію дії* як функцію, переведення системи з одного стану в інший, тобто пов'язується одна подія з іншою. Використовуючи опис подій та функцій, можна побудувати алгоритм, що імітує функціонування системи через її стани. Проте, в будь-якому випадку, функція системи, що досліджується, буде виявлятися у відношенні до інших систем, що існують і функціонують в оточуючому систему середовищі.

Розглянемо деяку систему S_i , що виділена з оточуючого цю систему середовища E_i за ознакою приналежності S_i до реалізації певних цілей середовища E_i , тобто, $S_i \in E_i$. Ціль, яка задана для S_i , спрямовує діяльність S_i щодо досягнення її бажаного стану, майбутнього результату її функціонування. Функція системи S_i підпорядкована цій цілі, визначає її призначення в E_i , зовнішній прояв властивостей S_i в E_i . Кажуть, що S_i виконує в E_i ті чи інші функції. Тому опис функціонування організації системи в термінах функцій по суті відображає цільове призначення системи, характеризує зовнішній вияв її функціонування.

Задача. Задачі і процеси їх розв'язання вивчаються в математиці і логіці, психології і фізіології, педагогіці і психології, кібернетиці і наукознавстві та ін., а також на стику наук (розроблення проблем штучного інтелекту і робототехнічних систем, систем прийняття рішень і автоматизованих систем управління, оргсистем і проблем навчання за допомогою комп'ютерів тощо). У педагогіці, наприклад, використовується термін *навчальні завдання*, що визначаються як завдання учням для самостійного виконання на уроці чи в домашніх умовах. Їх зміст і обсяг зумовлюються характером матеріалу і дидактичними цілями [439і, 189 с.]. У свою чергу, освітні завдання визначаються як комплекс соціально-педагогічних завдань, що впливають з мети освіти [326, с. 190].

Суттєві розбіжності у трактуванні поняття задачі (завдання) і описуванні процесів розв'язування задач представниками різних наук і наукових шкіл ускладнюють організацію їх творчого співробітництва під час розроблення складних і актуальних проблем, знижують рівень результатів, які потенційно могли би бути отримані, є принциповою перешкодою отримання нових результатів, а в ряді випадків унеможлиблюють їх отримання. Об'єктам, які називають задачами, притаманна достатньо виражена специфіка порівняно з іншими об'єктами [27]. Важливі результати з дослідження проблем задач і процесів їх розв'язання наведені в роботах [19, 31, 153, 302].

Аналізу і визначенню поняття задачі присвячено багато робіт. У [27], наприклад, під задачею розуміють сукупність деякої цілі і умов, в яких вона повинна бути досягнута. В теорії задач задача трактується як система, а її обов'язковими компонентами є предмет задачі, що знаходиться у вихідному стані, і вимога задачі (модель необхідного стану вказаного предмета). Предмет задачі може бути матеріальним і ідеальним. Розв'язання задачі полягає у переведенні її предмета з вихідного стану в необхідний. Якщо ці стани збігаються, задача відсутня. Коли проектується організаційні системи, то як компоненти задачі виділяють: проблемну область (K) або її модель (K^*); модель необхідного стану проблемної області (K^*_{TP}); актуальний, тобто наявний у момент виникнення задачі стан проблемної області (K_{AKT}). Тому задача (3) може бути визначена як $3 = (K, K_{AKT}, K^*_{TP})$ або $3 = (K^*, K_{AKT}, K^*_{TP})$. У свою чергу, $K^* = K^*({A}, {\omega}, {R})$, де ${A}$ – множина предметів, ${\omega}$ –

множина операцій на $\{A\}$, $\{R\}$ – множина відношень (предикатів) на $\{A\}$. В [373] вказується, що Z відрізняється від проблемної (задачної) ситуації тим, що вона усвідомлена суб'єктом, об'єктована і часто описана тим або іншим способом.

У роботах [31, 302] під задачею розуміють трійку множин $\{C, O, U\}$, де C – множина станів (ситуацій), O – множина операторів переведення одного стану в інший, U – задана (цільова) множина. В психології під задачею розуміють будь-яку ситуацію, яка вимагає від суб'єкта (людини) деякої дії [19]. Таким чином, в організаційних системах під задачею слід розуміти не просто ситуацію, а ситуацію для суб'єкта, який усвідомлює, що у даній ситуації є дещо таке, що він не може відразу визначити. Справді, те, що для одного суб'єкта є задачею, може не бути нею для іншого.

З аналізу наведених означень випливає, що будь-яка задача має щонайменше один компонент – ціль. Тому другим компонентом задачі повинен бути об'єкт або сукупність об'єктів, відносно яких і ставиться ціль. Інакше кажучи, задача завжди виникає в деякому предметному полі, предметній галузі (ПГ) задачі, що складається з багатьох об'єктів (які мають відповідні властивості) і відношень, які задані множинами. Загальнонаукове означення задачі наведено в [153]. Саме в такому розумінні ми надалі і будемо використовувати це поняття.

Під задачею (3) будемо розуміти формувальну систему (ФС) задачі (задачну систему [153]), що розглядається відносно наявної або потенційної розв'язувальної системи (РС) задачі і складається з предмета дії (предметної галузі) і цілі. Розв'язування Z можна розглядати як процес переведення ФС з одного стану (фази) в інший. Самий же процес переведення здійснюється за допомогою РС, яка складається із методів і засобів розв'язування Z . Узагальнена модель Z наведена на рис. 2.1-1.

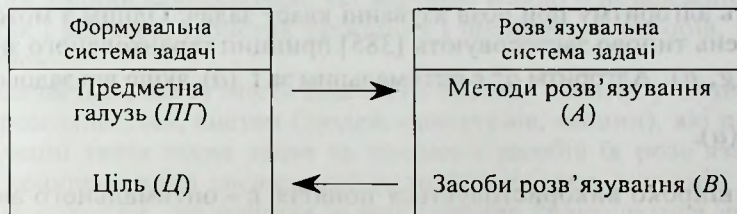


Рис. 2.1-1. Узагальнена модель задачі

У загальному випадку під задачею будемо розуміти четвірку $Z = \{ПГ, Ц, А, В\}$, де $ПГ, Ц, А, В$ – вказані на рис. 2.1-1.

З наведеного означення задачі впливають як окремі випадки всі інші вищенаведені означення.

Клас задач. Відповідно до прийнятого нами системного означення задачі, під класом задач будемо розуміти множину однотипних ФС задач, що можуть бути розв'язаними за допомогою певної множини методів і засобів розв'язування. Тобто, деяка РС може розв'язувати певний клас задач, які відрізняються вхідними даними.

Стосовно розв'язування класу екстремальних задач, алгоритмів розв'язування задач цього класу зазначимо таке. Для екстремальних задач, як правило, серед всіх можливих алгоритмів розв'язування задачі вибирають найкращий (у певному заздалегідь визначеному розумінні). Можливість такого вибору припускає, з одного боку, наявність множини алгоритмів $A = \{a\}$ і деякого відношення порядку (переваги), на основі якого можна проводити порівняння алгоритмів розв'язування деякої задачі для вибору найкращого серед них. З іншого боку, можна гово-

рити про вибір деякого класу задач, які можна ефективно розв'язувати за одним алгоритмом.

Зокрема, наприклад, для класу задач лінійного програмування:

$$\sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \min,$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_j, \quad i = \overline{1, m}.$$

Вихідні дані – це набори чисел $\{c_j\}$, $\{a_{ij}\}$, $\{b_j\}$. Прийнято вважати, що конкретний набір вихідних даних $g \in G$ визначає результат розв'язання задачі. Для явного описування множини алгоритмів A будемо припускати, що кожний алгоритм $a \in A$ характеризується деяким набором параметрів управління $n = \{P\}$. При цьому за допомогою параметрів управління описують логіку роботи алгоритму (наприклад, правила розгалуження в методі гілок і меж, правила зупинки тощо). Нарешті, для порівняння алгоритмів вводиться критерій їх ефективності – деяка функція $L(g, a)$. Найчастіше ця функція характеризує відносну похибку результату розв'язування задачі із вихідними даними g алгоритмом a або час t розв'язування задачі із вихідними даними g . У такому випадку мета дослідження алгоритму щодо ефективності розв'язування задачі може полягати у виборі такого алгоритму, застосування якого забезпечує віднайдення екстремального значення функції $L(g, a)$.

Однак частіше досліджується ефективність якогось одного алгоритму на класі задач G . З цією метою вводяться деякі додаткові припущення, що дозволяють оцінити ефективність алгоритму при розв'язуванні класу задач. Одним з можливих додаткових припущень типово застосовують [385] принцип гарантованого значення $\Gamma(a)$: $\Gamma(a) = \sup_{g \in G} L(g, a)$. Алгоритм a^* є оптимальним за $\Gamma(a)$, якщо він задовольняє умову $\Gamma(a^*) = \inf_{a \in A} \Gamma(a)$.

Крім того, широко використовується поняття ε – оптимального алгоритму a_ε^* , який задовольняє нерівності $\sup_{g \in G} L(g, a_\varepsilon^*) \leq \inf_{a \in A} \sup_{g \in G} L(g, a) + \varepsilon$, або поняття статистично ефективного алгоритму [303].

Предметна галузь (ПГ) – частина реального світу, де поставлена і буде розв'язуватись задача, в якій відображаються об'єкти виділеної частини реального світу, атрибути (параметри. – *Авт.*) типів цих об'єктів і зв'язки між ними [273]. Тобто, будемо вважати, що ПГ змістово є множина припустимих (через об'єктивні закони природи) станів предметів і відношень між ними. Для розв'язування конкретної задачі необхідні знання про конкретну ПГ. Якщо ПГ є атрибутом ФС задачі, що розглядається стосовно конкретної РС, то виділяють два типи ПГ. До першого типу – добре структурованих ПГ – відносять ПГ, в яких виділена чітка система понять, достатньо повний набір властивостей і необхідна множина умов розв'язування задачі, а об'єкти, з якими доводиться мати справу, мають чітку структуру і можуть бути достатньо описані множиною понять і властивостей, що виділені. Якщо ж об'єкти не мають чіткої структури і/або в них відсутній виділений набір властивостей і умов, то такі ПГ відносять до другого типу – погано структурованих ПГ або до погано обумовлених ПГ, коли опис ПГ не включає достатню для

РС множини умов розв'язування задачі. Вочевидь, що погано обумовлені ПГ призводять до погано структурованих ПГ.

Проблемна задача – це задача, до розв'язання якої РС приступає не маючи алгоритмів або квазіалгоритмів її розв'язування [21].

З урахуванням наведених вище означень під *проблемною задачею* оргсистеми будемо розуміти таку задачу, для якої задана погано структурована ПГ (тобто недостатньо сформована ФС задачі) і/або невідомі способи, відсутні необхідні засоби і ресурси розв'язування задачі (тобто недостатньо сформована РС задачі).

Як теоретичний апарат дослідження задач і процесів їх розв'язування сьогодні широко застосовується загальна теорія задач (розроблена в Інституті кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України і Інституті психології АПН України), яка становить теоретичний фундамент так званого задачного підходу. Методичною передумовою розроблення загальної теорії задач послугувала ідея виділення «задачних» моделей основних структурних одиниць відношень тих, хто навчається (оператора) і комп'ютера та подання кожного сценарію навчання (діалогу, гри тощо) як процесу опрацювання цих «задачних» моделей двома РС – оператором і комп'ютером [26].

Задачний підхід – це напрям у проектуванні взаємозв'язків людини і машини в процесі розв'язуванні задач за допомогою комп'ютера [26]. Мається на увазі насамперед розроблення теоретичного апарату описування сценаріїв діяльності *оператора* (людини, яка бере участь у розв'язуванні задачі) і алгоритмів функціонування технічних і/або програмно-апаратних засобів (наприклад, комп'ютера) в процесі автоматизованого розв'язування задач. Розробка таких сценаріїв і алгоритмів вимагає спеціальних засобів формалізації, які значною мірою є незалежними як від конкретної ПГ, так і від характеристик технічних і програмних засобів, що будуть використовуватись.

У [26] зазначається, що сутність задачного підходу полягає у виділенні у кожній ситуації, що розглядається, систем (людей, колективів, машин), які розв'язують задачі, у визначенні типів таких задач та методів і засобів їх розв'язання. Йдеться, по суті, про конкретизацію *системного підходу* стосовно ситуацій розв'язування задач з тим уточненням, що поняття задачі повинно трактуватися досить широко. Задачний підхід підтвердив свою продуктивність як у психолого-педагогічній сфері, так і в інформатиці.

Введемо ще кілька понять, означення яких в основному наведені в [335, 370] і які в деяких випадках уточнені в [97].

Система (від грец. *systema* – ціле, що складене з частин, множина елементів, які перебувають у відношеннях і зв'язках один з одним, що утворюють певну цілісність, єдність [374, с. 1225]). В [395] система означається як набір компонентів, організованих для виконання визначених або установлених функцій. Взагалі, відомо більш ніж сто визначень поняття *система* [232], що базуються на різних підходах [144] (типово використовується абстрактний підхід [281, 422], логіко-філософський підхід [399, 431], структурно-функціональний підхід [187, 353] та ін.). Множинність цих підходів відображає множинність модельного подання систем, а вибір того чи іншого з них обумовлюється цілями використання моделей, а також тим формальним апаратом, засобами якого ці моделі мають бути описані. Використовуючи логіко-функціональний підхід, введемо визначення системи, яке найбільшою мірою відповідає цілям застосування цього поняття в межах даної роботи.

Система – цілісна множина об'єктів (елементів) і відношень (зв'язки) між ними, що виділені з середовища за ознакою приналежності цих об'єктів і відношень до реалізації заданих цілей системи. Як самі об'єкти, так і відношення між ними мають певні властивості. Ті з них, стосовно яких дана множина об'єктів і відношень розглядається як цілісність, як система, називаються *системоутворювальними об'єктами, відношеннями (зв'язками) і властивостями*.

У подальшому будемо користуватися *теоретико-множинним* означенням системи (А. Холл і Р. Фейджі та Ф. Фейджін), що описане і використовується, зокрема, в [395]. Згідно з цим означенням, *система* – це множина об'єктів, між якими існують певні відношення та їх атрибути. Під *об'єктами* розуміють компоненти системи (її підсистеми або окремі об'єкти). *Атрибути* – це властивості об'єктів. *Відношення* задають певний закон, за яким визначається деяке відображення в одній і тій самій множині об'єктів. За цим означенням поняття множини та елементи є аксіоматичними.

Таким чином, система S задається парою: $S = \langle X_S, R_S \rangle$, де X_S, R_S – множина відповідно елементів і відношень між ними. Відношення визначають взаємозв'язок між об'єктами. У загальному випадку n -відношення R^n у множинах $X_1, X_2, \dots, X_n$ є деякою підмножиною декартового добутку $X_1 \times X_2 \times \dots \times X_n$, який утворено з n -вимірних наборів (кортежів) виду $x_1, x_2, \dots, x_n$, де $x_i \in X_i, i = 1, 2, \dots, n$.

Якщо R^n в окремому випадку задається, наприклад, окремою функцією f , що визначає зв'язок між певним елементом $x \in X$ і певною множиною Y , то $f: X \rightarrow Y$, тобто за правилом f деяким елементам із множини X ставиться у відповідність елементи із Y . Для функції f множина X – це простір, що задається для x , а підмножина Y – область значень функції f . Функцію f можна подати як множину впорядкованих пар (x, y) .

Що стосується атрибутів системи, то вони подібні до функцій, визначених на підмножині об'єктів. Відмінність атрибутів від функцій полягає в тому, що два різних атрибути можуть бути однаковими. Атрибут A задається парою елементів (i, f) , де I – ім'я атрибута, а f – функція, визначена на підмножині об'єктів. У динамічних об'єктів атрибут також може бути функцією часу t .

Атрибути системи визначаються на певній підмножині об'єктів, причому кілька різних атрибутів з цієї множини можуть бути однаковими. Атрибут A задається парою (i, f) , де I – ім'я атрибута, а f – функція, визначена на підмножині об'єктів. У динамічних об'єктів атрибут A також може бути функцією часу t .

Системи S_1 з властивостями $\{v_i\}$ і S_2 з властивостями $\{u_i\}$ можуть бути об'єднані в єдину систему S_3 з властивостями $\{w_k\}$ (в загальному випадку $\{w_k\} \neq \{v_i\}, \{u_i\}, \{v_i\} + \{u_i\}$). При цьому в загальному випадку S_1 і S_2 будуть притаманні вже інші властивості – відповідно $\{v_i\} \neq \{u_i\}, i \{u_i^*\} \neq \{u_i\}$, тобто системи S_1 і S_2 перетворюються в інші системи S_1^* і S_2^* . Таке об'єднання є можливим за умови, якщо існує хоча б один об'єкт або один зв'язок, який спільно (і не обов'язково одночасно) може бути використаний як S_1 , так S_2 або використовується (входить до будови) S_1^* і S_2^* . Ці об'єкт (об'єкти) і відношення (зв'язки) називають системоутворювальними, а S_1^* і S_2^* можуть розглядатись як деякі підсистеми S_3 .

За цією ж логікою, позбавлення системи S_3 системоутворювальних об'єктів і/або відношень руйнує систему S_3 , оскільки втрачаються складові і ознаки її цілісності. У цьому випадку її підсистеми S_1^* і S_2^* перетворюються на інші, вже незалежні одна від одної системи – S_1 і S_2 , з іншими порівняно з S_1^* і S_2^* , властивостями.

Система не може бути подана тільки однією своєю структурою. Тобто, відношення (зв'язки) в системі не можуть бути «між нічим або ніким». Тому, якщо системи S_1 і S_2 мають і/або утворюють хоча б один спільний (системоутворювальний) зв'язок, то існують або виникають як мінімум два їх системоутворювальні об'єкти, які належать до S_3 .

Виявлення в окремих і незалежних системах деякого об'єкта (об'єктів) і/або відношення (зв'язків), що можуть забезпечити доцільне (за деякою системою критеріїв) об'єднання окремих систем в єдину систему (виявлення системоутворювальних об'єктів і відношень) є необхідною і достатньою умовою для утворення нових, інтегрованих систем, з новими властивостями. За цією ж логікою, виявлення в системі об'єкта (об'єктів) і/або відношення (зв'язка, зв'язків, відношень), що одночасно належать до її *частин*, є необхідною і достатньою умовою для розгляду цих *частин* як підсистем єдиної системи, що надає можливості доцільного (за деякою системою критеріїв) відокремлення частин, та утворення з них незалежних систем з новими властивостями. В останньому випадку об'єкти і відношення, що належали до підсистем і виконували тим самим системоутворювальні функції, втрачають ці свої властивості і, зазвичай, повинні дублюватись в кожній системі, які були заново створені.

Множини об'єктів системи, які необхідні для забезпечення тієї чи іншої функції системи, утворюють *частини системи*, які також можуть розглядатися як системи, утворюючи *підсистеми* більшої системи. В цьому випадку виникає деяка ієрархія систем.

Елемент системи – це така її частина, яка не піддається подальшому діленню за обраним критерієм декомпозиції системи [360].

Сукупність об'єктів (частин), що входять до системи, утворюють *склад системи*, який називається *елементним складом*, якщо об'єктами системи виступають її елементи.

Структура (від лат. *structura* – будова, розташування, порядок) – сукупність сталих відношень (зв'язків) об'єкта, що забезпечують його цілісність і тотожність самому собі, тобто збереження його основних властивостей при різних внутрішніх і зовнішніх змінах [374, с. 1291]. У цій роботі будемо спиратись на таке означення структури системи:

Структура системи – це множина відношень між частинами системи, яка необхідна для забезпечення її функції (її покликання, призначення). Іншими словами, структура системи – це те, що залишається незмінним в системі у разі зміни її станів. Структура системи має два аспекти: статичний, що включає відношення між об'єктами (просторове розташування, відмінність у ступені якихось якостей, службова ієрархія тощо), і динамічний, що характеризує зміни відношень між об'єктами з часом [317].

Декомпозиція системи на частини та структуризація відношень між ними є основним способом, що дає змогу проникнути, зазирнути у будову системи, дослідити і пізнати їх властивості, зрозуміти «як система функціонує». Окрім цього, декомпозиція і структуризація систем слугує інструментом при дослідженнях «складності» систем. Представлення систем на рівні їх складу і структури дозволяє зробити цю складність такою, яку можна «косягнути», «відчути», зрозуміти, пояснити, і, при необхідності, зменшити.

Будова системи (або *конструкція системи* – від лат. *constructio* – складання, побудова [317, 370]) – структурно упорядкований склад системи, що з необхідністю і достатністю забезпечує її функцію.

Використовуючи наведені поняття, можна визначити *систему* як цілеспрямовано функціонуючу конструкцію, що призначена для розв'язування проблемних ситуацій за відповідних зовнішніх умов.

Окремо зазначимо, що на практиці при поданні систем замість терміну будова системи, зміст якого передбачає подання в моделі системи її складу і структури, використовується термін структура системи, зміст якого передбачає подання в моделі відношень на множині елементного складу системи. Структура системи є окремою характеристикою системи, яка має свою типологію (наприклад, ієрархічні, мережні, реляційні, нейронні структури) і може досліджуватись і застосовуватись окремо.

При цьому, якщо тип структури ДС є суттєвим у певному конкретному випадку розгляду і/або застосування системи, будова системи набуває ознаки типу структури, за якою система побудована. В таких випадках еквівалентне використання термінів *будова* і *структура* системи є припустимим. Якщо в системі використовуються однакові елементи, характеристики одного елементу системи і структура системи повністю відображають її будову. Якщо ж елементи системи не однакові, подання будови системи без врахування її елементного складу є неможливим.

З тих же причин термін *структура* системи неодноразово використовується на практиці замість терміна *елемент будови* системи, коли мають на увазі як системну природу внутрішньої будови елементів системи, так і належність цих елементів до інших систем, елементний склад яких вони утворюють.

Стан системи в деякий момент часу – це відповідна фаза розвитку системи, яка характеризується множиною значень властивостей (у тому числі системоутворювальних), що притаманні системі в цей момент часу. В [395] *стан системи* визначається неперервними або дискретними множинами значень характеристик елементів системи. Основне значення стану в моделюванні полягає у забезпеченні можливості зв'язування кожної вхідної змінної системи з тією чи іншою вихідною змінною системи, використовуючи стан системи як параметр.

Статична система – це система з одним станом.

Динамічна система – система з множиною станів, в якій з часом виникає перехід з одного стану в інший.

Рівновага системи – це властивість системи, яка полягає в тому, що при відсутності зовнішніх збуджень чи при незмінних значеннях цих збуджень стан системи залишається незмінним (система зберігає свій стан якомога довго [391]).

Стійкість системи – це властивість системи повертатися до стану рівноваги після того, як вона була з цього стану виведена під впливом тих або інших (внутрішніх або зовнішніх) збуджень [391].

Діяльність – специфічна форма ставлення людини до оточуючого світу, змістом якої є його доцільна зміна і перетворення в інтересах людей; умова існування суспільства. Включає в себе: ціль, засоби, результат і сам процес діяльності [374, с. 386].

Функціонування системи – це її динамічна властивість, яка відображає відповідну послідовність станів системи, що розвертаються у часі [353].

Відрізняють *внутрішнє функціонування системи*, що відображається в контексті взаємозв'язків елементів і підсистем в межах даної системи, і *зовнішнє функціонування системи*, що відображається в контексті взаємозв'язків цілісної систем з оточуючим середовищем [353].

Процес (від лат. *processus* – просування) – 1) послідовна зміна явищ, станів у розвитку чого-небудь; 2) сукупність послідовних дій для досягнення певного

результату [374, с. 1087]. В [395] процес – послідовність станів, зв'язок між якими задається функцією дії та початковим станом системи. Тому моделювання процесів передбачає описування послідовності станів функціонування і розвитку систем.

Процес функціонування системи – послідовна зміна станів системи, що з необхідністю і достатністю забезпечує функції системи.

Педагогічний процес (навчально-виховний процес) [161, с. 253] – цілеспрямована, свідомо організована динамічна взаємодія вихователя і вихованця, у процесі якої вирішуються суспільно необхідні завдання освіти й гармонійного виховання. Педагогічний процес – цілісний процес, що органічно поєднує навчання і виховання та розвиток вихованців. Компоненти педагогічного процесу: мета, завдання, зміст, методи, засоби й форми взаємодії педагога і вихованців, результат.

Навчальний процес [161, с. 253] – система організації навчально-виховної діяльності, в основі якої – органічна єдність і взаємодія вихователя і учня, спрямована на досягнення цілей навчання й виховання.

Розвиток в широкому розумінні в [374, с. 1109] визначається як незворотна, справедлива, закономірна зміна матерії і свідомості, їх універсальна властивість. В результаті розвитку виникає новий якісний стан об'єкта – його складу або структури.

Розвиток системи – це еволюційна зміна характеристик системи, що відображає часову послідовність її формування, незворотні, спрямовані і закономірні зміни її властивостей.

Удосконалення системи – це процес, що забезпечує підвищення якісного рівня властивостей системи, виявом чого є перехід системи з нижчих фаз свого розвитку до вищих.

Організаційна система (оргсистема) – це система, діяльність якої спрямована на забезпечення спільних дій її частин в інтересах досягнення своїх цілей [317]. В оргсистемах виділяють *цілеспрямовані* (люди, колективи тощо) і *нецілеспрямовані* частини (засоби і предмети діяльності). Тобто, оргсистема є людино-машинною, соціотехнічною системою. Організаційна система – цілеспрямована система, до складу якої обов'язково входять люди. Здійснюючи в цих системах відповідну діяльність, люди використовують ті чи інші засоби і технології. Переважна більшість засобів і технологій застосовується людиною для підвищення продуктивності виконуваних дій.

Будь-яка система (а тому і оргсистема, наприклад, система освіти) функціонує в деякому зовнішньому середовищі, утвореному іншими системами, що не входять в дану (наприклад, системи суспільства, що не входять до системи освіти). В [374, с. 1271] *середовище* існування, діяльності людини визначається як оточуючі людину соціальні, матеріальні і духовні умови її існування і діяльності. В середовищі функціонування системи будемо виділяти:

Зовнішнє середовище (ЗС) – все, що не входить до даної системи (наприклад, до системи освіти). Серед об'єктів ЗС можуть бути такі, які не тільки впливають на функціонування і розвиток даної системи, а й на які дана система впливає сама. Іншими словами, можуть існувати взаємозв'язки і взаємовпливи даної системи з деякими частинами (системами) ЗС. Тому в ЗС можна виділити деяке його підсередовище – *оточуюче* (відносно даної системи) *середовище*, з об'єктами якого дана система безпосередньо взаємопов'язана.

Оточуюче середовище (ОС) – множина об'єктів і відношень між ними (з їх суттєвими властивостями), що не входять до даної системи, зміна властивостей яких може змінювати стан даної системи або властивості яких самі можуть змінюватись

під впливом даної системи. Таким чином, ті об'єкти ЗС, що не впливають на суттєві властивості даної системи і на які дана система також не впливає, не належать до ОС даної системи [3].

У свою чергу, в ОС виділяють [317]:

- **цілеформувальне середовище**, яке утворюється системами ОС, що визначають вимоги до властивостей кінцевого продукту даної системи та якісних показників її функціонування і розвитку, а також задають обмеження діяльності системи;

- **актуальне середовище**, яке утворюється системами ОС, що використовують кінцевий продукт даної системи, ініціюють вимоги щодо його якісних властивостей її кінцевого продукту (результати функціонування), забезпечують необхідні умови для стійкого функціонування і розвитку системи.

Вплив ОС на систему характеризується деякими параметрами чи показниками, які будемо називати *вхідними параметрами* (показниками) або просто *входами системи*.

Значення вхідних параметрів у процесі функціонування системи визначають значення вихідних, що характеризують функціонування системи, в тому числі її вплив на ОС.

Функціонування системи – зміна станів системи (і відповідно її виходу), наслідком якого є деякий результат, що відчувається в ОС. У живій природі використовується термін *поведінка системи*. В [374, с. 1028] *поведінка* визначається як система взаємопов'язаних реакцій, що здійснюють живі організми для пристосування в середовищі.

Кінцевий продукт (КП) – результат функціонування системи. В [153] – продукт системи (результат її функціонування), який призначений для задоволення потреб ОС.

Інформаційний продукт – документовані інформаційні матеріали, що підготовлені і призначені для задоволення потреб користувачів [203].

Інформаційний ресурс – сукупність документів в інформаційних системах (бібліотеках, архівах, банках даних тощо) [203].

Інформаційна послуга – формування певного інформаційного ресурсу відповідно до потреб користувача, надання користувачеві доступу до інформаційної продукції.

Оцінювання – процес отримання відомостей щодо ходу здійснення і/або результатів тієї чи іншої діяльності та встановлення їх відповідності цілям і передбаченим режимам. У процесі оцінювання експерт визначає значення параметрів оцінювання, що мають відповідати цілям і запланованим режимам діяльності, здійснює вимірювання значень параметрів оцінювання і на підставі аналізу результатів вимірювання приймає рішення щодо відповідності характеру здійснення діяльності і/або її досягнутих результатів встановленим критеріям, а тому і цілям оцінювання. До інструментарію оцінювання входять, зокрема, вимірювальні прилади, устаткування, інтерв'ю, тестування та анкетування.

Контроль – процес отримання відомостей про відповідність ходу здійснення і/або результатів тієї чи іншої діяльності її цілям і передбаченим режимам. У процесі контролю експерт, як і при оцінюванні, здійснює вимірювання значень параметрів контролю. Однак, на відміну від оцінювання, в процесі контролю експерт, не опікуючись прийняттям рішення, лише перевіряє відповідність досягнутих результатів діяльності і/або ходу її здійснення попередньо встановленим контрольним параметрам, доводить відомості (інформує, документує) про результати контролю (про відповідність значень контрольних параметрів попередньо встановленим або про відхилення від них) до тих, хто приймає рішення. Тобто, контроль є процесом дещо обме-

женням порівняно з оцінюванням. У процесі контролю можуть використовуватись як засоби, що застосовуються при оцінюванні, так і інші засоби, що відрізняються від них.

Інструментарій – засоби, що застосовуються для вимірювання або дослідження об'єкта, події, явища або іншого предмета зацікавлення [139].

Валідність (від англ. *valid* – правильний, обґрунтований) – характеристика інструментарію, критерій його якості. Валідність вказує на те, що саме вимірює інструмент та наскільки він зручний, пристосований для цього [271].

Валідизація – процес, що включає окремі операції або їх сукупність, спрямовані на підвищення валідності [271].

База даних – іменована сукупність даних, що відображає стан об'єктів та їх відношень у відповідній предметній галузі [203].

База знань – сукупність формалізованих знань про предметну галузь, що подаються у вигляді фактів і правил, які виражають евристичні знання про методи розв'язування задач в цій галузі [161, с. 35].

Управління – спрямування функціонування систем різної природи, що забезпечує збереження їх певної структури, підтримування режиму функціонування відповідно до призначення і цілей використання.

Управління системою – використання причиново-наслідкових зв'язків для спрямування функціонування системи, що приводить до бажаного результату (досягнення певної цілі, розв'язання задачі тощо).

План – модель розвитку системи (об'єкта), що виражає його бажані кінцеві стани та способи переходу до цих станів з урахуванням впливу некерованих параметрів [140]. В соціально-економічному плануванні – це сукупність показників, що визначають стан виходів системи, і планових завдань, що забезпечують досягнення такого стану. У «зовнішніх» планових завданнях, що адресовані вниз по вертикалі управління, більш детально визначаються виходи кожної підсистеми (об'єкта), функціонування яких планується. Навпаки, у «внутрішніх» планах цих підсистем розгортаються способи реалізації планового завдання, що забезпечують заданий вихід підсистеми.

Прогноз – очікуваний стан системи (об'єкта) в задані моменти часу. В деяких випадках прогноз виражається у вигляді очікуваної траєкторії розвитку системи (об'єкта). При проведенні прогнозування необхідно враховувати прогноз впливу на дану систему ОС, зміни з плином часу значень параметрів управління системою (об'єктом), поточне значення внутрішніх параметрів, залежності (оцінки залежностей) між параметрами системи (об'єкта) [153].

Досліджувана система (ДС) – це система, що досліджується (підлягає дослідженню) тими чи іншими методами дослідження і дослідницькими системами (автоматичними і/або автоматизованими). Досліджуваними системами можуть виступати моделі.

Модель (англ. – *model*, франц. – *modele*, від лат. *modulus* – міра, зразок, норма, пристрій, еталон, макет). У широкому розумінні, в [374] модель визначають як будь-який образ (розумовий або умовний: опис, схема, креслення, графік, план, карта тощо) деякого об'єкта, процесу чи явища («оригіналу» даної моделі). В [395] у широкому значенні під терміном модель розуміють «будь-який аналог (уявний, умовний) певного об'єкта, процесу, явища («оригіналу» даної моделі), що використовується як його «замінник». Там же модель визначають як фізичне, математичне або інше зображення системи, об'єкта, явища або процесу.

Метою побудови моделей є створення штучних об'єктів, за допомогою яких з суттєвих для подальшого використання моделі позицій подаються (відображаються) реальні явища і/або системи.

У [18] під моделлю розуміється система, яка завдяки структурній схожості свого складу і/або структури з іншою системою (наприклад, схожості ДС і її моделі) може служити джерелом відомостей про неї або її замінювати. Модель – уявлена або матеріально реалізована система, яка, відображаючи і відтворюючи об'єкт дослідження (природний чи соціальний), здатна замінити його так, що її вивчення дає нові відомості про об'єкт» [361]. Модель – деяка реально існуюча система або та, що уявляється в думках, яка, замішуючи і відображаючи в пізнавальних процесах іншу систему-оригінал, перебуває з нею у відношенні схожості (подібності), завдяки чому вивчення моделі дає змогу отримати нові відомості про оригінал [395].

Цілі побудови та використання моделі формує і визначає дослідник. Значення моделювання неможливо переоцінити. Тільки завдяки йому можна визначити сукупність властивостей модельованої системи, що повинна мати модель, тобто від мети моделювання залежить потрібний ступінь деталізації моделі [395]. Додамо, що від визначених цілей моделювання залежить вибір і врахування в моделі тих чи інших особливостей і суттєвих параметрів досліджуваної системи-оригіналу.

У подальшому будемо спиратися на таке означення моделі.

Модель – це деяке подання (аналог, образ) системи, що моделюється, в якому відображається, враховується, характеризується і можуть відтворюватися такі особливості й властивості цієї системи, які забезпечують досягнення цілей побудови та використання моделі [97].

У пізнавальних цілях уявлені або матеріалізовані моделі реальних систем дають можливість досліднику замінити систему-оригінал, отримати про неї нові відомості – довідзнати як саму систему-оригінал, так і її модель.

Існує значна кількість різних класифікацій моделей. Наведемо деякі з них.

У [395] виділяють «феменологічний» і «дедуктивний» підходи до формування і дослідження моделей. Під феменологічними моделями розуміють переважно емпірично поновлені залежності вихідних даних від вхідних, як правило, з невеликою кількістю входів і виходів. Дедуктивне моделювання передбачає з'ясування та опис основних закономірностей функціонування всіх компонентів досліджуваного процесу і механізмів їх взаємозв'язків. За допомогою дедуктивних моделей описується процес у цілому, а не окремі його режими [361]. Відповідно до цих підходів виділяють два типи моделей: *моделі даних* і *системні моделі*.

У моделях даних не вимагаються, не використовуються і не відображаються будь-які гіпотези про фізичні процеси або системи, за допомогою яких ці дані отримані. До моделей даних належать усі моделі математичної статистики. Останнім часом ця сфера моделювання пов'язується з експериментально-статистичними методами і системами, що істотно розширює методологічну базу для прийняття рішень під час розв'язування задач аналізу даних і управління [395].

Системні моделі будуються в основному на базі законів і гіпотез про те, як система структурована і, можливо, як вона функціонує. Використання системних моделей передбачає можливість працювати за технологіями віртуального моделювання – на різноманітних тренажерах і в системах реального часу (операторські, інженерні біомедичні інтерфейси, різноманітні системи діагностики і тестування та ін.) [361]. Саме системні моделі процесів функціонування і розвитку освіти на

різних її рівнях будуть предметом поглибленого розгляду в наступних розділах цієї роботи.

У [361] наводиться одна з можливих класифікацій моделей, за якою залежно від способу подання моделей їх поділяють на *абстрактні* і *реальні*. Абстрактні моделі включають *віртуальні* (уявні) і *реальні* моделі. Віртуальні моделі відображають ідеальне уявлення людини про навколишній світ, що фіксується у її свідомості через думки та образи. Такі моделі можуть подаватися у вигляді *наочних моделей* за допомогою графічних образів і зображень. У свою чергу, наочні моделі поділяються на дво- або тривимірні графічні, анімаційні та просторові.

Основним видом абстрактних моделей, які є підвидом віртуальних, є *математичні моделі*. Це моделі, в яких для опису систем використовується мова математики. Тобто, математична модель – це абстрактна модель, відображена у вигляді математичних виразів і відношень [395]. У таких моделях досягається найвищий рівень формалізації і абстрагування від несуттєвих особливостей систем, що моделюються. У такому разі дослідження моделі приводить до необхідності розв'язання деякої математичної задачі. Якщо ж за допомогою математичних моделей описуються соціально-економічні процеси і об'єкти, то будемо говорити про їх *економіко-математичні моделі*, в яких, в необхідних випадках, за допомогою економічних категорій будуть враховуватися різні аспекти (соціальні, педагогічні, психологічні тощо) процесів функціонування і розвитку, планування і управління в різних системах (у тому числі, в системі освіти).

На відміну від абстрактних у реальних моделях хоча б один компонент є фізичною копією реального об'єкта. Залежно від того, в якому співвідношенні перебувають властивості системи і моделі, реальні моделі поділяються на *натурні* і *макетні*. Натурні моделі – це самі існуючі системи або їх частини, на яких проводяться дослідження. Отже, натурні моделі повністю адекватні реальній системі, що дає змогу отримувати високу точність і вірогідність результатів моделювання. Суттєві недоліки натурних моделей – неможливість моделювати критичні та аварійні режими функціонування реальних об'єктів та висока вартість. Макетні моделі – це реально існуючі моделі, за допомогою яких відтворюють досліджувану систему у певному масштабі [361].

За можливістю змінювання властивостей із зміною часу моделі поділяються на *статичні* і *динамічні*. Властивості статичних моделей не змінюються із зміною часу. В динамічних моделях, навпаки, відбуваються зміни через виникнення подій у часі або руху об'єктів у просторі. Залежно від того, яким чином відрізняються у часі стани моделі, розрізняють дискретні, неперервні й дискретно-неперервні (комбіновані) моделі. За відношенням між станами системи і моделі розрізняють *детерміновані* і *стохастичні* моделі. Детерміновані моделі – це моделі, в яких атрибути, що їх описують, та вхідні дані не є випадковими. Стохастичні моделі – це моделі, в яких для визначення результату використовують одну або більше випадкових величин для врахування невизначеності процесу або в яких вхідні дані подані за допомогою деякого статистичного ряду [361].

У [18, 395] наводяться інші класифікації моделей, що не суперечать наведеній, але враховується предметна галузь дослідження. Для подальшого розгляду ці класифікації можна визнати доречними. У [18] розрізняють матеріальні (наприклад, діючі моделі механізмів або моделі людини чи тварин, що застосовуються в навчальному процесі), ідеальні (ті, що існують в індивідуальній або суспільній свідомості) і матеріалізовані моделі (наприклад, зображення, тексти та їх системи). Причому, будь-якій матеріальній моделі відповідає ідеальна або матеріалізована модель.

У [361] виділяються *функціональні та концептуальні* моделі. За допомогою функціональних моделей імітують функціонування системи-оригіналу, а концептуальні моделі (*essential model*) – сутнісна (базова) модель, що визначає спосіб подання понять або об'єктів предметної галузі і не пов'язана з її фізичною реалізацією [18]. В [361] концептуальною називають абстрактну модель, за допомогою якої виявляють причиново-наслідкові властивості досліджуваної системи в межах, визначених цілями дослідження; або змістовий опис об'єкта чи процесу, в якому відображені концепції користувача і розробника моделі. Цей опис включає в явному вигляді логіку, алгоритми, припущення і обмеження. Використання концептуальної моделі дозволяє, окрім іншого, оцінити значущість властивостей цілісності системи, виявляти ті її властивості, що визначають можливості переходу системи у деякий стан, обумовлений її структурою.

У [249] виділяють квазіаналогові та електронні моделі, що призначені для синтезу ланцюгів, які є моделями реальних об'єктів. Саме такі моделі мають особливо велике значення при проектуванні великих систем.

Різноманіття моделей, що несе відомості про об'єкти дослідження, виступає як *засіб наукового дослідження*. Водночас, у дисциплінах, в яких вивчається функціонування систем (кібернетиці, інформатиці, нейрофізіології, психології, лінгвістиці та ін.), моделі виступають і як *предмет дослідження* [18].

При цілеспрямованому створенні моделей досліджуваних систем типово намагаються досягти певної відповідності між ними. На міру відповідності між системою та її моделлю вказують поняття *ізоморфізму* і *гомоморфізму*. Ізоморфізм – наявність взаємооднозначної відповідності між компонентами системи і її моделі та відношень, що зв'язують ці компоненти [18]. Система і модель є ізоморфними, якщо існує взаємооднозначна відповідність між ними, завдяки якій можна перетворити одне подання на інше. Система і модель є гомоморфними, якщо існує однозначна відповідність лише в один бік – від моделі до системи [395]. В [18] гомоморфізм визначається як відношення між системою та її моделлю, яке полягає у відповідності їх структур.

Виходячи з цілей використання моделі, можливостей її «наповнення» вхідними даними, глибини відомостей про досліджувану систему та наявних ресурсів для створення і дослідження моделі визначають будову моделі на рівні складу і структури її компонент (ступінь деталізації моделі).

Ступінь деталізації моделі визначає її складність як на етапі створення моделі, так і на етапі її подальшого використання під час дослідження системи-оригіналу. Для зменшення цієї складності зазвичай модель спрощують відносно системи, тобто скорочують множину її властивостей (атрибутів) і характеристик, що впливають на простір станів системи [395]. Але таке спрощення має здійснюватись до тієї межі, коли не втрачаються суттєві особливості системи, що впливають на досягнення цілей моделювання.

Модель, що застосовується в наукових дослідженнях, має відповідати таким вимогам [220]:

- однозначно подавати (з необхідною глибиною деталізації.– *Авт.*) відповідні об'єкти дослідження, що створені природою чи людиною;
- бути допоміжним, природнім або штучним об'єктом, що замінює оригінал в процесі дослідження (на певному етапі дослідження), що здійснюється для отримання відомостей про оригінал;
- мати ті властивості оригіналу, які є суттєвими для даного дослідження.

Отже, аналогія, абстракція та спрощення є основними процедурами під час побудови і дослідження моделей.

У [361] розглядаються відношення між системою і моделлю за умови, що ці відношення відповідають цілям моделювання і обмеженням досліджуваної системи. Використовуючи поняття множини можливих станів системи і моделі, розрізняють такі три типи відношень: *детерміновані відношення*; *імовірнісні відношення зі скінченною множиною станів*, коли стан системи однозначно визначає стан моделі, але лише з деякою імовірністю, тобто розглядається дискретна стохастична модель зі скінченною множиною можливих станів; *імовірнісні відношення з нескінченною множиною станів*, коли стани системи та моделі визначають стани одне одного лише з деякою імовірністю (*стохастичні моделі*, до яких, наприклад, належать марківські моделі та моделі систем масового обслуговування).

Модель «прозорої скриньки» – модель, внутрішнє наповнення якої відоме і цілком видиме [361].

Модель «чорної скриньки» – модель, входи і виходи та функціональні характеристики якої відомі, а внутрішнє наповнення невідоме або невизначене [361].

Модель предметної галузі – сукупність структурованих знань про об'єкти і закономірності проблемної галузі, про способи і засоби розв'язання задач в модельованому середовищі. Великого розповсюдження здобули методи моделювання предметної галузі на базі побудови імітаційних систем [97, 217, 261, 418].

Прогнозуюча модель – модель, в якій певні показники майбутніх станів можуть бути передбаченими або ймовірними [361].

Віртуальна модель – модель, що є відображенням ідеального уявлення людини про навколишній світ, який фіксується у свідомості людини за допомогою думок і образів [376].

Аналітична модель – модель, що складається з систем рівнянь, які можна розв'язати [361].

Валідація моделі – процес визначення ступеня точності, з якою модель або імітація відображає реальний або створюваний світ [395].

Моделювання (англ. *modeling*) – спосіб дослідження будь-яких явищ, процесів або об'єктів шляхом побудови та аналізу їх моделей. У широкому розумінні, моделювання є однією з основних категорій теорії пізнання і чи не єдиним науково обґрунтованим методом наукових досліджень систем і процесів будь-якої природи в багатьох сферах людської діяльності [375]. Моделювання – дослідження об'єктів пізнання на їх моделях, а також побудова і вивчення моделей реальних явищ [361].

Науковою основою моделювання як методу пізнання і дослідження різних об'єктів і процесів є *теорія подібності*, в якій головним є поняття *аналогії*, тобто схожості об'єктів за деякими ознаками. Аналогія між об'єктами може встановлюватись за якісними і кількісними ознаками [361]. Серед багатьох відомих видів моделювання виділимо комп'ютерне, математичне, імітаційне та статистичне, які можуть продуктивно і спільно застосовуватись при дослідженні різних систем, зокрема системи освіти.

Комп'ютерне моделювання визначають як реалізацію моделі за допомогою комп'ютера. Особливістю комп'ютерного моделювання є можливість управляти процесом моделювання, що дає змогу дослідникові втручатися в цей процес та впливати на його результати завдяки коригуванню в процесі дослідження параметрів моделі, яка відтворює об'єкти реального середовища або гіпотетичні події та процеси.

Під час комп'ютерного моделювання можуть використовуватись реальні об'єкти (наприклад, лабораторні комплекси засобів навчання) або віртуальні об'єкти (наприклад, комп'ютерно відтворені фрагменти навчального середовища) [361].

Математичне моделювання передбачає побудову та дослідження математичних моделей, в яких об'єкти описуються за допомогою рівнянь і функцій.

Імітаційне моделювання (англ. simulation) – вид моделювання процесів у досліджуваній системі з відтворенням її вхідних сигналів (параметрів) і отриманням кількісних і якісних характеристик її функціонування [1].

У [3] імітаційне моделювання визначається як метод конструювання моделі системи та проведення експериментів. Суттєвими особливостями цього виду моделювання є опис структури досліджуваної системи, застосування засобів відтворення функціонування системи-оригіналу і моделі, відображення властивостей оточуючого середовища, в якому функціонує досліджувана система. При цьому в моделі подається будова системи, тобто загальний опис елементів і зв'язків між ними, потім визначаються засоби відтворення в моделі функціонування системи.

Здебільшого функціонування системи описують за допомогою станів і моментів переходів між ними. Стан системи в момент часу t визначають як множину значень певних параметрів системи у цей самий момент часу t . Будь-яку зміну цих значень можна розглядати як перехід до іншого стану. І нарешті імітаційна модель має відобразити властивості середовища, в якому функціонує досліджувана система оточуючого середовища. Оточуюче середовище задають вхідними впливами на модель. Всі відомості про імітаційну модель подаються у вигляді сукупності алгоритмів, за допомогою яких описують процес функціонування системи.

Імітаційне моделювання може здійснюватись з *дискретними, неперервними і комбінованими* моделями. Дискретні і неперервні моделі – математичні або обчислювальні моделі, вихідні змінні яких для дискретних моделей набувають значень лише із дискретної множини, для неперервних – значення можуть змінюватися неперервно [395]. Комбіновані моделі включають до свого складу як дискретні, так і неперервні моделі.

З математичної точки зору імітаційну модель можна розглядати як сукупність рівнянь, які розв'язуються при кожній зміні модельного часу. Розв'язування таких рівнянь під час імітаційного моделювання означає встановлення хронологічної послідовності подій, які виникають у системі і відображають послідовність її станів. Отже, імітаційна модель функціонує подібно до того, як функціонує досліджувана система.

При використанні дискретних моделей імітаційне моделювання є її програмною реалізацією на комп'ютері і зводиться до проведення експериментів з моделлю шляхом багаторазового використання програми з деякою множиною даних – середовищем системи.

Якщо використовуються неперервні моделі, імітаційне моделювання здійснюється за допомогою аналогових (аналого-цифрових) засобів і обчислювальних машин. В цих випадках імітаційну модель фізично створюють у вигляді ланцюгів певних електричних схем, електричні процеси в яких відтворюють об'єкти і процеси в реальній ДС. Використання в імітаційному експерименті аналогових і комбінованих моделей і засобів дослідження в окремих випадках має свої переваги.

Використання імітаційного моделювання є найбільш продуктивним інструментом довизначення і дослідження різних систем та їх елементів. Тому застосування

методів і систем імітаційного моделювання є тим підходом, який виявляється доречним, а деколи і єдино можливим, при моделюванні та дослідженні системи освіти та її частин.

Статистичне моделювання – передбачає побудову та дослідження моделей, в яких мають бути враховані випадкові фактори ДС та здійснено статистичне оцінювання результатів моделювання, що виконується за допомогою методу статистичного моделювання (методу Монте-Карло). Статистичне моделювання є самостійним видом моделювання, яке включається в імітаційне моделювання переважно за необхідності моделювання імовірнісних систем і процесів [395].

Розв'язувальна система (РС). Під РС у [22] розуміють систему, за допомогою якої здійснюється розв'язування задач. Поряд з реальними РС (технічними, автоматичними, автоматизованими системами) в теорії задач розглядаються ідеалізовані РС, які вводяться до розгляду як системи з чітко визначеними засобами розв'язування задач.

Імітаційна система (ІМС) – це штучно побудована система, яка призначена для дослідження моделей. В імітаційних системах виділяють такі складові [1]: компоненти, параметри, функціональні залежності, обмеження і цільові функції. Імітаційні системи застосовують при економічних дослідженнях, у військовій справі, експертних системах, навчанні на тренажерах та імітаторах тощо. Імітаційні системи належать до класу автоматизованих систем наукових досліджень, а принципи їх побудови базуються на методах імітаційного моделювання.

Експертна система. У [253] визначається як система *штучного інтелекту*, що призначена для розв'язування складних задач у деякій, як правило, погано формалізованій проблемній галузі на базі знань, що отримуються від людини-експерта. Виділяють основні типи задач, до розв'язування яких залучаються експертні системи: ідентифікаційні, прогнознi, діагностичні, проєктувальні, планувальні, моніторингові. Кінцевим продуктом функціонування експертних систем є експертні оцінки, що оформляються і надаються як експертні висновки, звіти, пропозиції.

Експертна оцінка – оцінка пропозиції (проєкту, звіту тощо), що виконана людиною-експертом, який є фахівцем у галузі діяльності автора пропозиції і який у своїй експертній діяльності може застосовувати засоби і технології експертних систем.

Штучний інтелект. У [252] визначається як: а) штучна система, призначена для імітації інтелектуальної діяльності людини; б) частина інформатики, що займається розробкою методів створення таких систем. Дослідження в галузі штучного інтелекту ведуться, в основному, за чотирма напрямками. 1. Розроблення теорії евристичного пошуку, створення розв'язувальних систем, що імітують творчі процеси (систем для доведення теорем, створення музичних творів і образотворчих продуктів, систем автоматизованого проєктування і дизайну, шахових програм тощо). Саме дослідження в цьому напрямі привели до появи терміна штучний інтелект. 2. Розроблення теорії і принципів будови інтелектуальних роботів, засобів опрацювання зображень, систем розпізнавання образів (інтелектуальних сенсорів). 3. Інтелектуалізація комп'ютера, тобто програмно-апаратних засобів, використання яких дозволяє кінцевим користувачам застосовувати комп'ютер у своїх практичних цілях. 4. Інтелектуальна підтримка цілого ряду комп'ютерних програм (внутрішня інтелектуалізація комп'ютера). Це зумовило появу *пошукових машин*, *машин баз даних* і *машин баз знань*.

Автоматизована система управління (АСУ) – складова організаційної системи, що забезпечує ефективне управління її функціонуванням і розвитком, в якій

збирання та опрацювання управлінських даних (даних, інформаційних матеріалів, що необхідні для реалізації управлінської діяльності), здійснюється автоматизовано за допомогою відповідних засобів автоматизації.

Автоматизована система управління освітою (АСУО) – АСУ, що входить до складу системи освіти (СО) і забезпечує ефективне управління функціонуванням і розвитком СО на всіх її організаційних рівнях [39].

Методи і засоби АСУО утворюють в СО гнучке і адаптивне інтегроване організаційно-технологічне і інформаційно-обчислювальне середовище, яке розвивається і активно впливає на формування в СО найбільш сприятливих умов для здійснення стратегії неперервного комплексного вдосконалення галузевого управління.

Головна мета створення АСУО – удосконалення управління, яке спрямовується на підвищення ефективності СО, збалансованості розвитку її складових. Ця мета досягається шляхом поетапного органічного вбудовування в існуючу систему управління освітою нових, переважно безпаперових технологій, що базуються на широкому використанні методів та програмно-технічних засобів сучасних інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), а також ефективних методів управління та економіко-математичних моделей, що забезпечує управління СО як автономно, так і у складі інших АСУ верхніх, відносно СО, рівнів управління [39].

Автоматизована система наукових досліджень (АСНД) – АСУ, на базі яких здійснюється інформаційне забезпечення процесу наукових досліджень, накопичення й опрацювання його результатів, підтримка певних процесів управління науковим експериментом, організації досліджень, а також комунікацій наукових і організаційно-управлінських відомостей.

Автоматизоване робоче місце (АРМ) – робоче місце користувача автоматизованих систем (управління, наукових досліджень, комп'ютерно орієнтованих систем навчання та ін.), яке оснащено комп'ютерно орієнтованими засобами (наприклад, засобами навчання), за допомогою яких можна підтримувати функції систем як автономно, так і спільно, об'єднуючи ці засоби між собою (за допомогою, наприклад, комп'ютерних мереж).

Інтерактивна система – система, в якій застосовується інтерактивна технологія тієї чи іншої діяльності. Наприклад, «інтерактивна технологія навчання – це така організація навчального процесу, яка заснована на взаємодії всіх його учасників у процесі навчально-пізнавальної діяльності, забезпечуючи колективну (кооперативну) діяльність у класі або групі. При цьому кожен учень знає, що від його діяльності залежить кінцевий результат виконання поставленого перед усім класом (групою) завдання, за яке він повинен публічно прозвітувати» [342, с. 112].

Для забезпечення інтерактивної діяльності можуть застосовуватися спеціальні мультимедійні засоби.

З позицій задачного підходу [18, 26], поняття *інтерактивна система* поширюється і на автоматизовані системи діяльності. Відповідно до цього підходу *автоматизована інтерактивна система* визначається як людино-машинна (діалогова) комп'ютерно орієнтована система, в якій взаємозв'язок людини і комп'ютера розглядається як автоматизований процес, на основі якого забезпечується «оперативний (діалоговий) обмін повідомленнями між людиною і комп'ютером», а сам процес такого обміну зумовлений необхідністю автоматизованого розв'язання певної задачі.

Відмітна особливість першого і другого з наведених вище тлумачень інтерактивної системи полягає в тому, що за другим – людина і комп'ютер (а не тільки людина)

«мають можливість впливати на процес» («управляти процесом») взаємозв'язку при автоматизованому розв'язуванні задач певного класу, здійснювати «*кооперативну взаємодію*, кооперативне управління взаємодією». Ця можливість виражається у послідовному і/або паралельному «пред'явленні (з боку людини і комп'ютера) команд і/або питань, відповідей, відомостей», які є результатом певної цілеспрямованої діяльності людини та відповідного функціонування комп'ютера, що мають відношення до предмета розв'язуваної задачі. В сучасних автоматизованих інтерактивних системах взаємозв'язок людини і комп'ютера наближається за формою відповідних повідомлень до форми, за якою здійснюється вільне спілкування людей (мовного або знакового) при спільному розв'язуванні деяких задач [183].

Кооперативна взаємодія – вид групової спільної діяльності, що характеризується наявністю погоджених цілей у її учасників. Кооперативна взаємодія виникає, як правило, при неможливості автономного функціонування РС. Ця неможливість може бути зумовлена обмеженнями ресурсного характеру, наявними знаннями та уміннями суб'єктів діяльності та ін. [184].

Корпоративна інформаційна система (мережа) – система (мережа), що створюється для груп компаній, організацій, установ і яка наповнюється даними і відомостями, що стосуються специфічної сфери їх діяльності [388].

Інституалізація – правове та організаційне закріплення суспільного явища, відносин [271].

Наведемо узагальнену модель соціальної діяльності (рис. 2.1-2), яка відображає узагальнену модель задачі, що наведена нами (рис. 2.1-1, див. с. 223), і модель соціальної діяльності, що наведена в [327], і яка буде застосовуватись як базова при подальшому розгляді особливостей модельного подання систем навчання і освіти.

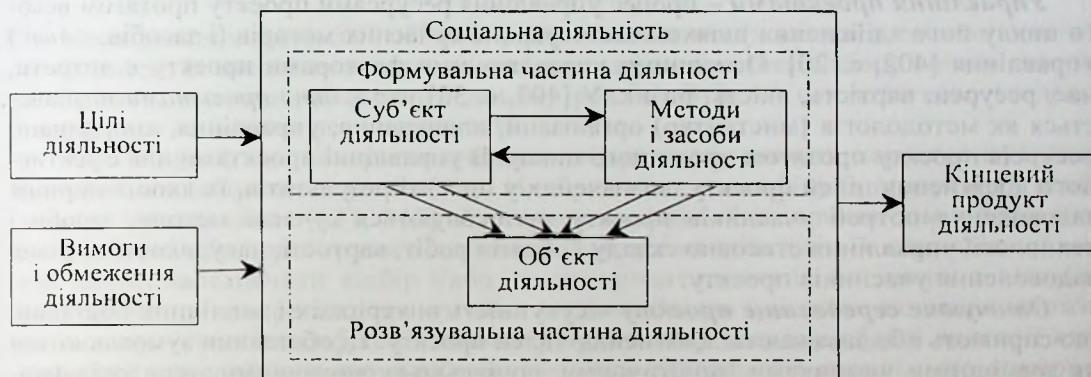


Рис. 2.1-2. Узагальнена модель соціальної діяльності

Зазначимо, що сучасним інструментом цілеспрямованого та ефективного розвитку систем виступає *проектний підхід*, який базується на методології *управління проектами* (УП) з притаманними йому методами, засобами та термінологією. Наведемо деякі терміни та їх тлумачення, які стосуються поняттєво-термінологічного апарату УП і які не суперечать попередньо наведеним.

Проектний підхід – напрям у методології наукового пізнання і соціальної практики, в основі якого лежить розгляд можливих, а також пошук і реалізація раціональних (ефективних) шляхів цілеспрямованого управління функціонуванням і розвитком систем протягом певного попередньо визначеного часу – життєвого циклу

проекту (проектного циклу). Цей підхід орієнтує дослідника на розкриття специфіки і розроблення шляхів щодо організації, планування, управління, координації ресурсів проекту протягом його життєвого циклу, які у своїй системній сукупності спрямовуються на досягнення цілей проекту, визначених кінцевих результатів стосовно складу і обсягів робіт, вартості, часу, якості. Проектний підхід спирається на системний підхід, сучасні методи і технології управління складними системами, а також передбачає широке застосування при управлінні проектами методів і засобів інформаційно-комунікаційних технологій. Методологію проектного підходу утворює вчення про принципи будови, структуру, логіку організації, методи і засоби систем управління проектами. Тому методологію проектного підходу також визначають як методологію *управління проектами* (УП) з притаманними їй методами, засобами та термінологією [403].

Проект (розвитку) – сфера діяльності, що спрямовується на досягнення змін будь-якої системи відповідно до поставлених цілей [402, с. 18]. У [403, с. 28] *проект* (розвитку) визначається як цілеспрямоване, попередньо пророблене і заплановане створення чи модернізація фізичних об'єктів, технологічних процесів, технічної та організаційної документації для них, формування матеріальних, фінансових та людських ресурсів проекту, а також підготовка управлінських рішень і заходів їх здійснення.

Програма (розвитку) – сукупність проектів (упорядкований набір, портфель проектів) або проект, який відрізняється особливою складністю створення кінцевого продукту і/чи методів управління його здійсненням. У програмах термін «проект», як правило, пов'язується з відносно короткотерміновими цілями [403, с. 29].

Управління проектами – процес управління ресурсами проекту протягом всього циклу його здійснення шляхом застосування сучасних методів (і засобів.– *Авт.*) управління [402, с. 20]. Основними управляючими факторами проекту є витрати, час, ресурси, вартість, якість, ризик. У [403, с. 32] *управління проектами* визначається як методологія (мистецтво) організації, планування, управління, координації ресурсів проекту протягом проектного циклу. В управлінні проектами для ефективного досягнення цілей проекту, визначених у проекті результатів, їх якості та рівня задоволення потреб учасників проекту застосовуються сучасні методи, засоби і технології управління стосовно складу і обсягів робіт, вартості, часу, якості та рівня задоволення учасників проекту.

Оточуюче середовище проекту – сукупність внутрішніх і зовнішніх обставин, що сприяють або заважають досягненню цілей проекту. Ці обставини зумовлюються як зовнішніми чинниками (політичними, соціально-економічними, територіальними, конкурентними, технологічними, екологічними та ін.), так і з внутрішніми умовами реалізації проекту (учасниками проекту, умовами контракту, командою проекту, місцем реалізації проекту та ін.) [402, с. 19].

Проект не є жорстко стабільним утворенням: частина його елементів у процесі реалізації проекту може змінюватися, «переходити» до складу проекту з оточуючого середовища і навпаки [403, с. 86].

Проектний аналіз – сукупність методологічних засобів управління проектами, що застосовуються для підготовки і обґрунтування рішень щодо оцінювання запроектованих результатів проекту у координатах здобутки–витрати (позитиви–негативи). Виділяють такі види проектного аналізу [403]: технічний, фінансовий, комерційний, екологічний, організаційний, соціальний, економічний, педагогічний.

Вивчення певної сукупності результатів цих видів проектного аналізу дає підставу зробити висновок щодо доцільності здійснення проекту (чи окремих робіт, що входять до запроєктованого складу) або його продовження в цілому. Проектний аналіз є розділом проектного підходу.

Проект як система – сукупність складових проекту, організованих у такий спосіб, що в змозі функціонувати як єдине ціле з метою досягнення цілей проекту [403, с. 29].

Автоматизована система управління проектом (АСУПр) – АСУ, що забезпечує автоматизоване управління підготовкою, функціонуванням і розвитком проекту, до складу якого вона входить.

Система підтримки прийняття рішень в проектах – сукупність комплексу програмних засобів, імітаційних, статистичних і аналітичних моделей процесів і робіт проекту з підготовки рішень щодо його реалізації [404]. Ця система є підсистемою АСУПр.

Наведена система базових термінів і понять не є повністю достатньою для дослідження всього спектра питань, що розглядаються в цій роботі. Ці терміни і поняття створюють тільки необхідне ядро поняттєво-термінологічного апарату (базовий поняттєво-термінологічний апарат), що застосовується в цій роботі і на якому ґрунтується подальший розгляд. У відповідних розділах роботи будуть (там, де це є необхідним) вводитися додаткові терміни і поняття (використовуватиметься, у тому числі, поняттєво-термінологічний апарат інших наук), що витікають, спираються на базові, не суперечать їм і впливають з них.

2.2. Типи моделей функціонування і розвитку систем

Моделювання процесів і об'єктів у різних системах (зокрема, в системі освіти), необхідність їх системного подання пов'язано з розширенням набору понять стосовно базових, що наведені у попередньому розділі. Втім ті, що додатково введено, спираються на базові і не суперечать їм.

Різні моделі, що використовуються на практиці, можуть характеризуватись множиною властивостей (ознак), що відображають специфіку їх створення і особливості застосування [151, 348]. Агрегування моделей за принципом відповідності в них тієї або іншої групи властивостей дозволяє здійснити їх класифікації і на цій основі забезпечити відбір і/або аналіз придатності тих чи інших з них для розв'язування конкретних практичних завдань. Звідси впливає можлива множина їх допустимих класифікацій. Однак у будь-якому випадку обрані критерії класифікації моделей повинні відображувати цілі створення і подальшого використання як окремих моделей, так і їх сукупностей. Тому наведені тут класифікації моделей відповідною мірою відображають цілі створення і розвиток системи освіти (СО).

Неусталеність понятійного апарату робить необхідним розглянути ці питання стосовно СО, встановивши і уточнивши типи моделей, що передбачається використовувати в подальшому, характер і порядок їх взаємозв'язків на різних етапах застосування, особливості модельного подання процесів і об'єктів, а також напрями використання самих моделей.

Подальший розгляд спирається на аналіз загальних принципів створення і використання моделей, що наведені в роботах стосовно системного підходу [3, 360, 399, 416, 431], дослідження операцій [292, 303, 391, 417], імітаційного моделю-

вання [51, 329, 418, 395], створення математичних моделей в економіці [14, 217, 232, 270, 348, 405].

Система освіти є системою за означенням, тому, спираючись на системні уявлення про СО, всі моделі, що будуть далі розглянуті, підрозділятимемо: на моделі оточуючого середовища, моделі об'єкта управління і моделі процесів управління [370] (рис. 2.2-1).

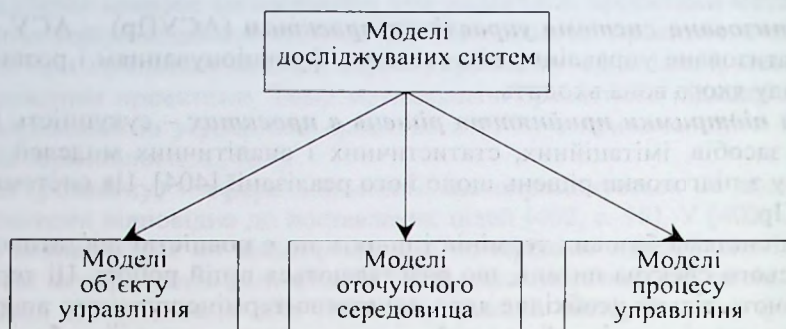


Рис. 2.2-1. Типи моделей досліджуваних систем

Моделі оточуючого середовища (МОС) є структурно упорядкованою сукупністю параметрів об'єктів, що відтворюють його цілі та стани.

Функціонування та розвиток СО здійснюються з врахуванням галузевого і територіального аспектів управління. Тому МОС можуть бути галузевими і територіальними. В свою чергу, як галузеві, так і територіальні МОС підрозділяють на моделі цілепокладання і моделі актуального середовища, що утворюються структурно упорядкованою сукупністю параметрів об'єктів і процесів, відповідно, цілеформуального та актуального середовищ.

Залежно від того, який стан оточуючого середовища – ОС (бажаний або поточний) описується за допомогою параметрів моделі, усі МОС підрозділяються на моделі бажаного (БЦС) і поточного (ПЦС) станів цілеформуального середовища (ЦС) та моделі бажаного (БАС) і поточного (ПАС) станів актуального середовища (АС).

Моделі об'єкта управління (МОУ) – це структурно упорядкована сукупність параметрів об'єкта управління (ОУ), що відтворює різні стани ОУ. МОУ, по суті, є моделями об'єкта діяльності, але побудованими з позицій опису цілеспрямованого управління функціонуванням і розвитком цього об'єкта. Залежно від того, який стан ОУ відтворює модель, всі МОУ підрозділяють на: моделі ретроспективного (РтС), поточного (ПтС), бажаного (БС) і планового (ПлС) станів досліджуваної системи (ДС).

У моделях РтС, ПтС, БС та ПлС описують за допомогою відповідних параметрів різні стани ДС та її елементів, які необхідні для забезпечення тієї чи іншої функції ДС, утворюючи частини МОУ. Отже, склад параметрів МОУ відтворює елементний (об'єктний) склад ДС.

Моделі процесів управління об'єктом діяльності (МПУ) – це формалізований опис цілей функціонування і функцій об'єкта щодо задоволення потреб ОС.

Подальша декомпозиція МПУ відтворює технологічний процес прийняття рішень, різні фази цього процесу. Таким чином, всі МПУ підрозділяються на: моделі планування та прогнозування розвитку (ПР), моделі аналізу розвитку і функціону-

вання (АН), моделі оперативного управління функціонуванням (УФ) та моделі обліку та звітності (ОЗ).

Таким чином, при модельному поданні ДС структурно упорядковані множини параметрів, за допомогою яких описують ОУ (МОУ) і ОС (МОС), відображають, за допомогою МПУ, взаємозв'язок об'єктів ДС для забезпечення її функцій щодо задоволення потреб ОС в кінцевому продукті функціонування ДС. Структурно упорядкована множина МОУ, МОС і МПУ у такому разі утворює систему моделей управління (СМУ).

Відзначимо ще кілька загальних особливостей моделей.

Виходячи з мети побудови моделі і глибини вивченості ДС, можлива різна глибина опису ДС (різний рівень її модельного подання). Залежно від цього розрізняють моделі на рівні «чорної скриньки», складу і будови. В цьому випадку кажуть про різні типи ізоморфізму досліджуваної системи та її моделі (рис. 2.2-2).

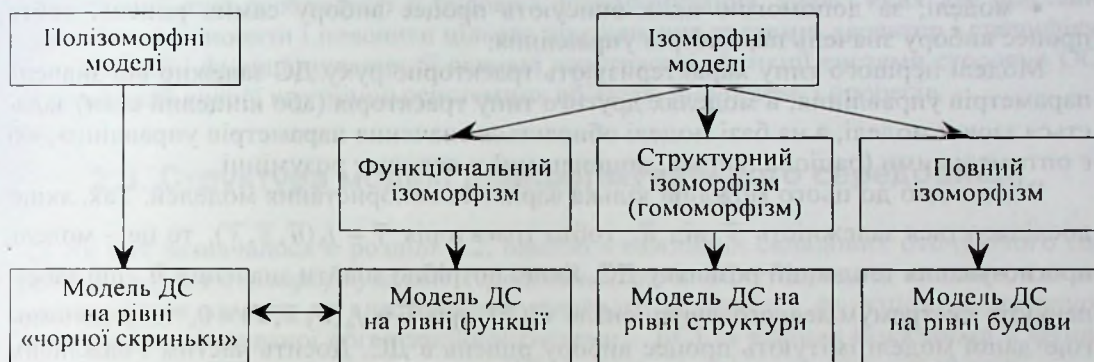


Рис. 2.2-2. Типи ізоморфізму досліджуваної системи (ДС) та її моделі

Вираз для моделі на рівні «чорної скриньки» має вигляд:

$$\bar{y} = j_1(\bar{u}, \bar{x}, \bar{s}, \bar{\epsilon}),$$

де: $\bar{x}$ і $\bar{y}$ – відповідно вхідні і вихідні параметри моделі; $\bar{u}$ – управляючий вплив; $\bar{s}$ – параметри ОУ; $\bar{\epsilon}$ – випадкові збудження, що діють на ДС.

Якщо в моделі ДС описується тільки множина її об'єктів (елементів), що необхідні для забезпечення тієї чи іншої функції системи, то кажуть, що модель системи подана на рівні її складу. Тоді формальний вигляд моделі системи на рівні її складу можна подати так:

$$\bar{y} = j_2(\bar{u}, \bar{x}, \bar{s}, \bar{a}, \bar{\epsilon}),$$

де $\bar{a}$ – множина параметрів, що описує елементи складу системи.

У моделях на рівні структури ДС описується тільки наявність причиново-наслідкових та функціональних зв'язків між елементами її складу. У такому разі мовиться: модель системи подана на рівні її структури (ще кажуть, що модель ДС гомоморфна ДС), а її формальний опис виглядатиме так:

$$\bar{y} = j_3[\psi_1(\bar{a}), \psi_2(\bar{a}, \bar{x})],$$

де $\psi_1(\bar{a})$, – відношення на множині елементів складу системи: $\psi_2(\bar{a}, \bar{x})$ – відношення на множині $\bar{a} \times \bar{x}$.

У моделях на рівні будови, окрім іншого, враховується наявність причиново-наслідкових та функціональних зв'язків між суттєвими елементами її складу, вхідними та вихідними параметрами моделі. В загальному випадку модель *на рівні будови* має вигляд:

$$\bar{y} = j_4 [\bar{u}, \psi_1(\bar{a}), \psi_2(\bar{a}, \bar{x}), \bar{s}, \bar{\epsilon}],$$

де $\psi_1(\bar{a})$, – відношення на множині елементів складу системи: $\psi_2(\bar{a}, \bar{x})$ – відношення на множині $\bar{a} \times \bar{x}$. В цьому випадку кажуть, що модель ДС ізоморфна ДС.

Залежно від мети побудови і використання, а також від способу вибору управляючих параметрів управління усі моделі, що розглядатимуться, можна поділити на два типи:

- моделі, за допомогою яких імітують (прогнозують) наслідки рішень, прийнятих за межами даної моделі;
- моделі, за допомогою яких описують процес вибору самих рішень, тобто процес вибору значень параметрів управління.

Моделі першого типу характеризують траєкторію руху ДС залежно від значень параметрів управління; в моделях другого типу траєкторія (або кінцевий стан) задається ззовні моделі, а на базі моделі обирається значення параметрів управління, які є оптимальними (раціональними, доцільними) у певному розумінні.

Відповідно до цього можливі кілька варіантів використання моделей. Так, якщо досліджується залежність $\bar{y}$ від $\bar{u}$, тобто траєкторія $\bar{y} = j_5(\bar{u}, \bar{x}, \bar{s})$, то це – модель прогнозування тенденцій розвитку ДС. Якщо потрібно знайти значення $\bar{u}$, що забезпечують екстремум деякого функціонала $G(\bar{y})$ при $\bar{y} = j_6(\bar{u}, \bar{x}, \bar{s}) = 0$, то за допомогою даної моделі імітують процес вибору рішень в ДС. Досить частим і важливим випадком є такий варіант використання моделей: знайти значення параметрів управління ДС – $\bar{u}$ такі, щоб $\forall \bar{x} \in \Omega(\bar{x})$ мало місце $\bar{y} = \text{const}$ або $G(\bar{y}) = 0$, де $\Omega(\bar{x})$ – множина ймовірних значень параметрів оточуючого середовища ДС. На базі такої моделі можна обирати таке управління ДС, яке забезпечувало б її адаптацію до змінних умов ОС під час виконання заданого співвідношення між параметрами ДС та ОС.

В *імітаційних системах* можуть бути досліджені обидва типи моделей. В цих системах рішення обирається на основі *оптимізуючої моделі*, в якій враховуються найбільш важливі характеристики ДС, а вже потім, на базі іншої моделі досліджується траєкторія розвитку ДС. Одержане рішення оцінюється із залученням інших, додаткових критеріїв, найчастіше тих, що не піддаються формалізації. На цьому етапі дослідження систем (як правило, із залученням відповідних експертів) здійснюється довищення ДС і довизначення критеріїв оптимальності задачі.

Доцільно користуватись ще такою типологією моделей [18]: ідеальна модель ДС (існує тільки в індивідуальній або суспільній свідомості (є відображенням об'єктів і процесів, що характеризують ДС.– *Авт.*); ідеалізована модель ДС (модель з чітко (або деякою мірою.– *Авт.*) визначеними засобами розв'язування задач (діяльності.– *Авт.*); матеріальна модель (об'єкт, що є матеріалізованим.– *Авт.*); матеріалізована модель (ідеальна і/або ідеалізована модель, яка може за деяких умов набути статусу матеріальної моделі.– *Авт.*). Причому кожній ідеальній моделі відповідає ідеалізована, матеріалізована і/або матеріальна моделі.

Додатково введемо поняття *гіпотетичної моделі* ДС (представляє бажаний, теоретично очікуваний стан ДС), яка є різновидом ідеальної і/або ідеалізованої моделі

ДС і якій тому можуть відповідати деякі матеріалізовані і матеріальні моделі. Реальні моделі ДС – моделі, в яких враховуються обмеження реального середовища. Слід зазначити, що реальне ОС може представляти як матеріальні, так і ідеальні та ідеалізовані моделі (наприклад, моделі деяких відомостей, що циркулюють в ОС, неформалізовані і нематеріалізовані знання суб'єкта).

Розглянемо також поняття архітектури системи, яка є однією з можливих моделей її будови і використання. Поява терміна *архітектура системи*, використання таких моделей систем на практиці пов'язані насамперед з потребою відобразити в деяких моделях систем їх функції в інтересах ОС. Поняття архітектури системи широко використовується при поданні будови як самих комп'ютерів і комп'ютерних систем, так і комп'ютерно орієнтованих засобів, технологій і систем (зокрема оргсистем).

Архітектура системи – це ідеальна і/або матеріалізована модель системи, за допомогою якої подають основні принципи будови і функціонування системи (її основних частин), такі особливості її будови і функціонування, аналіз яких дає підстави зрозуміти, встановити і пояснити цільове призначення системи, характер і специфіку її організації і функціонування, її основні властивості, функції системи стосовно ОС як зовнішній вияв її внутрішньосистемних об'єктів, відношень і процесів.

2.3. Структура моделі цілеформуванняльного середовища

Як вже зазначалося в розділі 2.2, однією з важливих складових оточуючого середовища (ОС) є *цілеформуванняльне середовище*, яке в ОС утворюють системи, якими визначаються вимоги до властивостей кінцевого результату функціонування даної системи (досліджуваної організаційної системи – ДС) та якісних показників її функціонування і розвитку, і яке в моделях ДС подаються *моделлями цілепокладання*.

У цьому розділі мова піде про структуру моделі цілепокладання, про особливості моделювання структури цієї моделі цілеформуванняльного середовища.

Серед фахівців з системного аналізу широко поширена думка про те, що «... уміння поставити цілі, деталізувати і опрацювати їх є найважливішим ресурсом підвищення ефективності будь-якої системи» [415, с. 21]. Втім, на практиці, як справедливо відзначено в тій же роботі, цілеформування «... це, як правило, найбільш занедбана ділянка діяльності».

Як методологічну основу системного подання структури моделі ціле формуванняльного середовища ДС використаємо тут метод дерева цілей [391]. Дерево цілей (ДЦ) – як деяка ієрархічна цільова модель ДС, досить широко використовується при розв'язанні різних проблем, що стосуються дослідження, проектування і організації оргсистем функціонування систем [65, 327], до класу яких можна віднести відкриту систему освіти, педагогічні системи, що входять до її складу як її головні функціональні підсистеми. Це обумовлено тим, що операціональні властивості методу ДЦ дозволяють вважати його одним з основних і досить продуктивних інструментів системного аналізу і проектування складних оргсистем на етапі цілевиявлення і цілеформування. Саме ж ДЦ, при цьому, є необхідним вихідним елементом системного проектування функціональної частини ДС.

Використання методу ДЦ як апарату системного подання та аналізу цілей функціонування ДС дає можливість [217]:

- виявити і систематизувати спектр напрямів функціонування ДС, визначити взаємозв'язок цих напрямів та їх взаємну підпорядкованість;

- забезпечити максимальне підпорядкування всіх часткових цілей функціонування ДС глобальній (концентрування дій), що є однією з основних умов організаційної оптимальності великих систем;
- проаналізувати окремі підцілі функціонування ДС з точки зору їх значущості для досягнення глобальної цілі, що є основою реалізації принципу вирішальної ланки при управлінні ДС;
- проаналізувати можливі використання засобів досягнення окремих підцілей функціонування ДС і визначити способи застосування і підсилення в ній корисних чинників, а також нейтралізації або навіть функціоналізації негативних;
- визначити ступінь відповідності кінцевих цілей функціонування ДС способам їх досягнення і ресурсам, що використовуються для цього;
- уточнити і розмежувати функції ДС між підрозділами та окремими працівниками структур управління ДС, уточнити їх права й обов'язки;
- систематизувати та уточнити показники оцінки функціонування об'єктів ДС, управління якими досліджується;
- встановити склад і структуру функціональної частини ДС на різних її рівнях і на різних етапах її розвитку.

Рівень визначеності кожної з перелічених складових аналізу цілей функціонування ДС задається поставленими цілями дослідження будови і подальшого використання цільової моделі ДС та може характеризуватися такими його якісними властивостями, як методологічна обґрунтованість, повнота, конкретність, операціональність і функціональна адресність стосовно поставлених цілей [82].

У результаті проведеного в [82] аналізу (за цілями будови) різних методик побудови ДЦ [156, 269, 317, 416] найбільш прийнятною щодо подання та аналізу цілей діяльності (функціонування) в межах цієї роботи виявилася методика, опис якої наведеної в [317] і яка модифікована в [81, 82]. Зміст модифікації полягає у прагненні досягти в конкретному випадку подання та аналізу цілей діяльності більш високих, зазначених вище якісних властивостей її деревоподібної цільової моделі. Модель структури декомпозиції глобальної цілі діяльності, що здійснена за зазначеною методикою (з урахуванням її модифікації), наведена на рис. 2.3-1. Пояснимо підходи, котрі були обрані при побудові цієї моделі.

Організаційний рівень досліджуваної системи	Глобальна ціль							
	Функціональна частина					Обмежувальна частина		
	ЗФЧ	ПФЧ				ПОЧ	ЗОЧ	
	Ядро	ПФЧ ₁	ПФЧ ₂	ПФЧ ₃	ПФЧ _к	1-го рівня	Соціально-економічні вимоги суспільства на відповідному етапі його розвитку	
ПФЧ ₂		ПФЧ ₃	ПФЧ _к		2-го рівня			
ПФЧ ₃		ПФЧ _к			3-го рівня			
ПФЧ _к					К-го рівня (нижнього)			
Інваріантна частина	Змінна частина							

Рис. 2.3-1. Модель семантичної будови глобальної цілі функціонування систем (частини глобальної цілі діяльності: ЗФЧ – загальна функціональна частина, ПФЧ – порівнева функціональна частина, ПОЧ – порівнева обмежувальна частина; ЗОЧ – загальна обмежувальна частина)

Будову ДЦ необхідно розпочати з визначення глобальної цілі функціонування ДС. Відповідно до системного підходу глобальна ціль повинна формулюватися в термінах кінцевих результатів функціонування ДС, досягнення яких забезпечує задоволення цілком визначених вимог ОС на даному етапі його розвитку.

Природно, що в першу чергу подальша декомпозиція сформульованої глобальної цілі функціонування ДС має відображати структуру, в даному випадку ієрархічність організаційної будови ДС і наявність, таким чином, її багаторівневих цілей функціонування. При цьому постає питання про співвідношення складу і структури цілей функціонування ДС на різних її організаційних рівнях, для яких цілі, що закладені, наприклад, на верхніх рівнях ієрархії, можуть бути багато в чому наближеними, на відміну від цілей функціонування ДС на нижньому рівні її ієрархії, які можуть (і, як правило, це має місце на практиці) суттєво відрізнитися. Аналіз результатів цілевиявлення в ДС, що розглядаються, дозволяє сформулювати такі висновки:

1. Глобальна ціль діяльності (функціонування, призначення) ДС виражає тільки зовнішні стосовно ДС вимоги (впливи ОС) і за своєю семантичною будовою аналогічна для всіх її організаційних рівнів. Модель семантичної будови глобальної цілі діяльності наведена на рис. 2.3-1. Діяльність ДС має функціональні і обмежувальні компоненти, кожний з яких, в свою чергу, поділяється на загальну і порівневу частини.

2. *Загальна функціональна частина (ЗФЧ)* – ядро глобальних функцій (призначення) ДС однакове для всіх її визначених рівнів і відображає єдині для всіх цих рівнів зовнішні функції ДС (вимоги, впливи ОС). Декомпозиція цього ядра утворює інваріантні гілки ДЦ, які, за умови їх правильної побудови для одного з рівнів ієрархії, можуть бути повністю перенесені на інші рівні ДЦ. Тобто, ЗФЧ є сталою частиною глобальної цілі призначення ДС. Все, що не входить до ядра, утворює змінну частину ЗФЧ, що відображає рівневі особливості зовнішніх умов функціонування ДС і ступінь складності зовнішніх умов відносно властивостей кінцевого результату функціонування ДС.

3. *Порівнева функціональна частина (ПФЧ)* глобальної цілі функціонування ДС є її змінною частиною, тобто, що змінюється (може змінюватись) на кожному з рівнів її ієрархічної будови. ПФЧ специфічна для кожного з рівнів глобальної цілі функціонування ДС і виражає порівневі особливості її зовнішніх впливів (вимог). Ця особливість ПФЧ, а також наявність у глобальній цілі функціонування ДС ядра відображає принцип сконцентрованості функцій ДС, ієрархічність рівнів її функціонування і розвитку.

4. *Порівнева обмежувальна частина (ПОЧ)* глобальної цілі функціонування ДС ідентифікує тип (наприклад, за назвою регіону або за номером чи назвою установи, закладу, підрозділу) її відповідного організаційного рівня.

5. *Загальна обмежувальна частина (ЗОЧ)* глобальної цілі функціонування ДС вказує на обмеження, що впливають з соціально-економічних вимог суспільства, що розвивається (вимог, впливів ОС), які на різних етапах свого розвитку можуть змінюватися. Вочевидь, ця особливість має знайти своє відображення й у ДЦ, що відповідають цим етапам розвитку.

6. На другому рівні ДЦ декомпозиція глобальної цілі функціонування ДС здійснюється за простором ініціювання цілей. Відповідно до цього виділяються два цілових комплекси ДЦ: *зовнішні цілі* і *внутрішні цілі*. Такий поділ глобальної цілі функціонування ДС дозволяє вже на наступному – третьому рівні ДЦ виділити серед

*Критерії
декомпозиції
діяльності*

Простір
ініціювання
цілей

Кінцеві
результати

Життєвий
цикл

Напрями
діяльності

Організація
діяльності

Види забез-
печувальної
діяльності

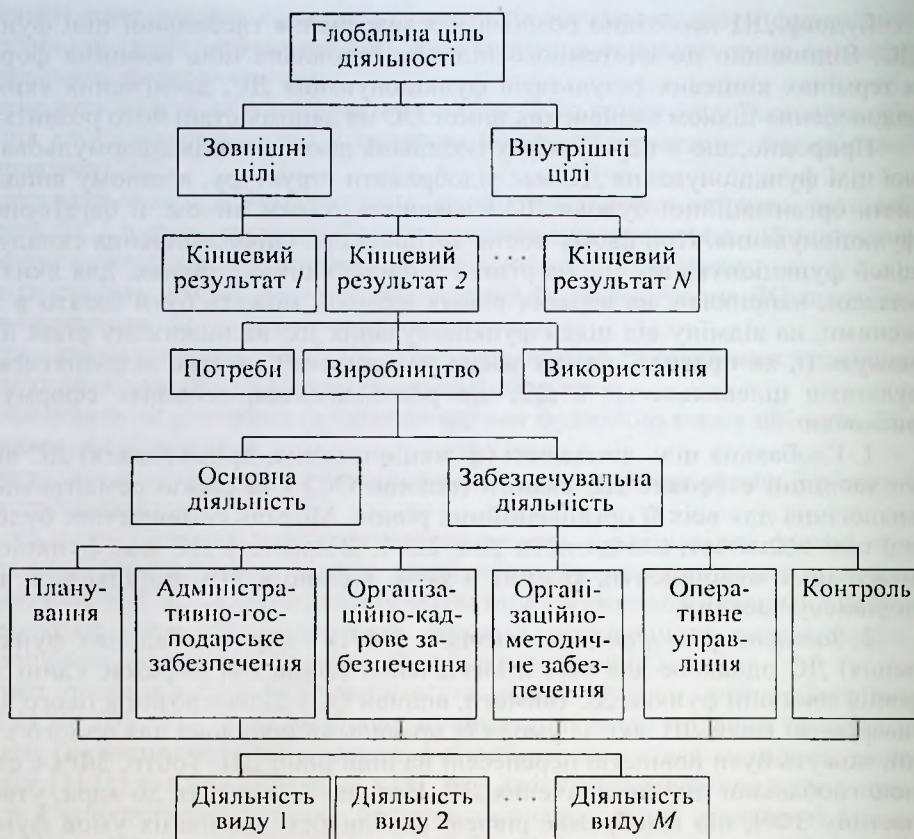


Рис. 2.3-2. Модель структури декомпозиції зовнішніх цілей функціонування системи

зовнішніх цілей – цілі щодо виробництва окремих видів її кінцевих продуктів, а для її внутрішніх цілей – сформулювати гілку цілей управління ДЦ за фазами (елементами життєвого циклу) її управління. Зовнішні і внутрішні цілі ДС можуть змінюватись на різних етапах розвитку суспільства і самої ДС. На рис. 2.3-2 і 2.3-3 наведені відповідно моделі структури декомпозиції зовнішніх і внутрішніх цілей функціонування ДС.

Зробимо ще кілька зауважень стосовно самої методики побудови ДЦ. Як в наведеному підході, так і в інших сучасних підходах до побудови ДЦ розглядають процес формування ДЦ лише як рух від загального до часткового (тобто передбачають декомпозицію цілей ДЦ «зверху-вниз»). Однак такий підхід, навіть у разі його методично бездоганної реалізації, не гарантує від серйозних помилок (наприклад, пропуску окремих суттєвих цілей і/або задач ДС). Це зумовлено тим, що розгортання понять від загального до часткового реалізує лише одну із сторін принципу сходження від абстрактного до конкретного, яким визначаються умови адекватного відтворення предмета у знаннях. Відповідно до даного принципу таке відтворення забезпечується шляхом сходження від чуттєво-конкретного (K_1) до абстрактного (A), а потім від абстрактного до уявно-конкретного (K_2):

$$| K_1 \rightarrow A \rightarrow K_2 |.$$

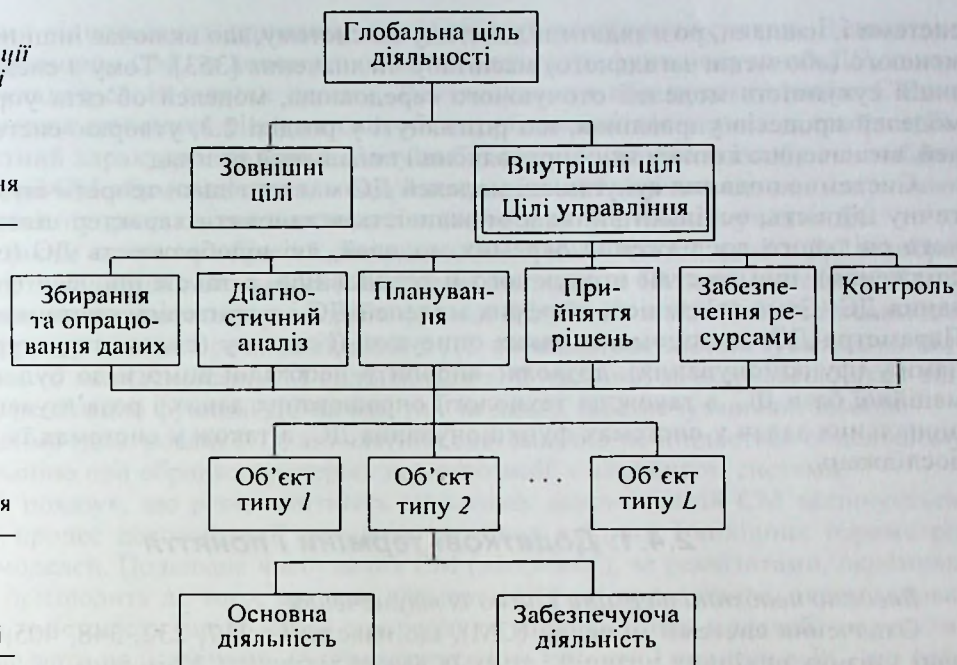


Рис. 2.3-3. Модель структури декомпозиції внутрішніх цілей функціонування системи

При побудові ДЦ реалізація даного принципу в повному обсязі означає, що на початку процесу побудови ДЦ повинна бути здійснена композиція ДЦ шляхом, наприклад, «фотографії» її наявної організаційної структури і функцій з наступним виділенням та ієрархізацією «знизу-доверху» реальних цілей діяльності. Потім, виходячи з отриманого ДЦ, будується нормативне ДЦ шляхом декомпозиції попередньо отриманого ДЦ. При цьому композиційний процес розглядається як необхідний підготовчий етап до побудови нормативного ДЦ.

З урахуванням наведених висновків і відповідно до описаних принципів цілеформування і структуризації цілей аналізу функціонування ДС були розроблені й активно використовувалися на різних етапах удосконалювання управління системою освіти (СО) нормативне ДЦ СО області [81, 82] і нормативне ДЦ на державному рівні управління СО [51]. При цьому був розроблений, реалізований на ЕОМ і активно використовувався формальний механізм формування деревоподібних структур, опис якого наведений у [230].

2.4. Системи моделей та їх подання

- Додаткові терміни і поняття.
- Форми подання систем моделей.

Як системи можуть розглядатися всі без винятку предмети, процеси і явища матеріального світу, в тому числі й їх моделі [360].

Однією з важливих властивостей систем є їх екіпотенціальність, що дозволяє розглядати будь-яку систему як підсистему іншої, більш великої (або загальної)

системи і, навпаки, розглядати підсистему як систему, що включає інші підсистеми меншого (або менш загального) масштабу чи значення [353]. Тому з системних позицій сукупність моделей оточуючого середовища, моделей об'єкта управління і моделей процесів управління, що розглянуті у розділі 2.3, утворює системи моделей, визначенню і опису яких присвячений подальший розгляд.

Системне подання сукупності моделей ДС має не тільки теоретичну, а й практичну цінність, оскільки виникає можливість встановити характер цілеспрямованого спільного дослідження окремих моделей, які відображають ДС (об'єкт дослідження), цілі та стан оточуючого її середовища, а також процеси функціонування ДС. Саме зв'язаність окремих моделей ДС і є критерієм системності [353]. Параметри ДС, за допомогою яких описують її статичку (склад, структуру) та динаміку (функціонування), дозволяє виробити необхідні вимоги до будови інформаційної бази ДС, а також до технології опрацювання даних і розв'язування функціональних задач у системах функціонування ДС, а також у системах їх наукових досліджень.

2.4.1. Додаткові терміни і поняття

Введемо необхідні терміни і дамо їх тлумачення.

Означення системи моделей (СМ), що наведені в [17, 232, 348, 405, 422], подані з різних вихідних позицій і тому їх важко зіставити. Крім того, ці вихідні позиції не збігаються повністю з тими, що обрані нами для опису системи освіти та її частин.

З позицій, розглянутих у розділах 2.1 і 2.2, визначимо *систему моделей* досліджуваної системи (далі – СМ), як цілісну скінченну упорядковану множину процесуально сполучених та інформаційно узгоджених моделей об'єкта управління (МОУ), моделей об'єкта управління (МОУ) і моделей процесів управління (МПУ), в якій відображаються, враховуються, характеризуються і можуть відтворюватися такі особливості й властивості досліджуваної системи (ДС), які є суттєвими при її функціонуванні і розвитку.

Під *сполученістю* окремих моделей, що входять до складу СМ, будемо розуміти придатність цих моделей до спільного відображення всіх функцій ДС, що моделюються за допомогою даної СМ.

У свою чергу, *узгодженість* окремих моделей, що входять до складу СМ, відображає вимоги до складу та властивостей їх вхідних і вихідних параметрів, що з необхідністю і достатністю забезпечує спільне дослідження цих моделей у заданих режимах.

Тобто, сполученість та узгодженість окремих моделей в деякій СМ ілюструє і забезпечує придатність цієї СМ до відображення і дослідження всіх функцій ДС, що моделюються за допомогою даною СМ, є умовами практичного застосування цієї СМ при проектуванні і дослідженні функціонування систем.

Вимоги щодо сполученості й узгодженості окремих моделей в СМ взаємообумовлені наявністю системоутворювальних відношень і властивостей, стосовно яких сукупність моделей компонентів ДС розглядається як система. Іншими словами, СМ являють собою деякий системний опис об'єктів і процесів у ДС, що відповідним чином відтворює такі особливості функціонування ДС, які відображають визначену мету побудови і використання СМ.

Системи відповідають принципу дискретності, розділення систем. Відповідно до цього принципу СМ, за допомогою яких моделюють функціонування ДС, також можуть складатися із певних частин. Розчленування або декомпозицію СМ на частини можна здійснити різними способами, різноманітність яких відтворює багатоаспектний характер її подання. Тому вибір того чи іншого способу та глибини декомпозиції СМ обумовлюється, в основному, цілями їх призначення і напрямками застосування, наприклад, дослідження певного аспекту функціонування ДС.

Якщо таким аспектом обраний, наприклад, цільовий аспект, який в ДС відображає наявність *функціональних підсистем*, то як підсистеми СМ виділяються ті її частини, за допомогою яких описують різні функції ДС. Якщо ж найбільш суттєвим для даного розгляду є аспект реалізації, який в ДС виражається *забезпечувальними підсистемами*, то як підсистеми СМ виділяються ті її частини, за допомогою яких відтворюють реалізацію функцій ДС на базі тих чи інших забезпечувальних засобів.

Нагадаймо (див. розділ 2.1), що частина системи, що не піддається подальшому розчленуванню при обраних критеріях декомпозиції, є елементом системи.

Аналіз показує, що різноманітність можливих декомпозицій СМ закінчується, як тільки процес декомпозиції доходить до рівня вхідних і вихідних параметрів окремих моделей. Подальше членування СМ (наприклад, за реквізитами, окремими словами) призводить до того, що нові елементи СМ (ті ж реквізити, окремі слова) втрачають змістовість (щодо цілей створення та використання моделей) та можливість відігравати роль змінних, що характеризують об'єкти і процеси в ДС, які описуються за допомогою СМ. Тому будемо вважати, що кінцева декомпозиція СМ настає тоді, коли в результаті її розчленування утворюються параметри окремих моделей. При такому критерії декомпозиції як елементи, тобто частини СМ, які визнаються як неподільні об'єкти, виступають параметри моделей, що входять до даної СМ.

Сукупність частин СМ утворює її склад: *елементний склад СМ*, коли частинами виступають елементи СМ; *склад підсистем СМ*, коли як частини розглядають підсистеми СМ; *склад моделей СМ*, коли окремі моделі СМ розглядаються як частини СМ. Якщо як елементи СМ виступають параметри окремих моделей, то самі ці моделі розглядають як відповідним чином виділені підсистеми СМ.

Упорядкована множина системоутворювальних відношень між частинами СМ визначає *структуру СМ*.

Як і будь-яка система, СМ характеризується своєю *будовою*, під якою будемо розуміти структурно упорядкований склад СМ, що з необхідністю і достатністю відображає всі наперед обумовлені функції ДС.

Залежно від того, якими частинами СМ (окремими моделями, підсистемами) подані її склад і структура, будемо розрізняти *моделі структури СМ* (МС) і *моделі будови СМ* (МБ) на рівні елементів, окремих моделей або підсистем.

Все зазначене вище стосується опису будови СМ. Будова СМ – *статика* СМ, яка показує, як СМ влаштована.

Ще одним аспектом подання СМ – загальним аспектом опису динамічних систем – є *модель функціонування* (МФ) СМ. МФ СМ – *динаміка* СМ, яка показує, як СМ функціонує.

У процесі функціонування і розвитку ДС з часом змінюються. Тому змінюються (мають змінюватися) і СМ, що відображають статистику і динаміку ДС, ілюструючи і характеризуючи тим самим розвиток її будови і функцій.

Як елементи МФ СМ, її неподільної частини, виділимо *операцію*, яка виконується над елементом будови СМ. Таким чином, елементний склад функціонування СМ є сукупністю операцій над елементами будови СМ.

Упорядкована сукупність системоутворювальних відношень на множині операцій являє собою *структуру або закон функціонування СМ*.

Іншими словами, якщо структура будови СМ – це упорядкована множина системоутворювальних відношень між структурними одиницями будови СМ (параметрами, моделями, підсистемами), то структура функціонування СМ – це упорядкована множина системоутворювальних відношень між операціями в часі.

Структурно упорядкований склад операцій, що здійснюється в певній ДС, будемо називати *процесом функціонування* цієї ДС, а сукупність МФ СМ, що з необхідністю і достатністю описує всі суттєві функції даної ДС, – *процесом функціонування* відповідної СМ.

Залежно від того, що визнається як елемент процесу функціонування СМ, будемо розрізняти *моделі процесу функціонування СМ на рівні операцій над параметрами, операцій над моделями або операцій над підсистемами*.

Зробимо ще кілька зауважень стосовно специфіки відображення в структурах будови і функціонування СМ прямих і зворотних зв'язків.

У процесі створення СМ постійно виникає необхідність забезпечити узгодженість логічно взаємопов'язаних параметрів тих або інших моделей статички чи динаміки функціонування ДС. В окремих випадках процедури узгодження можна формалізувати, тобто побудувати моделі виявлення і усунення неузгодженостей (такі моделі називаються балансовими). Однак, у більшості випадків, процедури узгодження не піддаються строгому формальному описуванню і подаються за допомогою спеціальних моделей прийняття рішень. Такі моделі орієнтовані на застосування автоматизованих процедур, за допомогою яких можна досягти узгодженості за рахунок включення до процесу узгодження евристичних способів ув'язування показників і рішень. У будь-якому випадку вимоги узгодженості призводять до необхідності «перегляду» окремих результатів розрахунків і висновків, повернення до їх попередніх значень та інших вхідних даних.

Прямими зв'язками назвемо зв'язки, за допомогою яких відтворюють основну (або пряму) послідовність використання структурних одиниць будови і/або компонентів функціонування СМ ДС, яка визначається прийнятою або нормативно встановленою логічною послідовністю реалізації тих чи інших функцій ДС. Наявність у структурі будови і діяльності СМ тільки прямих зв'язків не дозволяє враховувати всі операції і процедури узгодження, виконання яких необхідне, наприклад, для прийняття рішень, що задовольняють деяким необхідним вимогам.

Зворотними зв'язками називаються зв'язки, напрям яких не збігається з прямою послідовністю використання структурних одиниць будови та функціонування СМ. Зворотні зв'язки утворюють з прямими замкнуті контури. Зворотні зв'язки принципово вводяться і визначаються у «точках (вузлах) узгодження СМ» – елементах СМ, до яких з різних моделей рішень і/або розрахунків «передаються» значення параметрів управління, що потенційно можуть не задовольняти бажаним (попередньо встановленим) співвідношенням.

Наявність у структурах будови і функціонування СМ прямих і зворотних зв'язків якраз і відображає реальні процедури розрахунків та узгодження параметрів і рішень у процесі функціонування ДС, відповідного до визначення СМ, що описують їх функціонування.

2.4.2. Форми подання систем моделей

Подання СМ може бути здійснене в описовій, графічній, аналітичній, граф-схемній і матричній формах. *Описова форма* подання СМ (використовується також термін *вербальна форма*) застосовується, як правило, на початкових етапах вивчення і проектування ДС або у тих непоодиноких випадках, коли суттєві елементи ДС складно формалізувати (наприклад, при описуванні методик навчання і виховання, різних процесів у соціальних системах тощо). *Графічна (образна) форма* подання СМ (наприклад, у вигляді просторової фігури) забезпечує високу наочність відображення в СМ всіх передбачених при її створенні аспектів моделювання. *Аналітична, граф-схемна і матрична форми* подання СМ мають хоча й меншу, порівняно з графічною формою, наочність, проте їм притаманна більша операціональність (з причини більшого формалізму) і практична спрямованість. Ці три останні форми подання статички і динаміки СМ в деяких випадках є формально еквівалентними. Це такі випадки, коли конкретні подання СМ за цими формами включають однаковий елементний склад. У цих випадках всі зазначені форми подання СМ можуть бути отримані одна з одної шляхом відповідних формальних перетворень і обираються суб'єктом моделювання в кожному конкретному випадку залежно від цілей і зручності подальшого використання СМ, що визначається як правило на етапі її проектування.

Підкреслимо, що певні можливості використання відповідних сукупностей форм подання СМ виявляються по-різному. Так, повна множина зазначених сукупностей (з можливого складу цих сукупностей) зазвичай використовується розробниками систем у процесі їх дослідження і проектування (при аналізі, декомпозиції, синтезі систем та ін.), а також суб'єктами систем навчання при підготовці, перепідготовці і підвищенні кваліфікації управлінців, які працюють як у межах, так і поза межами ДС.

Певні частини множини сукупностей форм подання СМ (типово у граф-схемній і матричній формах) можуть ефективно застосовуватися персоналом, що забезпечує підтримку функціонування систем у процесі їх експлуатації, а також суб'єктами управління в процесі безпосереднього використання засобів систем управління (програмно-технічними засобами автоматизованих систем управління) при плануванні розвитку й управлінні функціонуванням систем.

Тому певні сукупності моделей статички і динаміки СМ в тій чи іншій формі (типово, в граф-схемній або матричній формі) повинні входити до складу відповідних розділів документації, за допомогою якої описують системи управління функціонуванням і розвитком систем, зокрема автоматизованих систем управління.

Графічна форма подання СМ буде розглянута в розділі 4.2 на конкретному прикладі описування СМ управління системою освіти (так звані циліндри моделей, операцій і задач), оскільки, використовуючи цю форму подання, можна буде проілюструвати високу наочність відображення в моделі СМ всіх передбачених при її створенні і подальшому використанні аспектів моделювання ДС. Що ж стосується описової форми подання СМ, то в ній не передбачається строгого формалізму відображення ДС і описово унормовується в кожному конкретному випадку застосування СМ в тій чи іншій сфері діяльності (наприклад, форма подання методик навчання і виховання, інструктивних, методичних матеріалів). За цих причин описова форма подання СМ не піддається строгому узагальненню і тому в межах цієї роботи не розглядається.

2.4.3. Системи моделей управління функціонуванням систем

- Подання будови систем моделей.
- Подання функціонування систем моделей.

Моделювання систем пов'язане з встановленням (класифікацією) їх складу, обранням такої глибини декомпозиції систем, таких форм їх модельного подання, які були б необхідними і достатніми для відображення обраного аспекту моделювання, тобто по суті постає завдання вибору мови описування (тезаурусу) систем щодо адекватного відображення в моделях досліджуваних систем обраних аспектів їх моделювання.

Найбільший інтерес при моделюванні систем моделей функціонування досліджуваних систем (далі – СМ) становить опис її будови на рівні моделей і підсистем, що входять до її складу, а також опис процесу її функціонування на рівні операцій над цими моделями і підсистемами, оскільки моделювання СМ на рівні параметрів і операцій над параметрами найчастіше передбачає детальний опис у СМ (з визначенням множини параметрів моделей в конкретній СМ і операцій над ними) кожної моделі, що входить до її складу. Цей опис, як правило, є змістовою моделлю процесів планування і управління в конкретній досліджуваній системі (ДС), а також забезпечувальних процесів управлінської діяльності в ДС. Така глибина моделювання функціонування СМ є специфічною для кожної конкретної ДС і тому не може бути розглянута узагальнено. Подання СМ на цьому рівні її декомпозиції буде описано далі при розгляді СМ управління освітою (розділ 4).

Зазначимо ще одну особливість подання СМ, що є суттєвою в даному розгляді. Для кожної функції СМ відношення порядку (спосіб встановлення порядку) на множині структурних одиниць будови системи (що призначені для здійснення цієї функції) у просторі k , n і l (в статичності) встановлює структуру (закон) будови СМ – структуру (закон) статичності системи. В свою чергу, для кожної функції СМ відношення порядку на множині структурних одиниць системи (що призначені для реалізації цієї функції) у часі (в динаміці) встановлює закон (структуру) функціонування СМ – закон (структуру) динаміки системи. Ці аспекти моделювання ДС будуть розглянуті в подальшому.

2.4.3.1. Подання будови систем моделей

Системам притаманна властивість множинності [353, 360], яка полягає у тому, що одна і та ж сукупність частин системи являє собою не одну, а множину систем, кожна з яких визначається стосовно конкретно заданої їй системоутворювальної властивості і/або відношення.

Іншими словами, залежно від того, яка множина системоутворювальних відношень між частинами даного складу системи моделей (СМ) досліджуваної системи (ДС) визнається суттєвою (що заслуговує на увагу у даному конкретному розгляді, тобто такою, що відображає конкретні цілі побудови і використання СМ), будову ДС можна подати за допомогою різних СМ (щоразу відображуючи різні цілі побудови та використання СМ та визнаючи важливими визначені системоутворювальні відношення між її частинами).

Як вже зазначалося, найбільший інтерес при узагальненому моделюванні будови СМ ДС (далі – просто СМ) становить опис її складу і структури на рівні моделей і підсистем, що входять до її складу. З урахуванням цього та виходячи із сфор-

мультимедійної мети побудови та використання СМ (системне подання і дослідження системи освіти і її частин) для виявлення складу і структури будови СМ, а також вибору способу опису будови СМ, здійснюємо таке:

по-перше, виконаємо декомпозицію СМ до тієї глибини, коли на нижньому рівні декомпозиції визначаються окремі моделі ДС, що приймаються за неподільні об'єкти СМ, тобто її елементи (цей етап здійснюється під час аналізу будови та функціонування ДС, що вже існує);

по-друге, як суттєву упорядковану множину відношень між підсистемами СМ оберемо таку їх множину, яка відображала б ієрархію відношень у СМ, еволюційно-поетапний характер її розвитку, належність різних множин моделей СМ (її елементів) до тих чи інших її підсистем.

Виконання першої вимоги пов'язано із встановленням складу СМ. На практиці при створенні систем найчастіше йдуть не шляхом декомпозиції СМ (СМ ще не існує, бо не існує сама система), а виявляють склад СМ на етапах передпроектного обстеження та подальшого проектування системи, коли визначаються та уточнюються її функції (етап синтезу СМ).

Друга вимога зумовлена ієрархічною структурою системи управління функціонуванням ДС (наприклад, ієрархічністю системи управління освітою). Ця вимога є проявом принципу структурної подібності об'єкта дослідження та його моделі, вона встановлює, що модель структури СМ буде ієрархічною.

Вимога до відображення у моделі будови СМ еволюційно-поетапного характеру розвитку ДС є відображенням генетичної природи ДС, що відображає особливості її формування в часі [360]. При цьому розвиток самої СМ розуміється як цілеспрямований процес формування СМ, що передбачає зміни складу її частин та їх властивостей, а також відношень між частинами СМ. Еволюційно-поетапний характеру розвитку СМ відображає процес неперервного вдосконалення ДС, тобто процес підвищення її якісного рівня (наприклад, підвищення науково-технічного рівня системи управління освітою), що характеризує перехід ДС від низьких фаз свого розвитку до вищих [353].

І, нарешті, модель будови СМ має вказувати на належність різних множин моделей до тих чи інших її підсистем, що виражають визначені аспекти функціонування ДС (функції управління, фази управління тощо). Ця вимога, відтворюючи відношення частини та цілого, визначає правила формування агрегатів з елементів (входження елементів у агрегати), а також порядок створення ієрархічних рівнів СМ.

Розглянемо аналітичну, граф-схемну і матричну форми подання будови систем моделей.

Будемо вважати, що будь-яка підсистема СМ визначена у деякому просторі S_1 , якщо для неї заданий вектор

$$\bar{S}_a(k, n, l, M_l), \quad (2.4.3.1-1)$$

де k, n, l – координати простору S_1 ; M_l – список моделей, що входять до l -ї підсистеми, $l = \overline{1, L}$.

Реалізація принципу комплексного моделювання станів об'єкта управління [353] при проектуванні СМ передбачає, що для кожної моделі СМ повинен бути встановлений список вхідних та вихідних параметрів, через значення яких визначають стан тієї чи іншої моделі. Тому будь-яку з моделей в СМ будемо вважати визначеною

в S_1 , якщо для неї заданий вектор

$$\overline{M}_\beta(k, n, l, i, X_i, Y_i), \quad (2.4.3.1-2)$$

де i – номер моделі у списку усіх моделей ОАСУ, $i = \overline{1, I}$; I – кількість всіх моделей, що входять до складу СМ; X_i, Y_i , відповідно, список вхідних та вихідних параметрів i -ї моделі.

Для наступного системного проектування інформаційного забезпечення ДС, її бази даних важливо здійснити подальшу декомпозицію СМ до тієї глибини, коли на нижньому рівні її декомпозиції з'являються параметри окремих моделей ДС.

Якщо така декомпозиція відбулася, то будемо вважати, що будь-який параметр моделі ДС визначений в S_1 , якщо для нього заданий вектор

$$\overline{P}_\gamma(k, n, l, i, j, z), \quad (2.4.3.1-3)$$

де j – номер параметра у списку усіх параметрів $j = \overline{1, J}$; J – кількість параметрів у списку всіх параметрів моделей СМ;

$$z = \begin{cases} 1, & \text{якщо } j\text{-й параметр є вхідним для } i\text{-ї моделі;} \\ 2, & \text{якщо } j\text{-й параметр є вихідним для } i\text{-ї моделі.} \end{cases}$$

Відзначимо, що список параметрів СМ включає повну специфікацію параметрів всіх моделей, що входять до складу СМ, незалежно від їх належності до тих чи інших окремих моделей. Тому одні й ті ж параметри можуть одночасно бути віднесені до різних моделей, будучи в один і той же час вхідними для одних моделей і вихідними – для інших.

Подання будови СМ у вигляді просторової фігури відповідає графічній формі опису будови систем, а її відображення за допомогою сукупності виразів (2.4.3.1-1)–(2.4.3.1-3) є *аналітичною формою* опису будови СМ. Нарешті, можна подати будову СМ у вигляді багатовимірної матриці – *матрична форма* опису систем, в якій число вимірів залежить від глибини опису СМ (на рівні елементів, моделей, підсистем та ін.), а кожен вимір матриці відповідає одному з аргументів векторів $\overline{S}_\alpha$, $\overline{M}_\beta$ або $\overline{P}_\gamma$.

Залежно від цілей використання СМ інколи на практиці є достатнім відобразити у моделі її будови не всі три визначених тут аспекти моделювання ДС, а тільки два або навіть один з них. При цьому фіксуються різні комбінації значень k, n, l в СМ, але для $\forall k, n, l$ фіксується тільки одне з їх можливих значень. У кожному з таких випадків модель будови СМ (в якій як елементи можуть виступати або окремі моделі ДС, або параметри цих моделей) буде відображати склад і структуру того чи іншого фрагмента ДС (її будови і діяльності), як показано у табл. 2.4.3.1-1.

Зупинимось більш детально на випадках, що наведені в табл. 2.4.3.1-1, які найчастіше трапляються в практиці моделювання функціонування систем і для яких спеціально розроблений апарат опису.

У всіх зазначених у табл. 2.4.3.1-1 випадках модель будови СМ можна подати в *граф-схемній формі* – у вигляді плоского орієнтованого навантаженого графа (граф-схема модель будови систем [11, 17, 338, 353, 362]), вершини і ребра якого будуть відображати компоненти будови СМ – елементи складу СМ та відношень між ними.

**Фіксація параметрів СМ і фрагменти будови
та функціонування СМ досліджуваної системи (ДС)**

№	Параметри СМ ДС, значення яких фіксуються	Фрагмент СМ досліджуваної системи
1	$n_i \in N$	СМ для одного з етапів розвитку ДС, $\forall k, l$
2	$k_i \in K$	СМ для одного з рівнів ДС, $\forall n, l$
3	$l_i \in L$	СМ для однієї з підсистем ДС, $\forall n, k$
4	$n_i \in N, k_i \in K$	СМ для одного з рівнів ДС на одному з етапів її розвитку, $\forall l$
5	$n_i \in N, l_i \in L$	СМ для однієї з підсистем ДС на одному з етапів її розвитку, $\forall k$
6	$k_i \in K, l_i \in L$	СМ для однієї з підсистем ДС на одному з її рівнів, $\forall n$
7	$n_i \in N, k_i \in K, l_i \in L$	СМ для однієї з підсистем ДС на одному з рівнів і на одному з етапів її розвитку

Мета побудови та подальшого використання СМ визначає, зокрема, глибину декомпозиції ДС. Ця глибина зумовлює вибір елементного складу СМ, визнання в якості цих елементів тих чи інших компонент СМ – підсистем, моделей або параметрів моделей. Залежно від того, які з цих компонент СМ відображаються у вигляді вершин, а які – у вигляді ребер, можливі два варіанти граф-схемного подання будови СМ. Розглянемо ці варіанти.

Як одну із вихідних позицій при моделюванні процесів функціонування ДС, прийнемо, що всі ці процеси розглядатимуться передусім як процеси перетворення даних. При цьому моделі цих процесів описують ті чи інші операції, які виконуються над інформаційними параметрами, що надходять на входи відповідних моделей. Назвемо ці моделі *моделями операцій*, а сукупність інформаційних параметрів – *наборами параметрів*.

Подання складу параметрів в наборі, а також характерних ознак значень, що їх набувають ці параметри в розв'язувальних системах (система числення, діапазон можливих значень, розрядність, система кодування, точність, смисловий зміст та ін.) будемо називати *моделлю набору даних*. Такими моделями, зокрема, є МОУ та МОС.

Відношення між наборами вхідних $X = \{x_m\}$ і вихідних $Y = \{y_n\}$ параметрів моделей операцій можна визначити через перетворення вектора X на вектор Y , яке в символічній формі має вид

$$Y = R(X),$$

де R – відношення між входом X та виходом Y , яке називають також *способом функціонування моделі* [353], а модель операції (M) подати так:

$$M = \langle X, R, Y \rangle.$$

Відзначимо, що оскільки в системних дослідженнях структура елементів системи не розглядається, остільки вважається, що елемент системи абсолютно нероздільний,

в його моделі перетворення виключають, а модель елемента подають як модель типу «чорна скринька»:

$$E = \langle X, Y \rangle.$$

Сукупність відношень між виходами $Y_i = \{y_{in}\}$ одних структурних одиниць СМ і входами $X_j = \{x_{in}\}$ інших з них називають *структурами зв'язків системи* [353]:

$$R(Y, X) = \{(Y_i, X_j), (Y_j, X_i)\}, \quad i, j = \overline{1, \Lambda}, \quad i \neq j,$$

де Λ – кількість структурних одиниць в СМ.

Структура зв'язків системи, крім того, визначає склад потоків значень параметрів між структурними одиницями СМ. Подання цих потоків, що характеризує (крім самого складу параметрів) різні інформаційні аспекти взаємозв'язків структурних одиниць СМ, будемо називати *моделлю потоків параметрів*.

Тому, якщо в першому варіанті граф-схемного подання побудови СМ припустити, що в якості графа будуть виступати моделі операцій (M_i), а в якості ребер – моделі потоків параметрів (P_v), то будемо говорити, що побудову СМ ДС подано відповідною *логіко-функціональною схемою* (ЛФС). В цьому випадку елементами системи є підсистеми і моделі операцій СМ ДС. Приклад ЛФС СМ наведено на рис. 2.4.3.1-1.

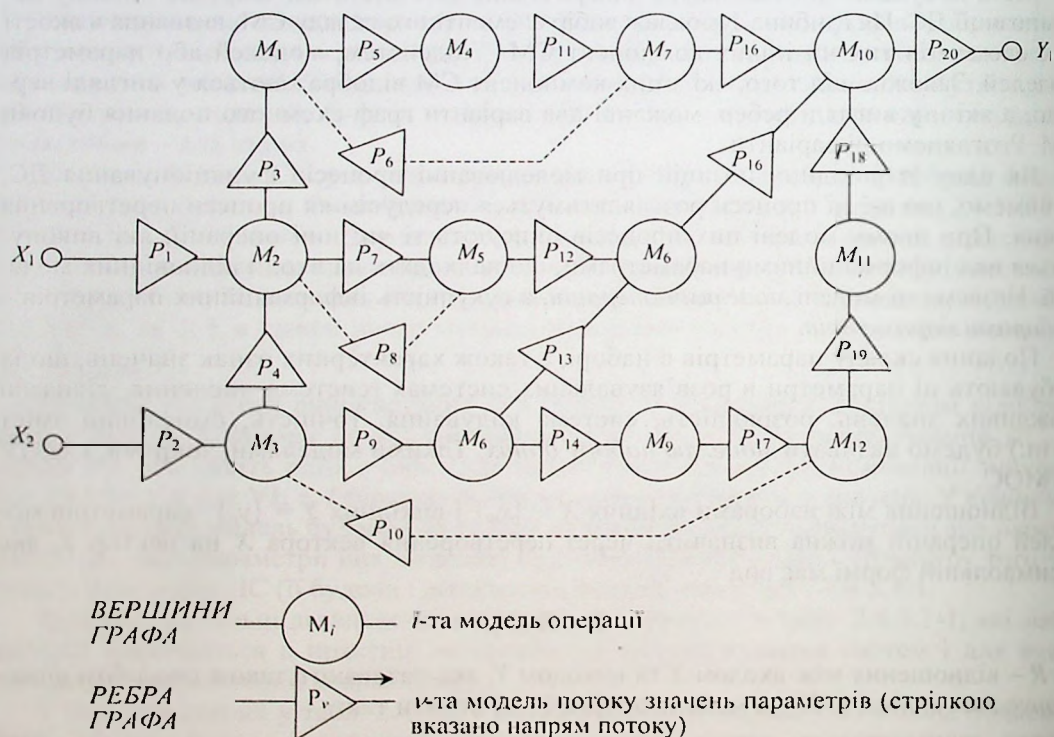


Рис. 2.4.3.1-1. Приклад логіко-функціональної схеми СМ ДС (суцільні лінії – прямі зв'язки, пунктирні лінії – зворотні зв'язки; X_1, X_2 – входи системи; Y_1 – вихід системи)

Якщо ж вершинами графа будуть моделі наборів параметрів (P_0), а ребрами – моделі операцій (M_i), які певним чином зв'язують набори параметрів між собою, то будемо вважати, що модель будови СМ подано *інформаційно-логічною схемою* (ІЛС). В цьому випадку елементами СМ є параметри моделей операцій СМ. Приклад ІЛС СМ наведено на рис. 2.4.3.1-2.

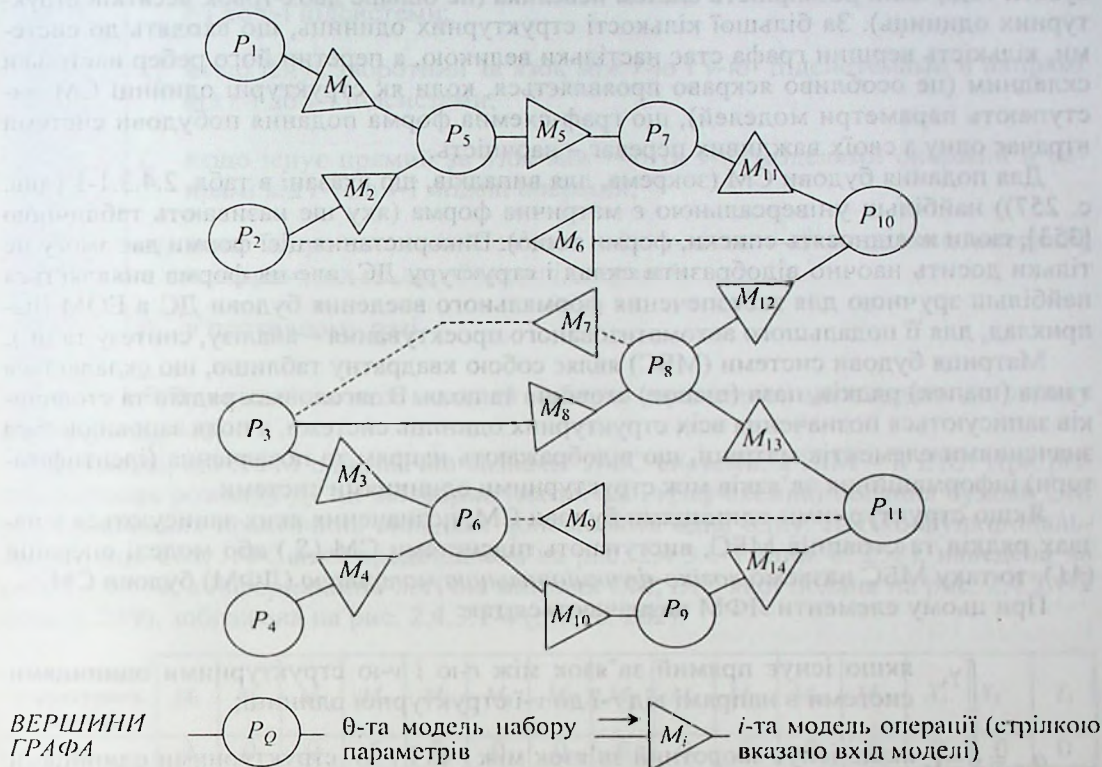


Рис. 2.4.3.1-2. Приклад інформаційно-логічної схеми СМ ДС
(суцільні лінії – прямі зв'язки, пунктирні лінії – зворотні зв'язки)

Аналіз рис. 2.4.3.1-1 та рис. 2.4.4.3-2 показує, що, як правило, моделі потоків параметрів у ЛФС і моделі параметрів в ІЛС, що побудовані для однієї і тієї самої СМ (шляхом, наприклад, формального взаємного перетворення ЛФС та ІЛС), відрізняються як за складом, так і за структурою, оскільки кожна з цих моделей представляє характеристики різних складів параметрів у кожному з вузлів графа (навіть якщо припустити, що всі параметри супроводжуються однаковим набором своїх характеристик). Або кожна зі структур цих моделей представляє характеристики різних операцій (навіть якщо припустити, що всі вузли графа мають однакові параметри).

Наявність у ЛФС та ІЛС прямих та зворотних зв'язків між вершинами графа викликана необхідністю відобразити в моделі побудови СМ певних особливостей функціонування ДС (для системи освіти ці особливості описані в розділі 1).

Логіко-функціональні схеми типово використовуються для подання МПУ, при проектуванні та дослідженнях функціональної частини ДС. Інформаційно-логічні

схеми застосовують для опису МОУ і МОС, широко використовуються при проектуванні інформаційної бази систем управління ДС. Обидві схеми подання будови СМ є еквівалентними і можуть бути отримані одна з однієї шляхом формальних перетворень.

Відзначимо, що граф-схемну форму опису будови систем доцільно використовувати тоді, коли розмірність систем невелика (не більше двох-трьох десятків структурних одиниць). За більшої кількості структурних одиниць, що входять до системи, кількість вершин графа стає настільки великою, а перетин його ребер настільки складним (це особливо яскраво проявляється, коли як структурні одиниці СМ виступають параметри моделей), що граф-схемна форма подання побудови системи втрачає одну з своїх важливих переваг – наочність.

Для подання будови СМ (зокрема, для випадків, що вказані в табл. 2.4.3.1-1 (див. с. 257)) найбільш універсальною є матрична форма (яку ще називають табличною [353], сюди ж відносять списки, форми тощо). Використання цієї форми дає змогу не тільки досить наочно відобразити склад і структуру ДС, але ця форма виявляється найбільш зручною для забезпечення формального введення будови ДС в ЕОМ (наприклад, для її подальшого автоматизованого проектування – аналізу, синтезу та ін.).

Матриця будови системи (МБС) являє собою квадратну таблицю, що складається з назв (шапок) рядків, назв (шапок) стовпців та поля. В заголовках рядків та стовпчиків записуються позначення всіх структурних одиниць системи, а поля заповнюються значеннями елементів матриці, що відображають напрям та позначення (ідентифікатори) інформаційних зв'язків між структурними одиницями системи.

Якщо структурними одиницями будови СМ, позначення яких записуються в назвах рядків та стовпців МБС, виступають підсистеми СМ (S_q) або моделі операцій (M_i), то таку МБС назвемо *логіко-функціональною матрицею* (ЛФМ) будови СМ.

При цьому елементи ЛФМ визначаються так:

$$a_{rv} = \begin{cases} \gamma, & \text{якщо існує прямий зв'язок між } r\text{-ю і } v\text{-ю структурними одиницями системи в напрямі від } r\text{-ї до } v\text{-ї структурної одиниці;} \\ -\gamma, & \text{якщо існує зворотний зв'язок між } r\text{-ю і } v\text{-ю структурними одиницями системи в напрямі від } r\text{-ї до } v\text{-ї одиниці;} \\ 0 & \text{– у протилежному випадку,} \end{cases}$$

де: r – номер структурної одиниці в списку всіх структурних одиниць СМ, що записані в заголовках рядків;

v – номер структурної одиниці СМ в списку всіх структурних одиниць, що записані в заголовках стовпців;

$r, v = \overline{1, Z}$ – якщо структурними одиницями побудови СМ, позначення яких записуються в заголовках рядків та стовпців ЛФМ, виступають підсистеми;

$r, v = \overline{1, I}$ – якщо структурними одиницями побудови СМ, позначення яких записуються в заголовках рядків та стовпців ЛФМ, виступають моделі операцій;

$$a_{rr} = a_{vv} = 0;$$

γ – номер моделі потоку параметрів в списку всіх потоків параметрів, $\gamma = \overline{1, \Xi}$;

Ξ – кількість всіх моделей потоків параметрів, що входять до складу СМ.

Якщо структурними одиницями моделі будови СМ, позначення яких записуються в шапках рядків і стовпчиків МБС, виступають моделі наборів параметрів (P_0), то таку МБС назовемо *інформаційно-логічною матрицею* (ІЛМ) будови системи. Елементи ІЛМ визначаються так:

$$b_{rv} = \begin{cases} 1, & \text{якщо існує прямий зв'язок між } r\text{-ю і } v\text{-ю підсистемою в напрямі від } r\text{-ї до } v\text{-ї підсистеми;} \\ -1, & \text{якщо існує зворотний зв'язок між } r\text{-ю і } v\text{-ю підсистемами в напрямі від } r\text{-ї до } v\text{-ї підсистеми;} \\ i, & \text{якщо існує прямий зв'язок між } r\text{-ю та } v\text{-ю моделями операцій в напрямі від } r\text{-ї до } v\text{-ї моделі операцій;} \\ -i, & \text{якщо існує зворотний зв'язок між } r\text{-ю та } v\text{-ю моделями операцій в напрямі від } r\text{-ї до } v\text{-ї моделі операцій;} \\ 0 & \text{– у протилежному разі,} \end{cases}$$

де: $r, v = \overline{1, \theta}$; θ – кількість всіх моделей наборів параметрів, що входять до складу СМ; $b_{rr} = b_{vv} = 0$.

Вочевидь, що ЛФМ однозначно визначає ЛФС системи, а ІЛМ – її ІЛС. При різних аспектах розгляду ДС ці дві форми (матрична і граф-схемна) подання будови СМ в непоодиноких практичних випадках доповнюють одна одну. Логіко-функціональна матриця СМ, ЛФС якої представлена на рис. 2.4.3.1-1 (див. с. 258), наведена на рис. 2.4.3.1-3, а інформаційно-логічна матриця СМ, ІЛС якої подана на рис. 2.4.3.1-2 (див. с. 259), зображена на рис. 2.4.3.1-4 (див. с. 262).

Позначення структурних одиниць	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8	M_9	M_{10}	M_{11}	M_{12}	X_1	X_2	Y_1
M_1	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M_2	3	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M_3	0	4	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M_4	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0
M_5	20	-8	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0
M_6	0	0	0	0	0	0	0	13	14	0	0	0	0	0	0
M_7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0
M_8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0
M_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0
M_{10}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
M_{11}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0
M_{12}	0	0	-10	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0
X_1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рис. 2.4.3.1-3. Логіко-функціональна матриця СМ ДС, ЛФС якої наведена на рис. 2.4.3.1-1

Позначення структурних одиниць	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}
P_1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
P_2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
P_3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
P_4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
P_5	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
P_6	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0
P_7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0
P_8	0	0	-7	0	0	0	0	0	0	12	13
P_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
P_{10}	0	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P_{11}	0	0	0	0	0	-9	0	0	0	0	0

Р и с. 2.4.3.1-4. Інформаційно-логічна матриця СМ ДС, ІЛС якої наведена на рис. 2.4.3.1-2 (див. с. 259)

У ряді практичних випадків проектування та використання СМ виявляється достатнім вказати в її МБС тільки на наявність і напрям зв'язків між структурними одиницями системи, без змістового опису моделей зв'язків. У цьому випадку МБС перероджується в нуль-одиничну матрицю зв'язків структурних одиниць системи (МСО), описуючи тим самим немовби «скелет» будови системи. В заголовках рядків та стовпчиків МСО (як і в МБС) записуються позначення всіх структурних одиниць системи, а поля заповнюються значеннями елементів матриці, що відображають наявність і напрям інформаційних зв'язків між структурними одиницями системи. Елементи МСО визначаються так:

$$c_{rv} = \begin{cases} 1, & \text{якщо існує прямий зв'язок між } r\text{-ю і } v\text{-ю структурними одиницями} \\ & \text{системи в напрямі від } r\text{-ї до } v\text{-ї структурної одиниці;} \\ -1, & \text{якщо існує зворотний зв'язок між } r\text{-ю і } v\text{-ю структурними одиницями} \\ & \text{системи в напрямі від } r\text{-ї до } v\text{-ї одиниці;} \\ 0 & \text{— у протилежному разі,} \end{cases}$$

$$c_{rr} = c_{vv} = 0.$$

Матриці зв'язків структурних одиниць СМ, що подані за допомогою ЛФС (рис. 2.4.3.1-1, див. с. 258) і ІЛС (рис. 2.4.3.1-2, див. с. 259), наведені відповідно на рис. 2.4.3.1-5 і рис. 2.4.3.1-6.

Якщо для кожного з випадків моделювання фрагментів будови СМ для фіксованих $n_i \in N$ (випадки 1, 4, 5 та 7 з табл. 2.4.3.1-1, див. с. 257) скласти відповідні МБС (ЛФС, ІЛС, ІЛМ або МСЕ), то їх упорядкована (за шарами n образної моделі будови СМ) сукупність буде відображати розвиток будови всієї СМ (її складу і структури) або її фрагментів.

Усе зазначене вище стосується моделювання будови СМ, особливостей різних форм її подання. Модель будови СМ відображає статистику ДС, яка «показує – як ДС влаштована».

Позначення структурних одиниць	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8	M_9	M_{10}	M_{11}	M_{12}	X_1	X_2	Y_1
M_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M_2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M_3	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M_5	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
M_6	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
M_7	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
M_8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
M_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
M_{10}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
M_{11}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
M_{12}	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
X_1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рис. 2.4.3.1-5. Матриця зв'язків структурних одиниць СМ ДС, ЛФС якої наведена на рис. 2.4.3.1-1 (див. с. 258)

Позначення структурних одиниць	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}
P_1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
P_2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
P_3	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
P_4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
P_5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
P_6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
P_7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
P_8	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	1	1
P_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P_{10}	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P_{11}	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0

Рис. 2.4.3.1-6. Матриця зв'язків структурних одиниць СМ ДС, ІЛС якої наведена на рис. 2.4.3.1-2 (див. с. 259)

Ще одним важливим аспектом аналізу систем – загальним аспектом моделювання динамічних систем – є розгляд їх функціонування, а також розвиток цього функціонування. Модель функціонування СМ відображає динаміку ДС, яка «показує, як ДС функціонує».

2.4.3.2. Подання функціонування систем моделей

Пославшись на властивість загальності і абстрактності систем, розглянемо аспект функціонування систем моделей (СМ) досліджуваної системи (ДС) та її розвитку як систему, а при моделюванні цього аспекту використаємо поняття і підходи, що наведені в розділі 2.1.

В якості елемента моделі функціонування СМ ДС (далі – СМ), її неподільної частини, визначимо операцію, що виконується над елементом будови СМ.

Таким чином, елементний склад функціонування СМ є сукупністю операцій над елементами будови СМ, а упорядкована сукупність системоутворювальних відношень на множині операцій – структуру або закон функціонування СМ. Іншими словами, якщо структура будови СМ – це упорядкована множина системоутворювальних відношень між структурними одиницями будови СМ (параметрами, моделями, підсистемами), то структура функціонування СМ – це упорядкована множина системоутворювальних відношень між операціями у часі.

Залежно від того, що виступає у якості елемента будови СМ, будемо розрізняти структуру і процес функціонування СМ на рівні операцій над параметрами, операцій над моделями або операцій над підсистемами.

Як вже зазначалося, найбільший інтерес при узагальненому моделюванні функціонування СМ становить опис її складу і структури процесу функціонування на рівні операцій над моделями і операцій над підсистемами, що входять до її складу. З урахуванням цього та виходячи із сформульованої мети побудови та використання СМ (системне подання і дослідження системи освіти і її частин) для виявлення складу і структури функціонування СМ, а також вибору способу опису функціонування СМ, виконаємо таке:

- здійснімо декомпозицію функціонування СМ до тієї глибини, коли на нижньому рівні декомпозиції з'являться окремі операції над моделями ДС, які приймемо у даному випадку за неподільні об'єкти процесу функціонування СМ, тобто за її елементи;
- як суттєву упорядковану множину відношень на множині елементного складу СМ оберемо таку, яка відтворювала б ієрархію відношень у моделі функціонування, еволюційно-поетапний характер розвитку СМ, належність різних множин операцій над моделями та її елементами до тих чи інших процесів функціонування.

Неважко переконатися, що перелічена вище суттєва упорядкована множина системоутворювальних відношень між елементами моделі функціонування СМ виявляється подібною (за обраним критеріями декомпозиції моделі) тій, що була раніше обрана для вияву складу і структури моделі будови СМ, а також для вибору способу її описування.

Пояснень потребує хіба що остання вимога, яка встановлює необхідність подати в моделі функціонування СМ належність різних множин операцій над моделями до тих чи інших процесів функціонування. Річ у тому, що оскільки СМ (як і ДС в цілому) – є багатофункціональною системою, то при моделюванні функціонування такої системи необхідно описати багато процесів її функціонування. Отже, модель функціонування СМ характеризується множиною структур функціонування, що задає упорядковану сукупність системоутворювальних відношень на множині операцій, важливих для реалізації усіх заданих функцій СМ. Саме ця особливість повинна відображатися у моделі функціонування СМ, вказуючи на належність різних множин операцій над моделями до тих чи інших процесів функціонування.

Оскільки функціонування будь-якої системи моделюється деякою розгорнутою у часі множиною станів системи, то для кожної i -ї операції має бути встановлена її тривалість, тобто інтервал часу між початком і кінцем операції:

$$t_i = t_{ik} - t_{in},$$

де t_{ik}, t_{in} – час, відповідно, початку і кінця i -ї операції.

Назвемо циклом функціонування СМ за l -ю функцією структурно упорядковану мінімально можливу множину операцій, що необхідні для реалізації цієї функції, а періодом циклу за функцією l ($t_{\eta l}$) – час, після закінчення якого система одноразово повністю реалізує l -ю функцію і таким чином приходить у свій вихідний стан за цією функцією:

$$t_{\eta l} = \sum_{i=1}^{m_l} t_i,$$

де: l – кількість функцій СМ, що дорівнює кількості підсистем СМ, $l = \overline{1, L}$; m_l – мінімально можлива кількість операцій, що необхідні для реалізації l -ї функції СМ.

У тому випадку, коли модель функціонування СМ включає до свого складу зворотні зв'язки, значення параметрів t_i , $t_{\eta l}$, t'_i , $t'_{\eta l}$ включають час, який необхідний для здійснення відповідних зворотних зв'язків.

Якщо всі операції, що входять до складу СМ, беруть участь у реалізації деякої однієї l -ї функції, то

$$\sum_{l=1}^L m_l = I,$$

тобто вся кількість операцій, необхідних для реалізації усіх функцій СМ, дорівнює кількості усіх моделей операцій, що входять до складу СМ (I).

У протилежному разі

$$\sum_{l=1}^L m_l > I,$$

оскільки окремі операції (та їх моделі) будуть застосовуватись при реалізації більш ніж однієї функції СМ.

Використовуючи наведене поняття циклу функціонування за l -ю функцією, можна визначити процес функціонування СМ щодо функції l як цикли функціонування за функцією l , що багаторазово повторюються, або як упорядковану мінімально можливу множину операцій, які циклічно повторюються і які необхідні для реалізації l -ї функції. Тоді тривалість процесу функціонування СМ ($t_{\eta l}$) за функцією l в загальному випадку може бути

$$t_{\eta l}^{\min} \leq t_{\eta l} \leq \infty, \quad (2.4.3.2-1)$$

де $t_{\eta l}^{\min}$ – період мінімального за тривалістю циклу за функцією l .

Зрозуміло, що при $t_{\eta l} = t_{\eta l}$ процес функціонування реалізується однією l -ю функцією.

У свою чергу, закон (структуру) функціонування СМ за функцією l можна визначити як модель (спосіб) встановлення порядку виконання операцій, що становлять цикл функціонування (системи) за l -ю функцією.

Таким чином, при моделюванні функціонування СМ достатньо встановити L законів (структур) функціонування системи тільки для одного її циклу з кожної l -ї функції. Ці закони (структури) будуть виконуватися (зберігатися) в процесі функціонування СМ з кожної функції системи l . Крім того, встановлюється структура на множині $\mathcal{C}$ циклів функціонування, яка характеризує процес функціонування СМ за усіма її функціями.

Розглянемо аналітичну, граф-схемну і матричну форми подання функціонування систем моделей.

Будемо вважати, що будь-який процес функціонування СМ за l -ю підсистемою (функцією ДС) визначений у деякому просторі S_l , якщо для нього заданий вектор

$$\overline{P}_s(k, n, l, O_l), \quad (2.4.3.2-2)$$

де O_l – список операцій, що входять до l -ї підсистеми.

Відзначимо, що вектор $\overline{P}$ не містить даних стосовно тривалості процесу функціонування, оскільки, відповідно до (2.4.3.2-1), тривалість процесу не фіксується в часі.

Водночас, для циклів та окремих операцій період циклу та тривалість операцій типово відомі. Тому, будь-який цикл функціонування СМ за l -ю функцією будемо вважати визначеним у просторі S_l , якщо для нього задано вектор

$$\overline{C}_\lambda(k, n, l, O_l, t_{it}). \quad (2.4.3.2-3)$$

У свою чергу, будь-яку операцію будемо вважати визначеною в просторі S_l , якщо для неї задано вектор

$$\overline{O}_\eta(k, n, l, i, t_i), \quad (2.4.3.2-4)$$

де i – номер операції, що збігається з номером моделі операції в списку всіх моделей операцій СМ ДС, $i = \overline{1, I}$.

Зазначимо, що список операцій (моделей операцій) включає повну специфікацію операцій, що використовуються в ДС, незалежно від їх належності до тих чи інших процесів функціонування СМ. Тому, одні й ті ж операції можуть одночасно використовуватись у різних процесах функціонування СМ.

Подання функціонування СМ у вигляді просторової фігури відповідає образній формі опису функціонування системи, а її відображення за допомогою сукупності виразів (2.4.3.2-2)–(2.4.3.2-4) є *аналітичною формою* опису функціонування СМ. Нарешті, можна подати функціонування СМ у вигляді багатовимірної матриці – *матрична форма* опису систем, в якій число вимірів залежить від глибини опису функціонування СМ і відповідає одному з аргументів векторів $\overline{P}_s$, $\overline{C}_\lambda$ або $\overline{O}_\eta$.

Оскільки модель функціонування СМ має відображати функціонування ДС з достатньо визначеною будовою, то при моделюванні функціонування ДС (як і при моделюванні будови СМ – див. попередній розділ) виявляються характерні випадки,

коли модель функціонування СМ відображає неповну кількість аспектів моделювання (типово, два або один). При цьому модель функціонування СМ відображає склад і структуру функціонування того чи іншого фрагмента функціонування ДС, як показано в табл. 2.4.3.1-1 (див. с. 257).

У всіх випадках, що вказані в табл. 2.4.3.1-1 (див. с. 257), модель функціонування СМ можна подати в граф-схемній формі – у вигляді плоского спрямованого навантаженого графа, вершини і ребра якого будуть відображати компоненти функціонування СМ – операції, цикли, процеси функціонування.

Залежно від того, які з цих компонентів СМ відображаються у вигляді вершин, а які – у вигляді ребер, можливі два варіанти граф-схемного подання моделі функціонування СМ. Розглянемо ці варіанти.

Якщо в першому варіанті припустити, що вершинами графа виступатимуть операції (O_i) або цикли функціонування (L_i), а як ребра – тривалість цих операцій (t_i) або циклів функціонування (t_{il}), то будемо говорити, що функціонування СМ подано своєю *операційно-логічною схемою* (ОЛС). Приклад ОЛС реалізації з однією з Z функцій СМ, коли елементами СМ є окремі операції, наведено на рис. 2.4.3.2-1. В окремих випадках на ребрах графа ОЛС не вказують (t_i) і (t_{il}), тобто в цих випадках ОЛС являє собою орієнтований граф з ненавантаженими ребрами.

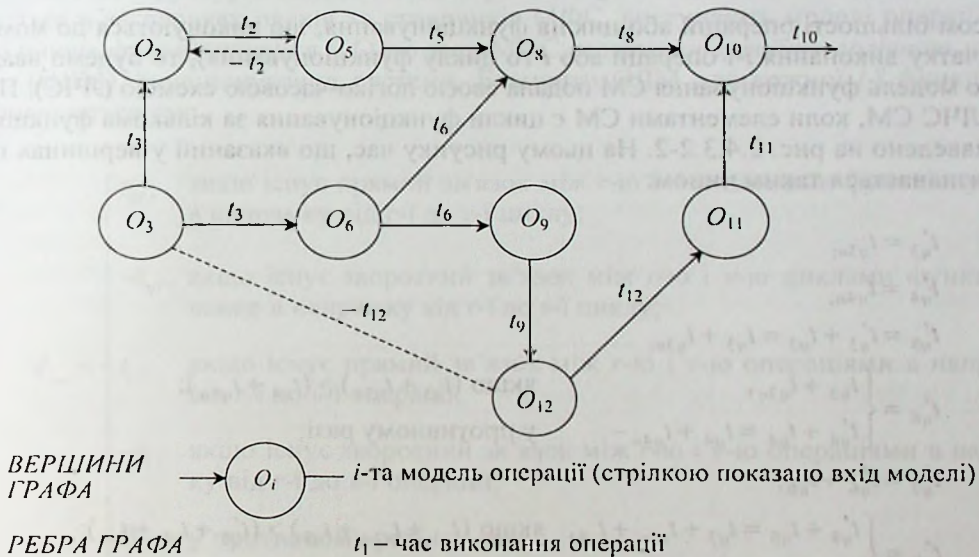


Рис. 2.4.3.2-1. Приклад операційно-логічної схеми за однією з функцій СМ ДС (показаний як фрагмент ЛФС, що наведена на рис. 2.4.3.1-1 (див. с. 258), із збереженням нумерації вершин графа)

Якщо ж операції (O_i) або цикли функціонування за i -ю функцією (L_i), а також їх тривалості (відповідно (t_i) або (t_{il})), будуть відображатись ребрами графа, а його вершинами будуть виступати моменти часу початку i -ї операції або початку періоду циклу функціонування за i -ю функцією, наведені до моменту початку першої операції або першого за часом циклу функціонування (відповідно t_i^1 або t_{il}^1 – сумарний час, необхідний для виконання максимального за тривалістю та упорядкованого

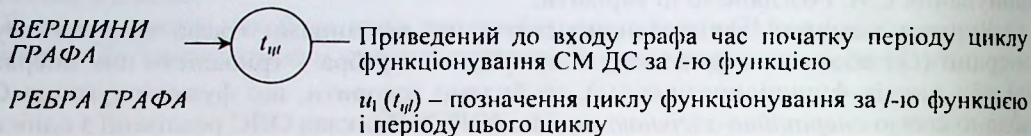
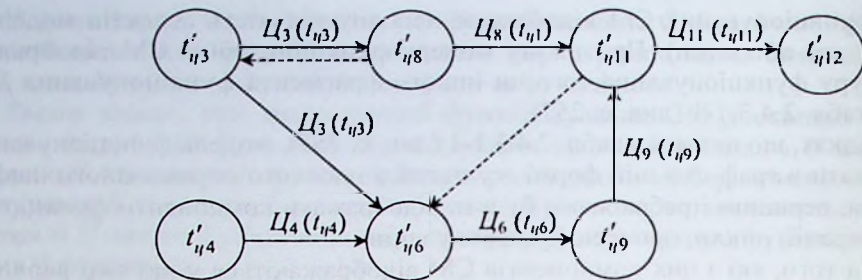


Рис. 2.4.3.2-2. Приклад логіко-часової схеми за однією з функцій СМ ДС (показаний як фрагмент ІЛС, що наведена на рис. 2.4.3.1-2 (див. с. 259), із збереженням нумерації вершин графа)

за часом більшості операцій або циклів функціонування, що виконуються до моменту початку виконання i -ї операції або l -го циклу функціонування), то будемо вважати, що модель функціонування СМ подана своєю логіко-часовою схемою (ЛЧС). Приклад ЛЧС СМ, коли елементами СМ є цикли функціонування за кількома функціями ДС, наведено на рис. 2.4.3.2-2. На цьому рисунку час, що вказаний у вершинах графа, визначається таким чином:

$$\begin{aligned}
 t'_{и3} &= t_{и3n}; \\
 t'_{и4} &= t_{и4n}; \\
 t'_{и8} &= t'_{и3} + t_{и3} = t_{и3} + t_{и3n}; \\
 t'_{и6} &= \begin{cases} t_{и3} + t_{и3n}, & \text{якщо } (t_{и3} + t_{и3n}) > (t_{и4} + t_{и4n}); \\ t'_{и4} + t_{и4} = t_{и4} + t_{и4n} - & \text{у протилежному разі;} \end{cases} \\
 t'_{и9} &= t'_{и6} + t_{и6}; \\
 t'_{и9} &= \begin{cases} t'_{и8} + t_{и8} = t_{и3} + t_{и3n} + t_{и8}, & \text{якщо } (t_{и3} + t_{и3n} + t_{и8}) > (t'_{и6} + t_{и6} + t_{и8}); \\ t'_{и9} + t_{и9} = t'_{и6} + t_{и6} + t_{и9} - & \text{у протилежному разі;} \end{cases} \\
 t'_{и12} &= t'_{и11} + t_{и11} = t_{и12n},
 \end{aligned}$$

де індексом n в часових параметрах моделі позначені ті з параметрів, які відповідають часу початку відповідного циклу функціонування СМ.

Відзначимо, що ЛЧС за своєю будовою досить наближена до відомих мережних графіків [362, 403]. Тому аналіз ЛЧС (віднайдення критичного шляху, оптимізація операцій в часі тощо) може з успіхом здійснюватись за методами, що розроблені для мережних графіків.

Аналіз рис. 2.4.3.2-1 (див. с. 267) і 2.4.3.2-2 показує, що ОЛС та ЛЧС добре доповнюють одна одну при описі функціонування СМ. На ОЛС більш наочно подана логічна упорядкованість операцій або циклів функціонування. В свою чергу, використовуючи ЛЧС, легше простежити «ув'язування» операцій або циклів функціонування в часі.

Типово на практиці спільно розглядаються такі пари компонентів СМ, які описують статистику і динаміку СМ: < дані – час >, < моделі операцій – операції >. Тому виявляється зручним попарне використання ЛФС з ОЛС і ІЛС з ЛЧС. Крім того, ці пари схем продуктивно доповнюють одна одну при описі СМ.

Як і при описі будови СМ, граф-схемну форму опису функціонування СМ використовують при невеликій розмірності СМ. Якщо ж будова СМ включає більше, ніж кілька десятків структурних одиниць, для опису її функціонування краще використовувати матричну (табличну) форму.

Матриця функціонування системи (МФС) з кожної Z функції ДС являє собою квадратну таблицю, в заголовках рядків і стовпчиків якої записуються позначення операцій або циклів функціонування за l -ю функцією СМ, а поле заповнюється значеннями елементів матриці, що відображають напрям і позначення інформаційних зв'язків між структурними одиницями функціонування ДС.

Якщо як структурні одиниці моделі функціонування СМ, позначення яких записуються в заголовках рядків та стовпчиків МФС, виступають моделі операцій (O_i) або циклів функціонування (C_i), то таку МФС назовемо *операційно-логічною матрицею* (ОЛМ) функціонування системи. Елементи ОЛМ для кожної l -ї функції СМ визначаються так:

$$d_{rv} = \begin{cases} t_{rl}, & \text{якщо існує прямий зв'язок між } r\text{-ю і } v\text{-ю циклами функціонування в напрямку від } r\text{-ї до } v\text{-ї циклу;} \\ -t_{rl}, & \text{якщо існує зворотний зв'язок між } r\text{-ю і } v\text{-ю циклами функціонування в напрямку від } r\text{-ї до } v\text{-ї циклу;} \\ t_i, & \text{якщо існує прямий зв'язок між } r\text{-ю і } v\text{-ю операціями в напрямку від } r\text{-ї до } v\text{-ї операції;} \\ -t_i, & \text{якщо існує зворотний зв'язок між } r\text{-ю і } v\text{-ю операціями в напрямку від } r\text{-ї до } v\text{-ї операції;} \\ 0 & \text{у протилежному разі,} \end{cases}$$

де: $r, v = \overline{1, Z}$ – якщо як СМ, позначення яких записуються в заголовках рядків та стовпчиків ОЛМ, виступають цикли функціонування системи;

$r, v = \overline{1, I}$ – якщо як елементи функціонування СМ, позначення яких записуються в заголовках рядків і стовпчиків ОЛМ, виступають окремі операції: $d_{rr} = d_{vv} = 0$.

Якщо ж як елементи функціонування СМ, позначення яких записуються в заголовках рядків та стовпчиків МКС, виступають зазначені вище моменти часу початку i -ї операції (t_i') або початку періоду циклу функціонування за l -ю функцією (t_{rl}'), то

таку МДС назовемо *логіко-часовою матрицею* (ЛЧМ) функціонування системи. Елементи ЛЧМ для кожної l -ї функції СМ визначають так:

$$l_{rv} = \begin{cases} l, t_{rl}, & \text{якщо існує прямий зв'язок між } r\text{-ю і } v\text{-ю циклами діяльності в напрямку від } r\text{-ї до } v\text{-ї циклу;} \\ -l, t_{rl}, & \text{якщо існує зворотний зв'язок між } r\text{-ю і } v\text{-ю циклами діяльності в напрямку від } r\text{-ї до } v\text{-ї циклу;} \\ i, t_i, & \text{якщо існує прямий зв'язок між } r\text{-ю і } v\text{-ю операціями в напрямку від } r\text{-ї до } v\text{-ї операції;} \\ -i, t_i, & \text{якщо існує зворотний зв'язок між } r\text{-ю і } v\text{-ю операціями в напрямку від } r\text{-ї до } v\text{-ї операції;} \\ 0 & \text{у протилежному разі.} \end{cases}$$

де: $r, v = \overline{1, Z}$ – якщо як структурні одиниці СМ, позначення яких записуються в заголовках рядків та стовпчиків ЛЧМ, виступають моменти початку циклу функціонування за l -ю функцією;

$r, v = \overline{1, I}$ – якщо як структурні одиниці функціонування СМ, позначення яких записуються в заголовках рядків і стовпчиків ЛТМ, виступають моменти початку i -ї операції.

Підкреслимо, що ОЛМ однозначно визначає ОЛС, ЛЧМ – ЛЧС системи. Ці дві форми (матрична і граф-схемна) опису функціонування СМ можуть бути отримані одна з одної шляхом формальних перетворень і в ряді практичних випадків вдало доповнюють одна одну. Операційно-логічна матриця СМ, ОЛС якої подана на рис. 2.4.3.2-1 (див. с. 267), наведена на рис. 2.4.3.2-3, а логіко-часова матриця, ЛЧС якої подана на рис. 2.4.3.2-2 (див. с. 268), зображена на рис. 2.4.3.2-4.

Позначення компонентів	O_2	O_3	O_5	O_6	O_8	O_9	O_{10}	O_{11}	O_{12}	Y_1
O_2	0	0	t_2	0	0	0	0	0	0	0
O_3	t_3	0	0	t_3	0	0	0	0	0	0
O_5	$-t_2$	0	0	0	t_5	0	0	0	0	0
O_6	0	0	0	0	t_6	t_6	0	0	0	0
O_8	0	0	0	0	0	0	t_0	0	0	0
O_9	0	0	0	0	0	0	0	0	t_9	0
O_{10}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	t_{10}
O_{11}	0	0	0	0	0	0	t_{11}	0	0	0
O_{12}	0	$-t_{12}$	0	0	0	0	0	t_{12}	0	0
Y_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рис. 2.4.3.2-3. Операційно-логічна матриця, ОЛС якої наведена на рис. 2.4.3.2-1 (див. с. 267)

Позначення компонентів	$l'_{\eta 3}$	$l'_{\eta 4}$	$l'_{\eta 6}$	$l'_{\eta 8}$	$l'_{\eta 9}$	$l'_{\eta 11}$	$l'_{\eta 12}$
$l'_{\eta 3}$	0	0	u_3	u_3	0	0	0
$l'_{\eta 4}$	0	0	u_4	0	0	0	0
$l'_{\eta 6}$	0	0	0	0	u_6	0	0
$l'_{\eta 8}$	$-u_8$	0	0	0	0	u_8	0
$l'_{\eta 9}$	0	0	0	0	0	u_9	0
$l'_{\eta 11}$	0	0	$-u_{11}$	0	0	0	u_{11}
$l'_{\eta 12}$	0	0	0	0	0	0	0

Рис. 2.4.3.2-4. Логіко-часова матриця, ЛЧС якої наведена на рис. 2.4.3.2-2 (див. с. 268)

Іноді на практиці виявляється достатнім вказати в ОЛМ тільки наявність і напрям зв'язків між структурними одиницями системи СМ (операціями – O_i або циклами функціонування – ζ_i) без змістового опису моделей зв'язків. У такому разі ОЛМ перероджується в нуль-одиничну матрицю зв'язків операцій (МЗО) або матрицю зв'язків циклів функціонування СМ ДС (МЗЦ). У заголовках рядків та стовпчиків цих матриць записуються позначення всіх операцій або циклів функціонування за l -ю функцією, а поле заповнюється значеннями елементів матриці, що відображають наявність і напрям інформаційних зв'язків між вказаними структурними одиницями функціонування СМ. Елементи МЗО і МЗЦ визначаються так:

$$g_{rv} = \begin{cases} 1, & \text{якщо існує прямий зв'язок між } r\text{-ю і } v\text{-ю (циклами функціонування)} \\ & \text{в напрямку від } r\text{-ї до } v\text{-ї (циклу діяльності);} \\ -1, & \text{якщо існує зворотний зв'язок між } r\text{-ю і } v\text{-ю операціями (циклами} \\ & \text{функціонування) в напрямку від } r\text{-ї до } v\text{-ї операції (циклу діяльності);} \\ 0 & \text{– у протилежному разі,} \end{cases}$$

$$g_{rr} = g_{vv} = 0.$$

Матриця зв'язків операцій СМ, ОЛС якої зображена на рис. 2.4.3.2-1 (див. с. 267), наведена на рис. 2.4.3.2-5.

Позначення компонентів	O_2	O_3	O_5	O_6	O_8	O_9	O_{10}	O_{11}	O_{12}	Y_1
O_2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O_3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
O_5	-1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
O_6	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
O_8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
O_9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
O_{10}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
O_{11}	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
O_{12}	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0
Y_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рис. 2.4.3.2-5. Матриця зв'язків операцій СМ ДС, ОЛС якої наведена на рис. 2.4.3.2-1 (див. с. 267)

Якщо для кожного із випадків моделювання фрагментів функціонування СМ для фіксованих $n_i \in N$ (випадки 1, 4, 5 і 7 з табл. 2.4.3.1-1, див. с. 245) складені відповідні МДС (ОЛС, ЛВС, ОЛМ, ЛТМ, МЗО або МЗЦ), то їх упорядкована (за шабрами n образної моделі функціонування СМ) сукупність буде відображати розвиток функціонування всієї СМ або її фрагментів.

2.5. Системи задач та їх подання

- Моделювання в системах задач функціонального аспекту.
- Моделювання в системах задач аспекту реалізації.
- Узагальнена модель задачі з моделювання систем моделей.
- Особливості модельного подання формувальної і розв'язувальної частин задачі.

У цьому розділі будемо виходити з того, що здійснення будь-якої діяльності пов'язане з розв'язуванням тих чи інших задач (виконанням завдань) і що їх розв'язання базується на уявленнях про предметну галузь і цілі розв'язання задач, а також про ті методи і засоби, за допомогою яких можна поставлені задачі розв'язати.

Виберемо як найбільш суттєві аспекти модельного подання систем задач (СЗ) *функціональний (цільовий) аспект*, що відображає суттєві особливості здійснення в досліджуваних системах (ДС) тих чи інших функцій, і *аспект реалізації*, який відтворює у відповідній моделі ДС суттєві сторони реалізації цих функцій за допомогою тих чи інших видів забезпечення.

При цьому моделі, що відображають функціональний аспект модельного подання СЗ ДС (далі – СЗ), будемо називати *функціональними моделями СЗ*, а ті, що відтворюють аспект реалізації, – *забезпечувальними моделями СЗ*.

Розглянемо особливості модельного подання кожного з цих аспектів в організаційних системах, до класу яких належить система освіти, і які розглядатимуться як такі, що досліджуються.

2.5.1. Моделювання в системах задач функціонального аспекту

Розглянемо особливості модельного подання функціонального аспекту досліджуваних систем (ДС). Для цього встановимо спосіб та глибину декомпозиції системи задач ДС (далі СЗ), а також суттєву упорядковану множину відношень між елементами СЗ, що характерні для функціонального аспекту її моделювання.

При моделюванні функціонального аспекту СЗ зазначимо, що, оскільки функціональний (цільовий) зміст задач, які розв'язуються (повинні бути розв'язані) в ДС, відображається у відповідній СМ (див. розділ 2.4), природно, що спосіб та глибину декомпозиції функціональної частини СЗ, а також множину системутворювальних відношень між елементами складу СЗ прийняти такими, якими вони були обрані при моделюванні будови і функціонування СМ. Така єдність вибору критеріїв декомпозиції моделей СМ та СЗ, а також схожість множини відношень між елементами складу цих моделей забезпечує єдність цілей побудови та використання моделей ДС, є виразом принципу подібності модельного подання частин системи.

Таким чином, функціональною моделлю СЗ є СМ, що відповідає цій СЗ.

При максимальній глибині декомпозиції *будови* СЗ в якості елементів, тобто частин СЗ, що приймаються за її неподільні об'єкти, виступають значення вхідних та вихідних параметрів моделей, що входять до СМ, які будемо називати *елементами даних*. При цьому окремі задачі в ДС відображаються відповідним чином виділе-

ними в СЗ підсистемами, що описують цю ДС. Таким чином, залежно від глибини декомпозиції будови СЗ будемо розрізняти будову СЗ на рівні елементів даних, задач і підсистем.

Що стосується моделювання розв'язування СЗ, то, оскільки задачі реалізують відповідні операції над елементами даних, задач і підсистем, модель розв'язування СЗ доцільно подавати на рівні операцій над цими структурними елементами будови СЗ, а форми опису розв'язування СЗ обирати такими (або наближеними), які вже обрані для опису СМ.

У цілому можна лише відзначити, що в СЗ параметри моделей операцій, моделей потоків параметрів і моделей наборів параметрів набувають конкретних значень елементів даних, а опис функціонування СМ матеріалізується за допомогою забезпечувальних засобів ДС в її конкретних реалізаціях. При цьому часові параметри функціонування СМ набувають у функціональних моделях розв'язування СЗ своїх конкретних значень на основі врахування властивостей забезпечувальних методів і засобів ДС.

Таким чином, усі наведені в розділі 2.4.1 судження, що стосувалися особливостей представлення в СМ будови, функціонування і розвитку ДС, а також засобів описування СМ (графічна, аналітична, граф-схемна і матрична форми опису СМ), що наведені в розділі 2.4.2, можуть бути повністю поширені на функціональні моделі СЗ.

2.5.2. Моделювання в системах задач аспекту реалізації

Розглянемо особливості модельного подання аспекту реалізації функціонування в досліджуваних системах, використовуючи як методологічну базу основні категорії задачного підходу [18, 21, 22, 24, 26, 27, 31, 130, 182, 183, 184, 253, 359].

Для виявлення складу і структури (статички і динаміки) *забезпечувальної моделі* системи задач (СЗ) досліджуваної системи (ДС), а також вибору способів її подання виконаємо таке:

- здійснімо декомпозицію СЗ ДС (далі – СЗ) до тієї глибини, коли на нижньому рівні декомпозиції з'являться елементи (які приймемо у даному випадку за неподільні об'єкти СЗ), що відповідають елементам узагальненої моделі соціальної діяльності (рис. 2.1-2, див. с. 239), підкреслюючи тим самим, що в цій роботі як ДС розглядаються організаційні системи, автоматизовані системи управління, до складу яких (на відміну від автоматичних систем) входять суб'єкти діяльності (кадрова складова систем, кадрова підсистема) [3, 4, 132, 138, 147, 148, 152, 153, 198, 224, 229, 252, 289, 327, 365, 370, 389, 393, 402, 403, 404, 417, 433];

- як системоутворювальні відношення між елементами СЗ оберімо такі, які б відображали в СЗ суттєві сторони *реалізації* різних функцій ДС, а також характерні (з позицій реалізації) особливості відношень між елементами функціональних і забезпечувальних моделей ДС.

Отже, будемо виходити з того, що функціонування ДС є одним з видів соціальної діяльності і що СЗ повинна включати до свого складу елементи, які необхідні для реалізації відповідної соціальної діяльності (аспект реалізації). Будемо також вважати, що на основі використання узагальненої моделі соціальної діяльності можна відповідним чином подати будь-яку організаційну систему. Крім того, при моделюванні СЗ повинні знайти своє відображення елементи узагальненої моделі задачі (рис. 2.1-1, див. с. 223), що виражають функціональний аспект та аспект реалізації будь-якої задачі. Використання цієї моделі при моделюванні ДС надає можливість встановити склад її частин на верхньому рівні декомпозиції моделі ДС і обрати його таким, що відповідає складу елементів узагальненої моделі задачі.

Все зазначене встановлює критерії декомпозиції моделі функціонування ДС при розв'язуванні СЗ (аспекту реалізації), дозволяє на цій основі визначити суттєвий елементний склад і структуру моделі ДС. Тоді елементами верхнього рівня моделі функціонування ДС будуть:

- формувальна частина (ФЧ) або підсистема ДС, що відображає функціональний аспект розв'язування задач в ДС і включає систему функціональних моделей ДС, в яких враховується *система уявлень про предметну галузь ДС*, тобто знання (необхідної глибини) про будову, функціонування і розвиток ДС та характер її взаємозв'язків з оточуючим середовищем, а також відтворюються автоматизовані функції ДС (наприклад, управління функціонуванням ДС);

- розв'язувальна частина (РЧ) або підсистема СЗ, що відображає аспект реалізації в ДС процесу розв'язування СЗ і включає суб'єкта розв'язування задач, а також засоби, за допомогою яких суб'єкт розв'язує задачі, – *засоби розв'язування задач*.

На вході цієї моделі з боку цілеформуальної та актуальної систем оточуючого ДС середовища задаються: цілі функціонування ДС та вимоги й обмеження її функціонування.

Узагальнена модель розв'язування СЗ в ДС наведена на рис. 2.5.2-1.

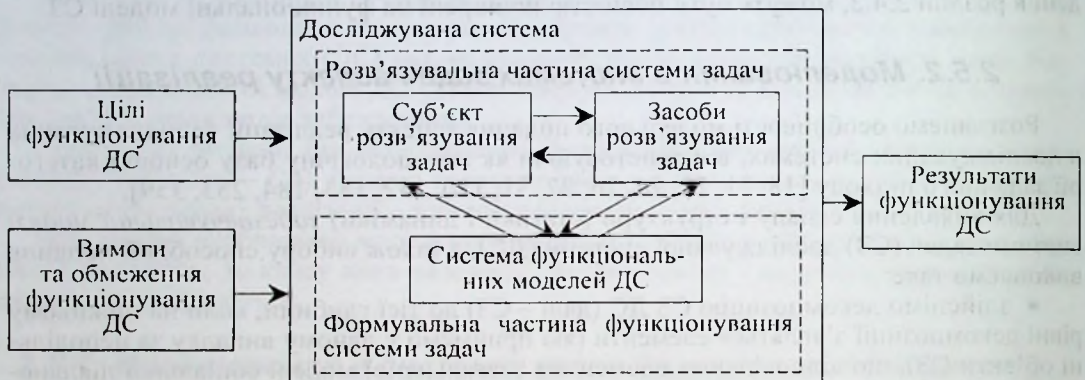


Рис. 2.5.2-1. Узагальнена модель функціонування досліджуваної системи (ДС) при розв'язуванні системи задач

За таким підходом подання ДС простежується *взаємозв'язок* формуальної і розв'язувальної частин СЗ, динаміка якого характеризує *процеси* розв'язування СЗ. Ці процеси відтворюють обрані в ДС способи розв'язування СЗ (унормовані способи діяльності суб'єкта і функціонування інших складових ДС), задають порядок переведення певних задач з одного стану (фази) в інший. Образно говорячи, для розв'язування задач ФЧ СЗ необхідно нібито «привести у рух» (вручну, автоматизовано або автоматично) за допомогою її РЧ. Саме у такий спосіб в ДС і відбуваються реальні процеси упорядкованого (за множиною задач і у часі) розв'язування окремих задач і СЗ в цілому.

Таким чином, функціонування ДС виражається процесом розв'язування задач, що в моделі процесу розв'язування СЗ відображається у системі її функціональних моделей, яка утворює формувальну частину моделі СЗ (ФЧМ).

До складу розв'язувальної частини моделі СЗ (РЧМ) входять нормативні моделі діяльності суб'єкта розв'язування задач (різні інструктивні і довідкові матеріали, методики та ін.) і моделі засобів розв'язування задач. Взаємозв'язок складових РЧМ вказує на те, що в них взаємно враховуються суттєві параметри відповідних моделей.

Ті чи інші сукупності взаємозв'язків моделей СЗ утворюють певні процесуальні СМ, яким надають різні назви. Так, наприклад, якщо у функціональних моделях СЗ (що саме і визначають логічну упорядкованість і зв'язуваність в часі окремих операцій та циклів функціонування) закріпити за суб'єктами діяльності (виконавцями) окремі операції і цикли функціонування (при повністю автоматизованих операціях або циклах функціонування суб'єкт діяльності здійснює контроль, стежить за ходом розв'язування задач), то такі СМ називають *технологічними моделями* (називають також технологічними схемами [228], інформаційно-технологічними схемами [11]).

Так за допомогою моделей ФЧМ і РЧМ СЗ забезпечується комплексне подання статистики і динаміки функціонування ДС. Узагальнену модель процесу розв'язування СЗ в ДС наведено на рис. 2.5.2-2.

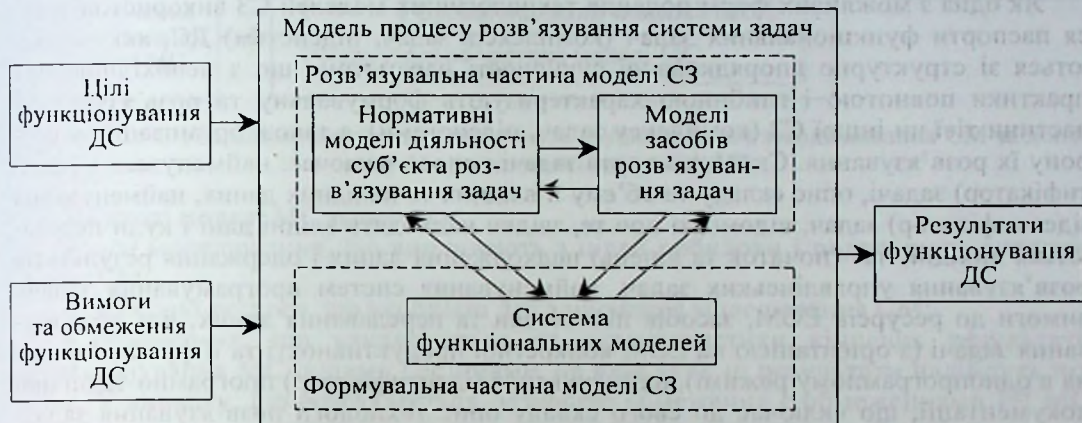


Рис. 2.5.2-2. Узагальнена модель процесу розв'язування СЗ в досліджуваній системі (ДС)

Подання в моделях СЗ різних способів розв'язування задач здійснюється за певними формами. На практиці типово використовуються три форми подання (опису) технологічних моделей: граф-схемна, матрична і описова (вербальна).

Граф-схемна форма подання технологічних моделей подібна граф-схемній формі подання моделі функціонування СМ у вигляді операційно-логічних (див. рис. 2.4.3.2-1, с. 267) або логіко-часових (див. рис. 2.4.3.2-2, с. 268) схем з тим лише доповненням, що у граф-схемних технологічних моделях (так будемо називати ці моделі) одночасно з позначенням (у вершинах графа або на його ребрах) номера операції або циклу функціонування через кому вказується номер (ідентифікатор) виконавця, що забезпечує (залучається до забезпечення) виконання відповідної операції або циклу функціонування ДС.

Матрична форма подання технологічних моделей відповідає матричній формі подання моделі функціонування СМ у вигляді операційно-логічних матриць (див. рис. 2.4.3.2-3, с. 270), логіко-часових матриць (див. рис. 2.4.3.2-4, с. 271) або матриць зв'язків операцій (див. рис. 2.4.3.2-5, с. 271) з тим лише доповненням, що у заголовках рядків або стовпців таблиць, що описують технологічні матриці (так будемо називати технологічні моделі, подані у матричній формі), одночасно з позначенням номера операції або циклу функціонування ДС вказується (через кому або за допомогою додаткового рядка чи стовпця) номер (ідентифікатор) виконавця, що забезпечує (залучається до забезпечення) виконання відповідної операції або циклу функціонування ДС.

Як у граф-схемних технологічних моделях, так і в технологічних матрицях номери (ідентифікатори) виконавців обираються із списку всіх виконавців, що беруть участь у забезпеченні функцій ДС.

Описова форма подання технологічних моделей являє собою словесний опис технологічних процесів функціонування (в системах управління – прийняття управлінських рішень та автоматизованого і/або неавтоматизованого опрацювання даних). Ця форма подання технологічних моделей типово на практиці не використовується.

Зазвичай при моделювання ДС використовуються всі зазначені форми подання технологічних моделей та їх фрагментів (графічна, матрична, описова). Коли з позицій наочності і зручності застосування та або інша форма подання технологічних моделей є більш доцільною, ці різні форми успішно доповнюють одна одну.

Як одна з можливих форм подання технологічних моделей СЗ використовуються паспорти функціональних задач (комплексів задач, підсистем) ДС, які складаються зі структурно впорядкованої сукупності параметрів, що з необхідною для практики повнотою і глибиною характеризують формувальну та розв'язувальну частини тієї чи іншої СЗ (комплексу задач, підсистеми), а також організаційну сторону їх розв'язування. Склад паспорта задачі типово включає: найменування (ідентифікатор) задачі, опис складу та об'єму її вхідних та вихідних даних, найменування (ідентифікатор) задач, відомості про те, звідки надходять вхідні дані і куди передаються вихідні, час (початок та кінець) надходження даних і одержання результатів розв'язування управлінських задач, найменування систем програмування задачі, вимоги до ресурсів ЕОМ, засобів підготовки та передавання даних, час розв'язування задачі (з орієнтацією на ЕОМ конкретної продуктивності та її функціонування в однопрограмному режимі), найменування (ідентифікатор) програмно-технічної документації, що включає до свого складу опис технології розв'язування задачі (в системах управління – з урахуванням автоматизованих процедур прийняття управлінських рішень).

2.5.3. Узагальнена модель задачі з моделювання систем моделей

Моделювання систем моделей (СМ) досліджуваних систем (ДС) – це також задача, що розв'язується у процесі проектування ДС. Дослідження функціонування ДС здійснюється за допомогою моделюючих систем (МС), в яких забезпечуються певні *автоматизовані процеси*, що підтримують моделювання. Відповідно до узагальненої моделі задачі (див. рис. 2.1-1, с. 223) і узагальненої моделі соціальної діяльності (див. рис. 2.1-2, с. 239) узагальнену модель процесу розв'язування задач з моделювання СМ ДС (далі – СМ) за допомогою МС можна подати, як показано на рис. 2.5.3-1. Елементами такої моделі є:

- формувальна частина (ФЧ) моделі МС, що відображає функціональний аспект моделювання і включає систему функціональних моделей МС. В цих моделях враховується *система уявлень про предметну галузь ДС*, тобто знання (необхідної глибини) про будову, функціонування і розвиток ДС та характер її взаємозв'язків з оточуючим середовищем, а також відтворюються автоматизовані функції моделювання (опрацювання експериментальних даних, управління моделюванням та ін.);
- розв'язувальна частина (РЧ) моделі МС, що відображає аспект реалізації моделювання СМ і включає *суб'єкт моделювання*, а також засоби, за допомогою яких суб'єкт розв'язує задачі з моделювання СМ, – *засоби моделювання*.

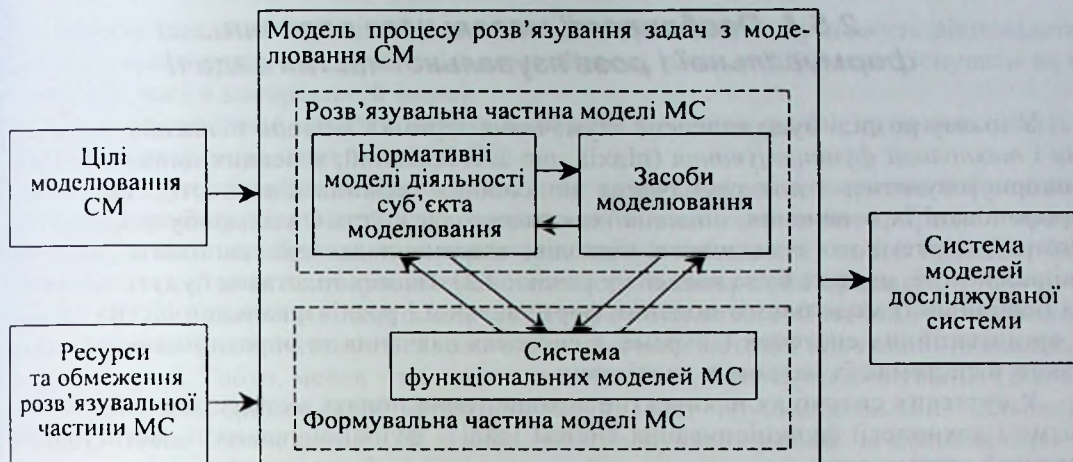


Рис. 2.5.3-1. Узагальнена модель процесу розв'язування задач з моделювання СМ за допомогою моделюючої системи (МС)

На вході моделі МС задаються:

- *цілі* моделювання, що випливають з цілей побудови і подальшого використання СМ;
- *зовнішні ресурси*, що необхідні для здійснення моделювання СМ;
- *обмеження*, що накладаються на характеристики кінцевих результатів функціонування МС іншими системами, на вхід яких ці результати надійдуть пізніше. У випадку, що розглядається, зазначені обмеження є обмеженнями РЧ МС. Ці обмеження виражаються у тому, що, по-перше, задачі потрібно формувати, по можливості, так, аби їх можна було розв'язати за допомогою наявних чи відомих методів і засобів; по-друге, оскільки в МС типово вирішується не одна, а кілька задач, потрібно так формувати кожну з них, щоб, по можливості, задіяти мінімальний склад методів і засобів їх розв'язування, максимально використати типові процедури прийняття рішень; по-третє, необхідно враховувати обмеження з боку суб'єкта моделювання, що бере участь у розв'язанні задач моделювання.

На виході моделі МС – СМ ДС як кінцевий результат функціонування МС.

Моделювання ДС здійснюється з урахуванням того, що:

- для кожного етапу розвитку і для кожного організаційного рівня ДС необхідно побудувати свої системи цілей (типово, у вигляді дерев цілей – поетапних, порівневих систем цілей – СЦ, див. розділ 2.3) [81, 82]. При цьому СЦ того чи іншого етапу розвитку ДС являє собою впорядковану за організаційними рівнями ДС сукупність порівневих СЦ відповідного етапу розвитку ДС, що включає цілі як самої ДС, так і оточуючого її середовища. Ця сукупність порівневих СЦ (для одного, кількох або всіх організаційних рівнів ДС) є моделлю структури (закону) розвитку ДС (відповідно для одного, кількох або всіх організаційних рівнів ДС);
- формувальна частина МС розглядається стосовно існуючої або потенціальної РЧ (підсистеми) МС;
- суб'єкт моделювання виконує різні автоматизовані функції на основі переважно евристичних процедур прийняття рішень.

2.5.4. Особливості модельного подання формульованої і розв'язувальної частин задачі

У цьому розділі буде наведене тлумачення термінів *методи* і *способи*, *механізми* і *технології функціонування* (підхід, що застосований, в певних випадках може використовуватись і для тлумачення відповідних термінів діяльності) систем, запропоновані їх означення, описана їхня взаємозалежність і взаємообумовленість з позицій системного і задачного підходів, введена додаткова типологія моделей (відносно тієї, що вже була введена у розділі 2.2). На цих підставах будуть визначені особливості модельного подання формульованої і розв'язувальної частин задачі в організаційних системах (зокрема, в системах навчання та управління освітою), а також в системах їх наукових досліджень.

У суттєвих ситуаціях некоректне використання понять методу, способу, механізму і технології функціонування систем (далі – функціонування) і застосування моделей, якими вони в конкретному випадку можуть бути подані, не тільки порушує чіткість науки, а й створює штучні перепони й ускладнення при практичному застосуванні відповідних моделей об'єктів і процесів за тим чи іншим призначенням (у сферах застосування). Непоодинокі випадки, коли ці поняття змістово не поділяються, отожденоються і/або визначаються одне через інше. Так, наприклад, в [326, с. 313; 374, с. 806] *метод* (від грец. *μεθοδος* – шлях дослідження, теорія, вчення) визначається як «*спосіб досягнення певної мети, розв'язування конкретного завдання, сукупність засобів чи операцій практичного або теоретичного освоєння (пізнання) дійсності*». В [161, с. 205] *метод* визначається як «*спосіб організації практичного і теоретичного освоєння діяльності, зумовлений закономірностями об'єкта, що розглядається*».

Наведемо ще кілька означень, які ілюструють характер неоднозначного тлумачення термінів *метод* і *спосіб*. «Метод – спосіб побудови й обґрунтування системи філософського знання; сукупність прийомів і операцій практичного і теоретичного освоєння дійсності» [157, с. 486]. «Метод – спосіб досягнення мети, певним чином впорядкована діяльність» (Філософський словник, с. 214). «Методи дослідження в педагогіці – прийоми, процедури та операції емпіричного й теоретичного пізнання і вивчення явищ педагогічної дійсності» [157, с. 490]. «Методи виховання – науково обґрунтовані загальні способи педагогічно доцільної суб'єкт-суб'єктної взаємодії всіх учасників виховного процесу, спрямовані на досягнення мети виховання» [126, с. 488].

Для більш чіткого розмежування цих понять (метод, спосіб), визначення специфіки побудови і сфер застосування різних типів моделей діяльності, що представляють ці поняття, розглянемо ці питання більш детально з позицій системного і задачного підходів.

Будемо користуватись таким розумінням типів моделей (див. розділ 2.1) досліджуваної системи (ДС): *ідеальна* модель досліджуваної системи – ДС (існує тільки в індивідуальній або суспільній уяві і є усвідомленим відбитком об'єктів і процесів, які характеризують ДС); *ідеалізована* модель ДС (модель з деякою мірою визначеними засобами розв'язування задач ДС); *матеріальна* модель; *матеріалізована* модель (ідеальна і/або ідеалізована модель, яка може за деяких умов набути статусу матеріальної моделі). Причому кожній ідеальній моделі можуть відповідати певні ідеалізована, матеріалізована і/або матеріальна моделі. *Гіпотетична* (або концептуальна) модель ДС (представляє бажаний, теоретично очікуваний стан ДС), яка є

різновидом ідеальної і/або ідеалізованої моделі ДС і якій тому можуть відповідати певні матеріалізовані і матеріальні моделі. Модель реальної ДС може існувати як в ідеальній, так і в матеріальній формі.

Спочатку введемо поняття методу і способу функціонування як деяких ідеальних і/або матеріалізованих моделей ДС.

Метод функціонування (діяльності) – це деяке подання конкретного функціонування (процесу діяльності), що спирається на знання законів природи і практичний досвід і відображає такі характеристики (особливості) цього процесу, які визначаються цілями застосування даного методу в конкретній предметній галузі, в певній ДС. У педагогіці, наприклад, таке тлумачення категорії *методу* може використовуватись для означення психолого-педагогічних методів навчально-пізнавальної діяльності. Тобто, метод – це одна з можливих моделей функціонування (діяльності), яка відображає його функціональний зміст (функціональний, цільовий аспект). Таким чином, метод – це *ідеальна* модель функціонування чи діяльності (модель методу функціонування – ММФ), функціональна модель ДС. У таких моделях, як правило, не відображаються особливості *реалізації* функціонування (діяльності) *ідеалізованої* або *реальної* ДС, що є достатніми для свого застосування на практиці (тобто, глибина опису функціонування в ММФ не є достатньою для практичного застосування обраного методу, що описується цією моделлю). У контексті даного розгляду ММФ назвемо *гіпотетичними моделями* функціонування (діяльності) ДС. У багатofункціональних ДС (наприклад, педагогічній системі, навчальному середовищі) може використовуватись множина методів функціонування чи діяльності (наприклад, в одній педагогічній системі можуть використовуватись кілька психолого-педагогічних методів навчання і виховання; в одному навчальному середовищі можуть застосовуватись засоби навчання, що побудовані за різними методами функціонування). ММФ, як правило, подаються в описовій формі. Часто ММФ подаються у формі математичних моделей (аналітичній формі подання моделей) або в комбінованій формі – описовій і аналітичній. В термінах теорії задач ММФ є моделями формувальної частини задачі.

Спосіб функціонування (діяльності) – це деяке подання конкретного функціонування (діяльності), що, окрім іншого, відображає суттєві сторони реалізації (аспект реалізації) методу функціонування (діяльності) ДС. Тобто, спосіб функціонування (діяльності) – це одна з можливих моделей функціонування (діяльності), що відображає специфіку його/її здійснення. Отже, спосіб функціонування (діяльності) – це модель реалізації функціонування (діяльності) в конкретній ДС (ідеалізованій або реальній), забезпечувальна модель ДС. Тому способи функціонування (діяльності) називають ще способом будови ДС, способом будови розв'язувальної системи (РС) ДС, підкреслюючи тим самим реалізуючий аспект будови ДС. У деяких предметних галузях використовується також термін *форма функціонування, діяльності* (наприклад, форма освіти, навчання, реалізації навчально-виховного процесу), який за змістом, що тлумачить цей термін, є різновидом терміна *спосіб функціонування, діяльності*.

Спосіб функціонування (діяльності), таким чином, можна розглядати як подальшу деталізацію методу функціонування (діяльності), що відображає конкретну реалізацію методу функціонування (діяльності) ДС. Або, що є тим самим, метод функціонування (діяльності) є деяким узагальненням способу функціонування (діяльності), в якому не відображаються особливості його/її реалізації в ДС. Тому одному

методу функціонування (діяльності) може відповідати множина способів функціонування (діяльності). Або, деяка множина способів функціонування може відображати іншу множину (конкретне різноманіття) можливих реалізацій одного методу функціонування (діяльності). Іншими словами, в загальному випадку, гіпотетичні моделі функціонування (діяльності) ДС можуть бути реалізованими різними способами (різними механізмами і технологіями функціонування). Або: визначена множина способів функціонування (діяльності) реалізує певну множину гіпотетичних моделей функціонування (діяльності) ДС.

У термінах теорії задач спосіб розв'язування задачі визначається як процедура (система послідовно виконуваних операцій), при здійсненні якої можна забезпечити розв'язування задачі [24]. В тих же термінах моделі способу функціонування, діяльності (МСФ) є моделями розв'язувальної частини задачі.

Одночасно можна сказати, що *метод* і *спосіб* функціонування (діяльності) об'єднує те, що як метод, так і спосіб функціонування (діяльності) виступають в якості відповідних моделей функціонування, діяльності (моделюють функціональний аспект і аспект реалізації єдиної задачі), що подають цілі, предметну галузь та процес функціонування (діяльності). Суттєва ж різниця полягає в різній глибині цього представлення.

Далі введемо поняття *механізму* і *технології* функціонування (діяльності) з позицій, які застосовувались при введенні понять методу і способу функціонування (діяльності). Таке багатогранне поняття, як технологія функціонування (діяльності), буде розглянуте далі і розгорнуте з інших позицій, що, однак, не суперечать тут застосованим.

У науці і практиці для описування складу і структури процесу розв'язування задач або завдань (далі задач) поряд з *технологією* розв'язування задач функціонування (здійснення різних видів діяльності) часто використовується термін *механізми* розв'язування задач (здійснення діяльності, функціонування, поведінки, регулювання, управління системами та ін.). Термін *механізм* синонімічно відповідає терміну *алгоритм* розв'язування задач, який вживається, як правило, для описування процесу розв'язування комп'ютерно орієнтованих задач.

Непоодинокі випадки, коли ці терміни використовуються некоректно, а моделі, за допомогою яких їх описують, застосовуються помилково. Тому доцільно навести тлумачення цих семантично наближених, але все ж таки різних (за деякими суттєвими ознаками, що нижче зазначені) понять і, таким чином, запропонувати підходи щодо їх коректного використання при описуванні процесу розв'язування задач (функціонування, діяльності). Вочевидь, що коли нижченаведені ознаки описування процесу розв'язування задач не є суттєвими для даного конкретного розгляду реалізації задачі (діяльності ДС), використання кожного з цих термінів є еквівалентним.

Механізм функціонування (діяльності) – це певне подання конкретного функціонування (діяльності), який, «розкриваючи» функції ДС відповідно до обраних методів функціонування (діяльності), відображає суттєві особливості і параметри таких складових РС ДС (елементів її складу і структури), що реально існують на практиці і *теоретично доступні* для застосування при здійсненні деякого функціонування (діяльності) ДС.

При цьому в *механізмах* не враховуються можливі *технологічні обмеження* реалізації функціонування (діяльності). Тобто, описи механізму утворюють *ідеалізовані* моделі функціонування, діяльності, що відображають теоретично очікуване функціонування ДС. У реальних ДС реалізувати такі моделі повністю, як правило,

видається (як і у випадку гіпотетичних моделей функціонування ДС) неможливим (тимчасово або навіть ніколи).

У *технологіях* враховується *реальна придатність* РЧ ДС до розв'язування певних задач (здійснення певного функціонування, діяльності), реального забезпечення виконання умов, що сформульовані у формувальній частині моделі задач. При цьому РЧ ДС (її процесор) характеризується в моделі задачі своєю «приспосованістю» до розв'язування задач даного класу (здійснення відповідної множини видів функціонування, діяльності) і «потужністю» щодо реальної можливості отримання кінцевого рішення (завершення функціонування, діяльності) як за обсягом необхідних дій (кількістю окремих операцій, що необхідно здійснити; обсягом даних, що необхідно опрацювати, проаналізувати та ін.), так і за припустимим (виділеним) часом.

У свою чергу, можна сказати, що *механізм* і *технологія* функціонування (діяльності) відображають упорядковану сукупність прийомів використання засобів, що входять до складу ДС. Таким чином, механізм і технологія функціонування (діяльності) виступають як відповідні реалізуючі моделі діяльності і подають функціонування (діяльність) з різною глибиною опису. Для повного модельного подання ДС як матеріального об'єкта зазначені моделі доповнюються іншими ідеалізованими моделями, в яких відображаються суттєві особливості матеріалізації способів функціонування (діяльності) у відповідних елементах моделі ДС (наприклад, в проектно-технічній документації на технічні засоби, що застосовуються в ДС, в інструктивних матеріалах для працівників, які використовують ці засоби, та ін.).

Технологія функціонування (діяльності) – є процесуальним інструментом РЧ задачі, моделлю «процесора» задачі, як реального засобу функціонування, діяльності (з його конкретними властивостями, характеристиками, параметрами) в інструментальному середовищі розв'язування задач (здійснення функціонування, діяльності) ДС. При цьому технологія представляє структуру реального інструментального середовища (процесора задачі) на рівні певних параметрів функціонування (здійснення діяльності) ДС.

До складу певного інструментального середовища входить певний склад засобів функціонування (діяльності), що виступають як об'єкти (одні з можливих типів об'єктів) технології функціонування (діяльності). Ці об'єкти ДС (тобто, засоби функціонування, діяльності) мають свої конкретні властивості, характеристики (їм притаманні конкретні значення своїх параметрів). Таким чином, технологія є орієнтованою на *реальне* і *визначене* наявне або потенційне інструментальне середовище розв'язування задач, класу задач (наприклад, завдань, передбачених певним навчально-виховним процесом), на *конкретні* значення параметрів елементів його складу і структури. У ДС *технологія* може подаватись як у формі ідеальних, так і у формі матеріальних моделей.

Змістова близькість понять *механізму* і *технології* функціонування (діяльності) полягає у тому, що:

по-перше, як механізми, так і технології функціонування (діяльності) є відповідними *моделями* функціонування (діяльності), *моделями розв'язувальної частини* ДС (РЧ моделі задачі), відповідними моделями способів функціонування (діяльності). Тому вважають, що очікувані результати функціонування (діяльності) можуть бути досягнуті різними способами, застосовуючи різні механізми, різні технології;

по-друге, як механізми, так і технології спираються на відомі та обрані в даному конкретному випадку методи (методи розв'язування певних задач, певного класу задач);

по-третє, як механізми, так і технології є *нормативними моделями* функціонування (діяльності), використання яких забезпечує досягнення певних результатів функціонування (діяльності) ДС, унормованих на етапі їх проектування. Ця нормативність виявляється також у тому, що в цих моделях не враховуються (не можуть бути враховані) суттєві особливості діяльності конкретних суб'єктів в певній ДС;

по-четверте, як механізми, так і технології є віднесеними моделями стосовно визначеної РЧ ДС;

по-п'яте, на відміну від методів, опис яких не відображає або тільки частково характеризує шлях практичного розв'язування задач, механізми і технології спираються на наявні або потенційні ДС, на їх певну будову (склад і структуру). Тобто, вони повністю описують як формувальну, так і розв'язувальну частину задач.

Визначаючи різницю між сутністю понять *механізм* і *технологія*, будемо спиратись на підходи, що наведені в [20]: «описуючи функціонування реальних систем, часто нехтують їх відмінностями від ідеалізованих систем, що здійснюють тільки ефективні операції. Ефективні операції і їх системи, у тому числі процедури, забезпечують повністю визначений вплив на деякий предмет. У цьому розумінні говорять про «абстракції безпомилковості». Механізми якраз і моделюють функціонування (діяльність) ідеалізованих систем, коли здійснюються тільки ефективні (безпомилкові) операції відносно визначеної РЧ ДС.

Суттєва різниця між поняттями механізму і технології полягає в тому, що:

по-перше, механізми – це *ідеалізовані моделі функціонування (діяльності)*, в яких відображаються тільки ефективні (безпомилкові) операції, тоді як технології – це *моделі реального функціонування (діяльності)*, що здійснюється в реальних умовах і обмеженнях практики, в реальній ДС. Механізми відтворюються у відповідних технологіях реальних ДС, тому поширення на технології характеристики «абстракції безпомилковості» не є правомірним;

по-друге, в механізмах і технологіях, як відповідних моделях способів діяльності, ці способи відображаються з *різною глибиною конкретизації*;

по-третє, механізми є віднесеними моделями стосовно *ідеалізованої* РЧ ДС, тоді як технології є віднесеними моделями стосовно *реальної* РЧ ДС.

Зазначимо, що технології спираються на реальні (наявні) засоби, параметри яких можуть повністю не відповідати вимогам, що теоретично закладені у відповідних механізмах (ідеалізованих моделях функціонування, діяльності). Тому функціонування (діяльність) у реальній ДС, що функціонують на базі реальних технологій, може повністю не відтворювати закладені в них механізми, вносити в характер функціонування і розвитку ДС, в параметри і характеристики кінцевих результатів її функціонування похибки, спричинені неточністю відтворення в засобах і технологіях функціонування (діяльності) ДС передбачених у механізмах їх теоретично обґрунтованих властивостей.

Отже, можна говорити про технологічні обмеження механізмів, які, по суті, є обмеженнями складових будови РЧ реальної ДС – її складу і структури, обмеженнями розв'язувальної підсистеми ДС. У першу чергу, це обмеження засобів, що застосовуються (передбачається застосувати) в ДС. Ці обмеження обумовлені рівнем розвитку науково-технічного прогресу, соціально-економічного розвитку суспільства, масштабами досягнень науки і техніки, глибиною їх усвідомлення суспільством і окремими людьми, поширенням практичного застосування певних засобів і технологій в практиці та ін.

Методи і способи, механізми і технології функціонування (діяльності) є взаємобумовленими і взаємозалежними, а тому мають розвиватись і випробовуватись у практику комплексно і збалансовано.

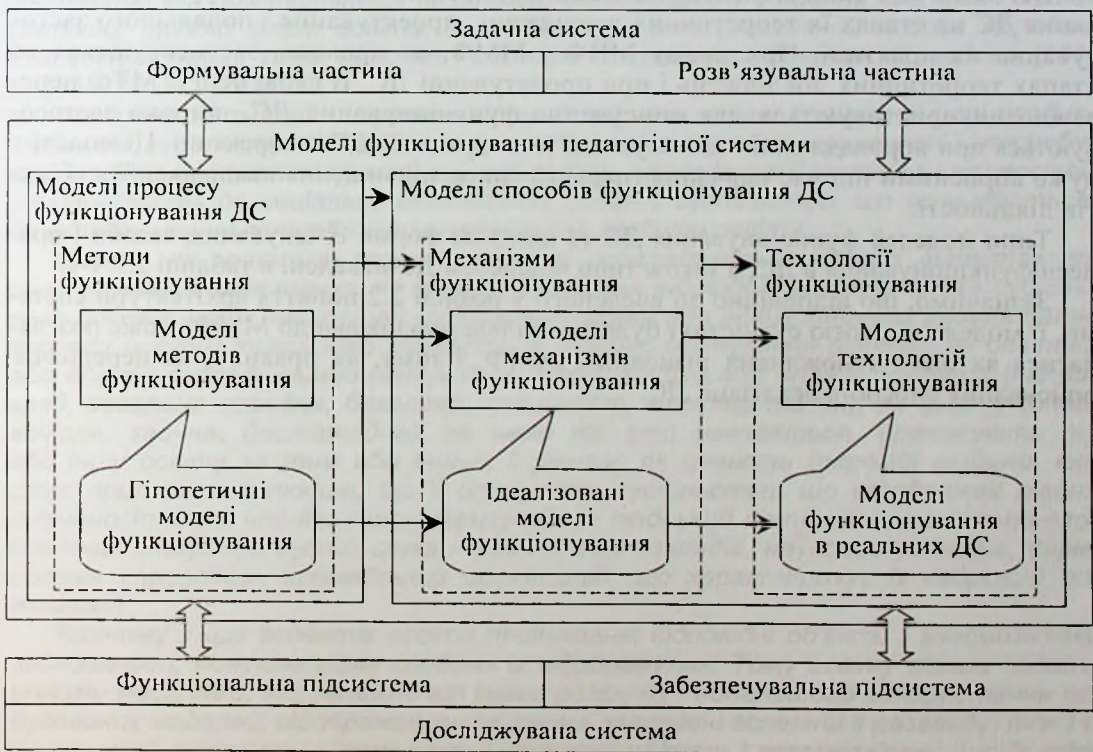
Спираючись на вище введені поняття методу, способу, механізму і технології функціонування (діяльності), зробимо підсумок.

Залежно від рівня узагальненості опису функціонування ДС, певна ДС може бути описана за допомогою різних змістово взаємозв'язаних моделей, що є результатом моделювання ДС з різною глибиною подання. Ці моделі відображають цілі побудови, предметну галузь і спрямованість кожної з них щодо подальшого застосування на практиці.

Залежно від призначення ДС до складу цих моделей входять:

- моделі процесів функціонування (МПФ), що відображають методи функціонування, обрані суб'єктом діяльності відповідно до цілей і предметної галузі функціонування ДС, а також моделі способів функціонування (МСФ), що деяким чином відтворюють у реалізованих моделях ДС відповідні їм методи функціонування (тобто МПФ);
- моделі механізмів (ММФ) і моделі технологій функціонування (МТФ), за допомогою яких описують з різною глибиною будову ДС (її статичку і динаміку), є деякими конкретизаціями МСФ.

У контексті цього розгляду на рис. 2.5.4-1 наведені моделі функціонування ДС як деякої задачної системи, в якій відображаються як особливості модельного подання в ДС формувальної і розв'язувальної частин задачі (задачний підхід), так і специфіка подання в ДС її функціональної і забезпечувальної підсистем (системний підхід).



Р и с. 2.5.4-1. Моделі функціонування досліджуваної системи (ДС)

**Типи моделей функціонування досліджуваної системи (ДС)
та можливі форми їх існування, засоби і процеси функціонування в ДС,
а також типи підсистем ДС**

Типи моделей функціонування досліджуваної системи	Форми існування моделей			Засоби і процеси функціонування ДС та типи підсистем ДС				
	Ідеальна	Ідеалізована	Матеріальна	Гіпотетичні засоби і процеси функціонування в ДС	Ідеалізовані засоби і процеси функціонування в ДС	Засоби і процеси функціонування реальних ДС	Функціональна підсистема	Забезпечувальна підсистема
Моделі процесу функціонування (МПФ)	+	+		+			+	
Моделі способу функціонування (МСФ)	+	+	+		+	+		+
Моделі механізму функціонування (ММФ)	+	+			+			+
Моделі технології функціонування (МТФ)	+	+	+		+	+		+

Всі зазначені типи моделей пов'язані з описом складу і структури функціонування ДС на етапах їх теоретичних досліджень, проектування і подальшого застосування на практиці. При цьому МПФ і ММФ, як правило, застосовуються на етапах теоретичних досліджень і при проектуванні ДС. В свою чергу, МТФ переважно використовуються для описування функціонування ДС, широко застосовуються при впровадженні і застосуванні (експлуатації) ДС на практиці. Ці моделі є дуже корисними під час навчання (перенавчання, підвищення кваліфікації) суб'єктів діяльності.

Типи моделей функціонування ДС та можливі форми їх існування, засоби і процеси функціонування в ДС, а також типи підсистем ДС наведені в таблиці 2.5.4-1.

Зазначимо, що відповідно до введеного у розділі 2.2 поняття архітектури системи, її модель за своєю сутністю і будовою більш наближена до ММФ, може розглядатися як один з можливих різновидів ММФ, і тому, як правило, не передбачає описування способів реалізації ДС.

Розділ 3

МОДЕЛІ СИСТЕМ НАВЧАННЯ І ОСВІТИ

- Моделі системи освіти і освітнього середовища.
- Моделі педагогічних систем.
- Моделі методичних систем навчання та їх проектування.
- Моделі навчальних середовищ.
- Моделі систем засобів навчання.
- Модель автоматизованої розв'язувальної системи.

Освіта і навчання є ключовими категоріями дидактики. Освіта, на думку С. У. Гончаренка, це – духовне обличчя людини, яке складається під впливом моральних і духовних цінностей, що є надбанням її культурного кола, а також процес виховання, самовиховного впливу, шліфування, тобто процес формування обличчя людини. При цьому головним є не обсяг знань, а поєднання останніх з особистісними якостями, вміннями самостійно розпоряджатися своїми знаннями. За означенням, прийнятим XX сесією Генеральної конференції ЮНЕСКО, під освітою розуміється процес і результат вдосконалення здібностей і поведінки особистості, за якими вона досягає соціальної зрілості та індивідуального зростання. В освіті завжди є як формальний аспект, тобто духовна діяльність або духовна здатність, яка розглядається незалежно від матеріалу у певний час, так і матеріальний, тобто зміст освіти, а навчання – цілеспрямований процес передачі і засвоєння знань, умінь навичок і способів пізнавальної діяльності людини [161, с. 223–224, 241–242].

Невпинне збільшення наукових відомостей, зростання соціальної ролі особистості та інтелектуалізація її праці, швидка зміна техніки і технологій потребують постійного розвитку, модернізації освіти, приведення її стану і можливостей у відповідність до соціально-економічних потреб суспільства, що розвивається, до індивідуальних потреб людини, яка бажає здобути освіту.

Освіту, як соціальне явище, зазвичай розглядають в кількох аспектах: як систему, що її забезпечує; як процес засвоєння індивідом узагальненого суспільного досвіду, норм, цінностей, отримання знань (та інших кінцевих результатів процесу освіти) тими, хто навчається (процес опанування освіти); як освітній або освітньо-професійний рівень тих, хто її здобув або планує здобути (наприклад, загальна середня, бакалавр, спеціаліст, магістр та ін.); як форму (очна, вечірня, заочна, дистанційна), за якою ті, хто навчається, опановують ту або іншу освіту за тим або іншим її рівнем; як цінність (окремої людини, яка стає притаманна людині, що її опанувала; суспільства, що відображає рівень освіченості його членів, характеризує його людський потенціал; соціально-економічних структур суспільства – навчальних закладів, наукових установ, фірм, органів управління, громадських організацій, що характеризує їх кадровий потенціал).

Кожному з цих аспектів освіти притаманні відповідні об'єкти і взаємозв'язки (відношення), можлива різна глибина їх відображення. Тому освіту можна подати різними моделями, які, залежно від мети розгляду і подальшого використання побудованих моделей, відображають як окремі зазначені аспекти її розгляду, так і їх сукупності, визначаючи, тим самим, суттєві об'єкти і взаємозв'язки, що їх відображають у кожному конкретному випадку.

Поглиблене моделювання систем навчання і освіти не тільки розвиває теорію побудови і функціонування цих систем, що само по собі має велике значення, а й дозволяє практично визначити такі суттєві об'єкти і взаємозв'язки систем навчання і освіти, такі їх властивості, які визначально впливають на якісні характеристики цих систем, дозволяють сформулювати вимоги до їх складових з врахуванням останніх досягнень науки і практики, зокрема методів і засобів інформаційно-комунікаційних технологій, е-дистанційних технологій навчання, прогресивних психолого-педагогічних методів навчання, виховання і освіти, на яких базуються системи відкритої освіти. Такий підхід закладає теоретико-методологічний фундамент, забезпечує необхідні науково-методичні умови створення систем навчання і освіти на сучасному етапі їх розвитку.

Цей розділ присвячений моделюванню освіти та її складових, як відповідних систем, визначенню тих їх суттєвих об'єктів і взаємозв'язків між ними, які істотно впливають на характер освітнього процесу і властивості кінцевого результату функціонування системи освіти, тобто тих, які визначально відображаються на якості освіти тих, хто навчається.

3.1. Моделі системи освіти і освітнього середовища

Система освіти – цілісна скінчена множина об'єктів (елементів) і відношень (взаємозв'язків) між ними, що виділені з середовища суспільства за ознакою належності виділених об'єктів і відношень до реалізації цілей освіти.

Отже, функціонування системи освіти (СО) відбувається в деякому зовнішньому середовищі, що включає інші системи суспільства, які не входять до СО.

Зовнішнє середовище (ЗС) – це все те, що не входить до СО. Однак серед об'єктів ЗС є такі, які не тільки мають вплив на функціонування СО, але й на які СО впливає сама. Іншими словами, з деякими частинами (системами) ЗС система освіти тим або іншим чином пов'язана (може бути пов'язаною). Тому в ЗС можна виділити деяке його підсередовище – *оточуюче СО середовище*, з об'єктами якого СО безпосередньо взаємопов'язана.

Оточуюче середовище (ОС) – множина об'єктів і взаємозв'язків між ними (з їх суттєвими властивостями), що не входять до СО, зміна властивостей яких може змінювати стан СО або властивості яких самі можуть змінюватись під впливом СО. Таким чином, ті об'єкти ЗС, що не мають впливу на суттєві властивості СО і на які СО також не впливає, не належать до ОС системи освіти. Іншими словами, ОС – це те, що безпосередньо не пов'язане з СО.

У свою чергу, в ОС системи освіти можна виділити:

- *цілеформувальне середовище*, яке утворюють системи ОС, що визначають вимоги до властивостей кінцевого продукту СО, якісних і кількісних показників її функціонування і розвитку, задають обмеження діяльності СО;
- *актуальне середовище*, яке утворюють системи ОС, що використовують кінцевий продукт СО, ініціюють вимоги щодо його якісних властивостей і забезпечують необхідні умови для стійкого функціонування і розвитку СО.

За простором ініціювання цілей і обмежень функціонування СО виділимо зовнішні (цілі і обмеження цілеформувального середовища ОС, що зазначені вище) і внутрішні цілі і обмеження. Отже, функціонування СО має визначатися як зовнішніми, так і внутрішніми цілями і обмеженнями, які, як правило, не збігаються.

З урахуванням цієї особливості, як суттєві складові СО виділимо:

- *внутрішні цілі і обмеження СО*, що підпорядковані цілям та обмеженням цілеформувального середовища ОС (тобто, зовнішнім цілям і обмеженням СО) і які визначають власні вимоги СО щодо властивостей свого кінцевого продукту, якісних і кількісних показників свого функціонування і розвитку, задають внутрішні обмеження і визначають потреби діяльності СО; деяка підмножина внутрішніх цілей і обмежень СО виступає як зовнішні цілі і обмеження функціонування навчальних закладів, що входять до складу СО;

- *навчальні заклади*, в яких ті, хто навчається, здобувають освіту (сюди ж включені інші типи навчально-виховних закладів, які входять до складу інституціональної СО – позашкільні заклади, заклади інтернатного типу, спортивні школи, спортивні табори і табори відпочинку, структури олімпіадного руху тощо); повна сукупність навчальних закладів утворює склад навчально-виховних закладів СО;

- *систему управління освітою*, яка забезпечує цілеспрямоване управління функціонуванням і розвитком освіти.

У свою чергу, як суттєві складові навчальних закладів виділимо:

- *учнівську складову*, яку утворює склад контингенту навчального закладу;
- *педагогічні системи*, методами і засобами яких здійснюється навчально-виховний процес (який за визначенням є цілеспрямованим процесом);

- *систему управління навчальним закладом*, що забезпечує цілеспрямоване управління функціонуванням і розвитком навчального закладу.

Суттєвими елементами системи управління освітою виділимо:

- *органи управління освітою*, які розробляють і приймають рішення щодо забезпечення стійкого функціонування і розвитку СО на тому або іншому організаційному рівні управління СО;

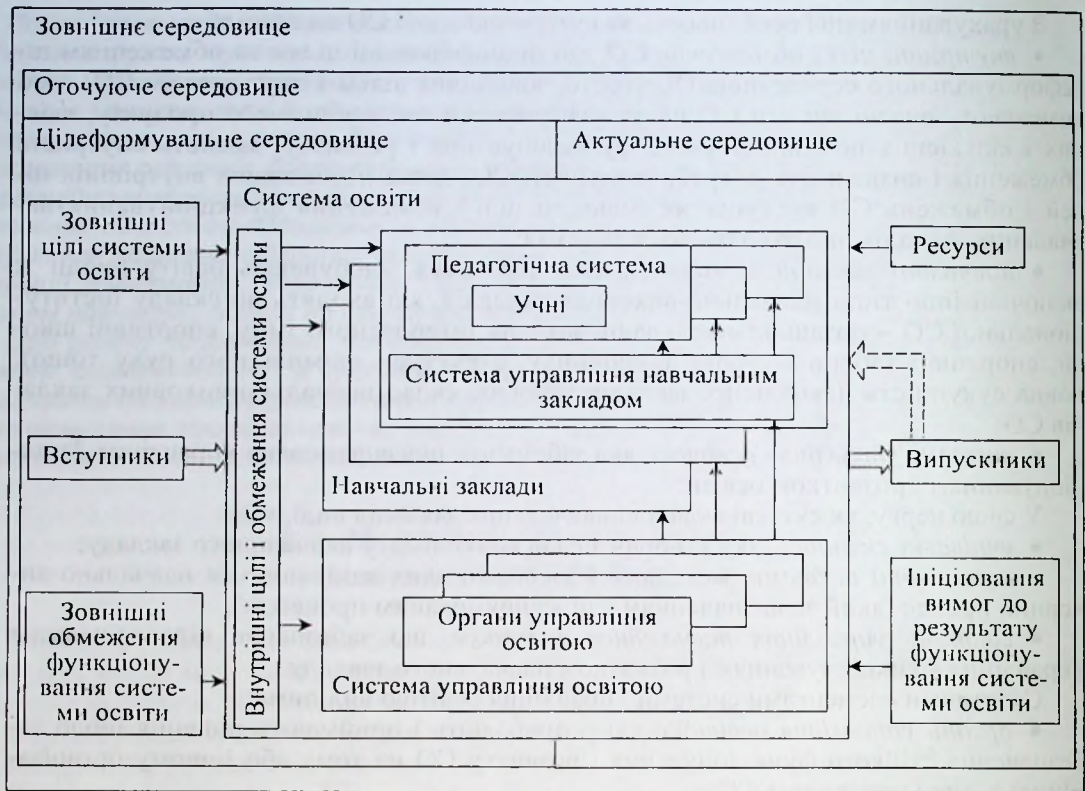
- *методи і засоби управлінської діяльності*, на основі і за допомогою яких органи управління освітою забезпечують ефективне управління функціонуванням і розвитком різнорівневої і розгалуженої системи освіти.

З урахуванням виділених складових СО і середовища її функціонування модель будови СО та її оточення можна подати, як показано на рис. 3.1-1 (див. с. 288) (на рисунку пунктиром вказаний зв'язок, який відображає той факт, що деяка частина результатів функціонування СО використовується нею у власних цілях, завдяки чому СО формує, наприклад, відповідну частку свого кадрового складу).

Ще однією продуктивною моделлю СО є її подання як деякого середовища – *освітнього середовища* щодо навчального (навчально-виховного) закладу (або їх комплексів), в якому ті, хто навчається (планують навчатися), здобувають (планують здобути) освіту, користуючись послугами СО. Ця модель відповідним чином відображає такі суттєві складові освітнього середовища, які визначально впливають на специфіку процесу здобуття освіти в часі і просторі, на характер здійснення навчально-виховного процесу, на можливості формування і використання ефективного з психолого-педагогічної точки зору навчального середовища і зрештою на якість освіти, що надається.

За таким підходом, до складу освітнього середовища входять (освітнє середовище характеризують, відображають такі його складові, підсистеми):

- *цільова складова*, за якою визначаються цілі, задання функціонування і розвитку СО і яка спричинює появу у складі освітнього середовища управлінської складової;



Р и с. 3.1-1. Модель будови системи освіти та її оточення

- *управлінська складова*, яку утворюють організаційні структури управління системами освіти (корпоративними, галузевими, регіональними, загальнодержавними);
- *навчальний заклад*, в якому створюються необхідні умови для здобуття тими, хто навчається, освіти відповідного рівня, загальноосвітнього і/або професійного спрямування, за тією чи іншою формою навчання тощо (сюди ж включені інші типи навчально-виховних закладів, які входять до складу інституціональної СО);
- *ресурсна складова*, яка включає сукупність різних ресурсів (фінансових, кадрових, організаційних, енергетичних) підтримки життєдіяльності і розвитку систем освіти;
- *нормативна складова*, яка включає законодавчо-правове і нормативно-інструктивне забезпечення, що регулює процеси освіти на рівні систем освіти різного організаційного рівня і призначення (в тому числі, освітні і освітньо-професійні стандарти).

За тим же підходом, у складі навчального закладу можна виділити:

- *учнівську складову*, яку утворює склад контингенту навчального закладу;
- *цільову складову*, яка визначає цілі функціонування і розвитку навчального закладу;
- *психолого-педагогічну складову*, яку утворюють методи і засоби навчально-пізнавальної діяльності і яка характеризує і визначає специфіку навчально-виховного процесу, що здійснюється в навчальному закладі;

- *ресурсну складову*, яку утворюють кадрові (вчителі, викладачі, вихователі, керівники, допоміжний персонал навчальних закладів), енергетичні і фінансові ресурси навчального закладу, а також система основних фондів та засобів навчання та оснащення навчальних закладів, технології забезпечення їх придатності, безпечного використання і розвитку;

- *управлінську складову*, яку утворюють організаційні структури управління навчальним закладом і яка визначає і задає специфіку організації навчання і виховання, що запроваджена в навчальному закладі;

- *нормативну складову*, яка включає законодавчо-правове і нормативно-інструктивне забезпечення, що регулює процеси навчання, виховання і освіти на рівні окремого навчального закладу або їх комплексів (у тому числі, навчальні плани і програми).

З урахуванням виділених складових освітнього середовища, модель його будови можна подати, як показано на рис. 3.1-2.

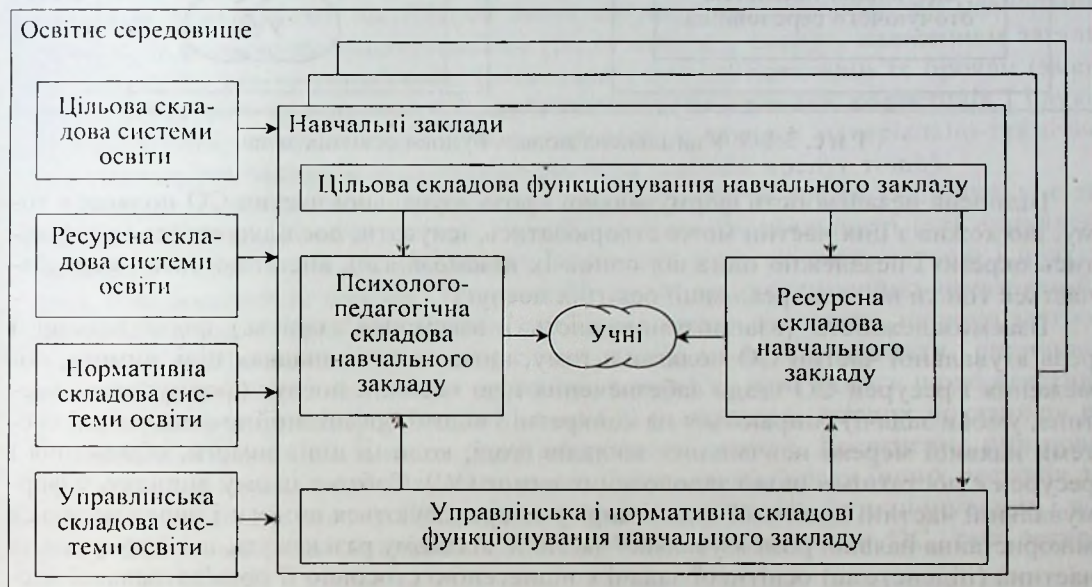


Рис. 3.1-2. Модель будови освітнього середовища

Для відображення *динамічного аспекту* функціонування СО, поглиблення розуміння ролі, яку відіграє СО та її складові при наданні освітніх послуг і взаємозв'язках з ОС розглянемо це питання з позицій задачного підходу.

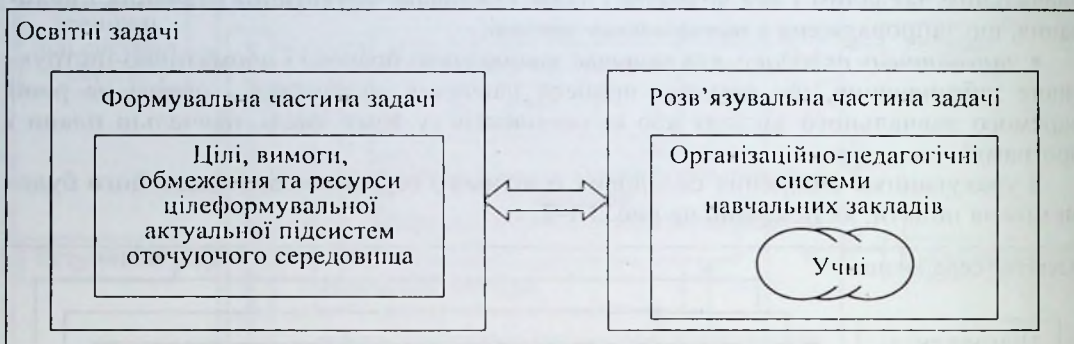
За цим підходом, при наданні освітніх послуг СО забезпечує розв'язування деякого завдання чи задачі (далі – задачі) або множини задач, що можуть бути узагальнено віднесені до одного класу освітніх задач.

У зв'язку з цим, модель освітніх задач можна подати, спираючись на узагальнену модель задачі (рис. 2.1-1, див. с. 223), яка включає в себе дві відносно незалежні, але діалектично взаємозумовлені і взаємопов'язані частини: формувальну (яка включає опис проблемної галузі і формулювання цілей задачі) і розв'язувальну (процесор задачі, що включає методи і засоби, які застосовуються або передбачається застосувати для розв'язування даної задачі або класу задач).

Стосовно освітніх задач їх формувальна частина утворюється цілями і вимогами цілеформувальної і актуальної підсистем ОС, а склад і структуру розв'язувальної частини освітніх задач формують:

- *учнівська складова*, яку утворює склад контингенту навчального закладу;
- *організаційно-педагогічні системи навчальних закладів*.

Узагальнена модель будови освітніх задач наведена на рис. 3.1-3.



Р и с. 3.1-3. Узагальнена модель будови освітніх задач

Відносна незалежність формувальної і розв'язувальної частин СО полягає в тому, що кожна з цих частин може створюватись, існувати, досліджуватись і розвиватись окремо і незалежно одна від одної. Їх взаємозв'язок висвітлюється і передбачається тільки на етапі реалізації освітніх послуг.

Взаємозалежність (взаємозумовленість і взаємопов'язаність) формувальної і розв'язувальної частин СО полягає в тому, що в одних випадках цілі, вимоги, обмеження і ресурси СО щодо забезпечення нею освітніх послуг (формувальна частина, умови задачі) спираються на конкретні і відомі організаційно-педагогічні системи наявної мережі навчальних закладів (тоді, коли ці цілі, вимоги, обмеження і ресурси є достатніми щодо задоволення вимог ОС). Тобто в цьому випадку, у формувальній частині освітньої задачі апріорно враховуються вимоги і передбачається використання наявної розв'язувальної частини. У такому разі кажуть, що формувальна частина (підсистема) освітньої задачі є віднесеною стосовно її розв'язувальної частини (підсистеми).

Коли ж цілі, вимоги і обмеження формувальної частини освітніх задач не можуть бути повністю задоволені їх розв'язувальною частиною (наприклад, при появі нових наукових знань, які потребують змін у змісті навчання, зростанні кількісної потреби у випускниках з деяких спеціальностей, появи нових спеціальностей підготовки, істотних змінах нормативної різнорівневої структури системи освіти і викликаних цим змінами в змісті і термінах навчання на кожному з освітніх рівнів підготовки, суттєвих змінах законодавчо-нормативної бази, що регулюють процеси в системі освіти), розв'язувальна частина освітніх задач повинна бути розвинута, удосконалена (в деяких випадках із зміною «потужності» і мережі навчальних закладів та їх матеріально-технічним переоснащенням, зміною якісного і кількісного складу працівників навчальних закладів, необхідністю створення і/або оновлення науково-методичного забезпечення навчально-виховного процесу тощо). Вочевидь, що на цей розвиток потребуватимуться додаткові час та

інші ресурси, в першу чергу фінансові. З урахуванням масштабів СО і повільності процесів її життєвого циклу (типової динаміки розвитку), значних обсягів ресурсів, які необхідні для забезпечення її функціонування і розвитку (викликано, насамперед, значними масштабами СО) і, одночасно, необхідності забезпечення відносної стабільності будови СО (характерно для переважної більшості великих організаційних систем), у цілеформувальній і актуальній підсистемах ОС повинні передбачатися необхідні час і ресурси для приведення розв'язувальної частини освітніх задач у відповідність до цілей, вимог і обмежень їх формувальної частини.

У деяких випадках потенціал розв'язувальної частини освітніх задач з боку СО може перевищувати потреби їх формувальної частини (наприклад, при зменшенні потреби в деяких освітніх послугах, пов'язаних у негативним розвитком демографічної ситуації, нерівномірністю соціально-економічного розвитку окремих регіонів, зникненням окремих спеціальностей підготовки). У цих випадках, поряд з деякими позитивними наслідками таких ситуацій (розвантаженням навчальних закладів, підвищенням конкуренції на ринку освітніх послуг, зниженням загальних витрат на освіту тощо) спостерігаються і суттєві негативні їх прояви (зменшення зайнятості працівників СО, руйнування викладацьких колективів і науково-педагогічних шкіл, неефективне використання наявної матеріально-технічної бази навчальних закладів, підвищення вартості освітніх послуг тощо).

В інших випадках нові прогресивні форми здобуття освіти (наприклад, е-дистанційна форма), новітні методи і засоби навчальної діяльності (які винайдені, перевірені і пропонуються, наприклад, психолого-педагогічною наукою і практикою), нові досягнення техніки і технології (наприклад, інформаційно-комунікаційні технології, комп'ютерно орієнтовані засоби навчання), які мають широко застосовуватись в освітніх системах як дидактичні засоби, можуть ініціювати і спричинювати нові освітні цілі і обмеження функціонування СО, нові вимоги щодо властивостей кінцевого результату функціонування СО (наприклад, якісних показників результатів навчальної діяльності, рівня доступності освіти). Досягнення цих нових освітніх цілей і виконання цих нових вимог будуть потребувати інших ресурсів для функціонування і розвитку СО і якщо потреба адекватного функціонування і розвитку СО усвідомлена суспільством, відповідними системами ОС, такі ресурси будуть СО надані.

Таким чином, залежно від змісту конкретних освітніх послуг та їх обсягів, а також наявного стану СО формувальна і розв'язувальна частини освітніх задач взаємопередбачають і/чи взаємоспираються одна на одну.

Застосування у відкритій освіті методів, засобів і ресурсів глобального освітнього простору, його підсистеми – єдиного інформаційного простору системи освіти (див. розділ 1.2.2), передбачає врахування при проектуванні і застосуванні педагогічних систем відкритої освіти так званої *освітньо-просторової компоненти педагогічної системи*, до складу якої входять суспільні системи, що існують і функціонують поза межами навчального закладу і які суттєво (реально і/або потенційно) впливають (можуть впливати) на хід навчально-виховного процесу, на результати навчально-виховної діяльності учнів.

Елементний склад освітньо-просторової компоненти педагогічних систем відкритої освіти, місце, яке займає ця компонента, і роль, яку вона виконує в системах відкритої освіти, будуть розглянуті у розділі 3.4.1 цієї роботи.

3.2. Моделі педагогічних систем

- Моделі будови педагогічних систем.
- Моделі функціонування педагогічних систем.

Одним з визначальних напрямів з вирішення проблем підвищення якості освіти є розвиток педагогічних систем, які є головними функціональними підсистемами освітньої системи, забезпечують її провідну функцію, визначають, в основному, властивості її кінцевого продукту.

«У широкому розумінні, педагогічна система – це: 1) об'єднання учасників педагогічного процесу, в якому висувається педагогічна мета і розв'язуються педагогічні задачі; 2) об'єднання учасників педагогічного процесу, де їх діяльність (пізнавальна, навчальна, трудова, моральна, суспільно-політична, художньо-естетична, ігрова та ін.) є джерелом педагогічної мети і засобом її досягнення одночасно. У вузькому розумінні, педагогічна система – це: 1) впорядкована кількість взаємопов'язаних компонентів, котрі утворюють єдине ціле і підпорядковані цілям виховання та навчання (Л. Вікторова); 2) соціально-обумовлена цілісність учасників педагогічного процесу з їх матеріальними і духовними цінностями, що взаємодіють на основі співробітництва між собою та з навколишнім середовищем, котра спрямована на формування і розвиток особистості» [260, 649 с.].

Отже, основним призначенням педагогічних систем є організація і підтримка навчально-виховного процесу, розв'язування педагогічних задач з метою формування і розвитку особистості. Результативність функціонування педагогічних систем тісно пов'язана з *ефективністю навчання*, під яким І. Ф. Прокопенко і В. І. Євдокімов розуміють «таку характеристику навчально-виховного процесу, за допомогою якої оцінюються результати виконуваної діяльності за ступенем їх наближення до заданої цілі». Автори пропонують три критерії ефективності навчання: *освітній*, показниками якого можуть виступати засвоєння навчального матеріалу, грамотність, швидкість читання, вміння розв'язувати задачі, самостійне виконання практичних робіт; *виховний*, показниками якого можуть виступати працьовитість, самостійність, дисциплінованість, реальна життєва позиція, ціннісні орієнтири; *розвиваючий*, показниками якого можуть виступати психічні процеси сприймання, пам'яті, уваги, уявлення, мислення [342].

У педагогічних системах відбуваються процеси (підпроцеси єдиного навчально-виховного процесу), зміст яких логічно вбирає в себе відповіді на такі питання: хто навчається, хто їх буде навчати, чому їх будуть навчати, за допомогою чого вони будуть навчатися, як їх вчити і як вони будуть навчатися. Відповіді на ці питання забезпечують, в свою чергу, можливість отримати відповідь на питання про те, як повинні бути побудовані самі педагогічні системи. Пошук відповідей на ці питання є предметом педагогіки і педагогічної психології, а їх врахування в педагогічних системах, що створюються, є завданням тих, хто проектує такі системи, впроваджує і використовує їх в освітній практиці. Продуктивним інструментом дослідження і проектування педагогічних систем є моделювання їх суттєвого складу і структури.

Послідовно розглянемо підходи і здійснимо моделювання будови і функціонування (статички і динаміки) педагогічних систем, як складових сукупності моделей систем навчання і освіти. Це дозволить в подальшому, використовуючи запропоновані єдині підходи, провезти моделювання таких найважливіших частин педагогічних систем, як методичні системи, навчальне середовище, системи засобів навчання.

Останні є невід'ємною складовою навчального середовища – простору, де розгортається навчально-пізнавальна діяльність, створюються необхідні умови здійснення навчально-виховного процесу.

3.2.1. Моделі будови педагогічних систем

Спочатку розглянемо означення педагогічної системи (ПС) з позицій системного підходу.

Педагогічна система – цілісна скінчена множина об'єктів (елементів) і зв'язків між ними, які виділені з оточуючого її середовища за ознакою належності виділених об'єктів і зв'язків до реалізації цілей навчання і виховання учнів (педагогічних цілей) в даному навчальному закладі.

Кінцевим продуктом, результатом функціонування ПС є певні здобутки учнів (знання, уміння, навички, компетентності та ін.), їх розвиток, що знаходить відображення у їх особистості (зокрема, у інтелектуальній, емоційно-вольовій сферах).

Функціонування ПС здійснюється в деякому оточуючому середовищі (ОС), до якого входять інші системи, що безпосередньо не зв'язані з ПС.

Оточуюче середовище ПС – множина об'єктів і зв'язків між ними (з їх суттєвими властивостями), що не входять до ПС, зміна властивостей яких може змінювати стан ПС або властивості яких самі можуть змінюватись під впливом ПС.

Як вже зазначалося в попередньому розділі, ПС створюються, існують і розвиваються в середовищі відповідного навчального закладу. Однак існують і інші системи, що не входять до середовища навчального закладу, об'єкти і властивості яких суттєво впливають (можуть впливати) на результати навчальної діяльності.

Дійсно, оточуюче середовище ПС становить сукупність середовищ, які послідовно входять одне в одне, утворюючи відповідні підсередовища (підсистеми) оточуючого середовища ПС:

- середовище навчального закладу;
- середовище системи освіти;
- середовище суспільства;
- природне середовище.

Тобто, оточуюче середовище ПС становить не тільки середовище навчального закладу. До складу цього середовища входять також об'єкти системи освіти, суспільства і природного оточення із своїми суттєвими зв'язками – *освітньо-просторова компонента ПС*, що існує поза межами навчального закладу, але яка суттєво (реально і/або потенційно) впливає (може впливати) на хід навчально-виховного процесу (педагогічного процесу), на результати навчальної діяльності учнів. Педагогічна система послідовно входить в ці середовища, суттєво взаємопов'язана з об'єктами кожного з цих середовищ, а тому може одночасно (там, де це є доцільним) розглядатись як деяка підсистема навчального закладу, системи освіти, відповідних систем суспільства і природи. За таким системним розумінням, сукупність ПС, що застосовуються в навчальному закладі, утворює склад ПС навчального закладу. У свою чергу, сукупність ПС, що застосовуються в системі освіти, формує склад ПС системи освіти. Таке подання будови оточуючого середовища ПС має визначальне значення для розуміння і моделювання будови і функціонування *відкритих ПС*, для визначення того місця, яке вони повинні займати, і ролі, яку мають відігравати, у *системах відкритої освіти*. Цей факт слід обов'язково враховувати у проектуванні і застосуванні ПС відкритої освіти. В подальшому при моделюванні навчаль-

ного середовища визначимо склад освітньо-просторової компоненти ПС, як однієї з найважливіших з педагогічної точки зору ресурсної складової ПС відкритої освіти – компоненти її навчального середовища (розділ 3.4).

Далі в ОС навчального закладу можна виділити:

- *цілеформувальне середовище*, яке утворюють об'єкти середовища системи освіти, що визначають вимоги до властивостей кінцевого продукту навчального закладу, якісних і кількісних показників його функціонування і розвитку, а також відповідні обмеження його функціонування і розвитку;

- *актуальне середовище*, яке утворюють об'єкти середовища системи освіти, де використовується кінцевий продукт функціонування навчальних закладів, ініціюються вимоги до його якісних властивостей і забезпечуються необхідні умови для стійкого функціонування і розвитку навчальних закладів (зміст і рівень забезпечення цих умов для навчальних закладів з боку системи освіти можуть бути різними, наприклад, для навчальних закладів з державною і недержавною формами власності).

Середовище навчального закладу – множина об'єктів і зв'язків між ними (з їх суттєвими властивостями), що існують у навчальному закладі, але не входять до ПС, проте зміна властивостей яких може змінювати стан ПС або властивості яких самі можуть змінюватись під впливом ПС. Тобто, середовище навчального закладу стосовно ПС відіграє роль її оточуючого підсередовища. Таким чином, ті об'єкти середовища навчального закладу, що не мають впливу на суттєві властивості ПС і на які ПС також не впливає, не належать до цього оточуючого підсередовища ПС.

За простором ініціювання цілей і обмежень на функціонування навчального закладу виділимо зовнішні (цілі і обмеження цілеформувального середовища ОС, що зазначені вище) і внутрішні цілі та обмеження. Отже, в своїй діяльності навчальні заклади повинні керуватися як зовнішніми, так і внутрішніми своїми цілями і обмеженнями, які, як правило, повністю не збігаються.

З врахуванням цієї особливості, як суттєві складові середовища навчального закладу виділимо:

- *внутрішні цілі і обмеження навчального закладу*, які підпорядковані цілям та обмеженням СО (тобто, зовнішнім цілям і обмеженням навчального закладу) і які визначають власні вимоги навчального закладу щодо властивостей свого кінцевого продукту, якісних і кількісних показників свого функціонування і розвитку, задають внутрішні обмеження і визначають потреби навчального закладу;

- *педагогічні системи*, на основі методів і засобів яких здійснюється навчально-виховний процес в даному навчальному закладі;

- *систему управління навчальним закладом*, що забезпечує цілеспрямоване управління функціонуванням і розвитком навчального закладу.

Отже, педагогічні системи і система управління навчальним закладом існують і розвиваються в середовищі відповідного навчального закладу.

У свою чергу, як суттєві складові ПС виділимо:

- *учнівську складову*, яку утворюють ті, хто навчається;

- *методичні системи навчання*, які визначають зміст і структуру навчально-виховного процесу;

- *навчальне середовище*, в якому розгортається навчально-пізнавальна діяльність і створюються умови для цілеспрямованого і безпечного здійснення навчально-виховного процесу.

Як суттєві складові системи управління навчальним закладом виділимо:

- *органи управління навчальним закладом*, де розробляються і приймаються рішення щодо забезпечення стійкого функціонування і розвитку навчального закладу;

• *методи і засоби управлінської діяльності*, на основі і за допомогою яких органи управління навчальним закладом забезпечують ефективне управління його функціонуванням і розвитком.

З урахуванням виділених складових навчального закладу і середовища його функціонування, модель будови середовища навчального закладу та його оточення можна представити, як показано на рис. 3.2.1-1 (див. с. 296) (на рисунку пунктиром вказаний зв'язок, який відображає той факт, що деяка частина кінцевого продукту навчального закладу використовується (може використовуватись) в ньому самому; завдяки цьому в навчальному закладі формується відповідна частка кадрового складу).

Ще однією продуктивною моделлю навчального закладу є його подання як деякого середовища ПС, за допомогою методів і засобів яких ті, хто навчається (планують навчатися) здобувають (планують здобути) освіту. Ця модель відповідним чином відображає такі суттєві складові середовища навчального закладу, які задають і визначально впливають на характер здійснення навчально-виховного процесу, на можливості формування і використання ефективного з психолого-педагогічної точки зору навчального середовища і, зрештою, на якість освіти, що надається.

За таким підходом, до складу середовища навчального закладу входять (середовище навчального закладу характеризують, відображають такі його складові, підсистеми):

• *цільова складова*, що визначає цілі функціонування і розвитку навчального закладу, спричинює появу у складі середовища навчального закладу управлінської складової;

• *управлінська складова*, яку утворюють організаційні структури управління навчальним закладом;

• *педагогічні системи*, які включають методи і засоби, завдяки яким ті, хто навчається (планують навчатися), здобувають (планують здобути) освіту;

• *ресурсна складова*, яка включає сукупність різних ресурсів (фінансових, кадрових, організаційних, енергетичних) підтримки життєдіяльності і розвитку навчального закладу;

• *нормативна складова*, яка включає законодавчо-правове і нормативно-інструктивне забезпечення, що регулює процеси освіти і навчання на рівні навчального закладу (в тому числі, освітні і освітньо-професійні стандарти).

За тим же підходом в будові ПС можна виділити:

• *учнівську складову*, яку утворюють ті, хто навчається;

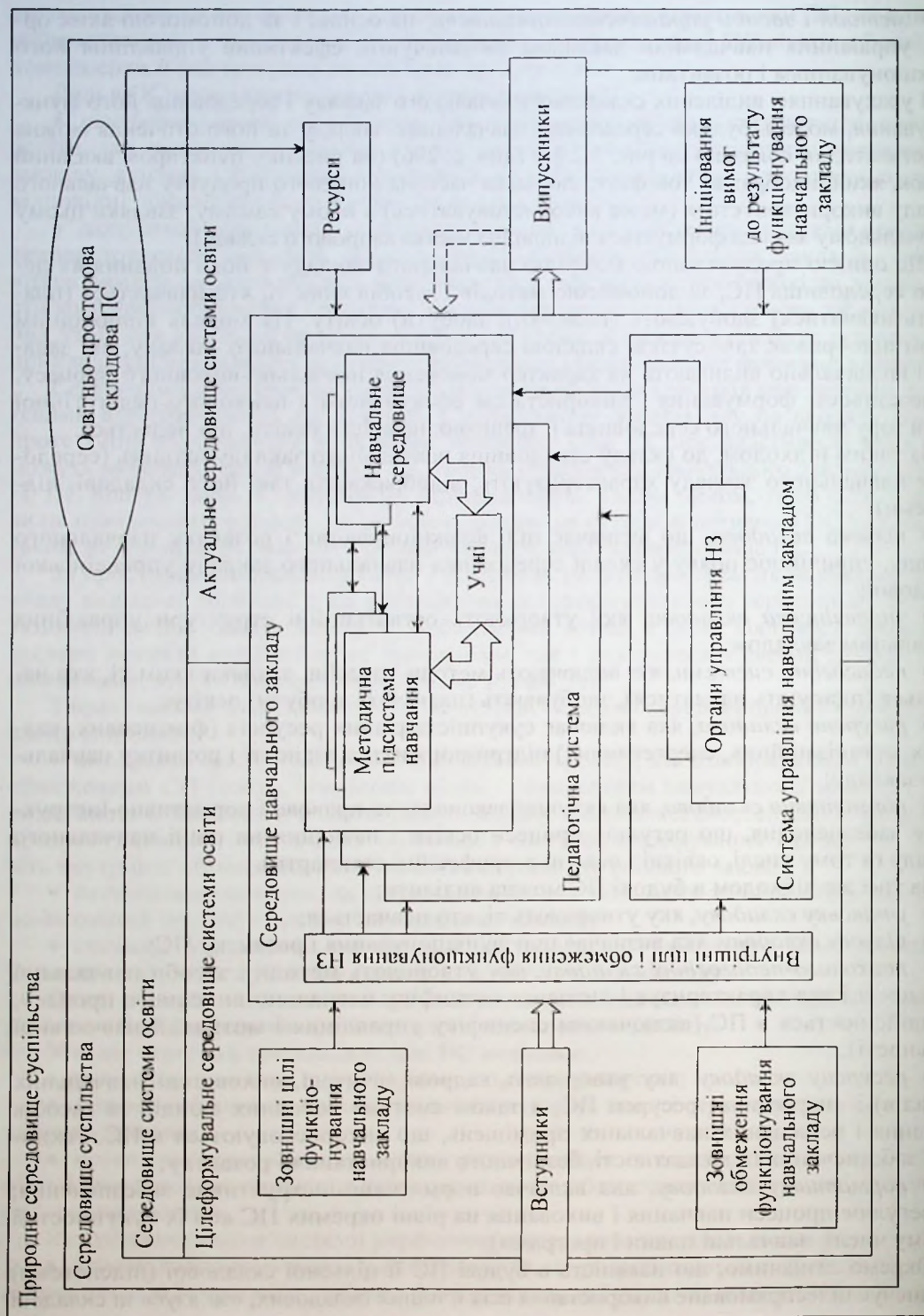
• *цільову складову*, яка визначає цілі функціонування і розвитку ПС;

• *психолого-педагогічну складову*, яку утворюють методи і засоби навчальної діяльності і яка характеризує і визначає специфіку навчально-виховного процесу, що здійснюється в ПС (включаючи специфіку управління і мотивації навчальної діяльності);

• *ресурсну складову*, яку утворюють кадрові (вчителі, вихователі навчальних закладів) і енергетичні ресурси ПС, а також система основних фондів та засобів навчання і оснащення навчальних приміщень, що використовуються в ПС, технології забезпечення їх дієздатності, безпечного використання і розвитку;

• *нормативну складову*, яка включає нормативно-інструктивне забезпечення, що регулює процеси навчання і виховання на рівні окремих ПС або їх сукупностей (в тому числі, навчальні плани і програми).

Окремо зазначимо, що наявність в будові ПС її цільової складової (підсистеми) забезпечує цілеспрямоване використання всіх її інших складових, «зв'язує» ці складові



Р и с. 3.2.1-1. Модель будови середовища навчального закладу (НЗ) та його оточення

між собою, визначає їх взаємозалежність та взаємообумовленість. Завдяки цьому, у кожній з виділених складових ПС наявні об'єкти і/або зв'язки, які несуть системоутворювальні функції. Якраз наявність в будові ПС цільової складової і системоутворювальних об'єктів і/або зв'язків дозволяють говорити про скінчену множину складових ПС (з їх суттєвими об'єктами і властивостями) як про єдину цілісну систему.

З врахуванням виділених складових ПС модель її будови в середовищі навчального закладу можна подати, як показано на рис. 3.2.1-2.

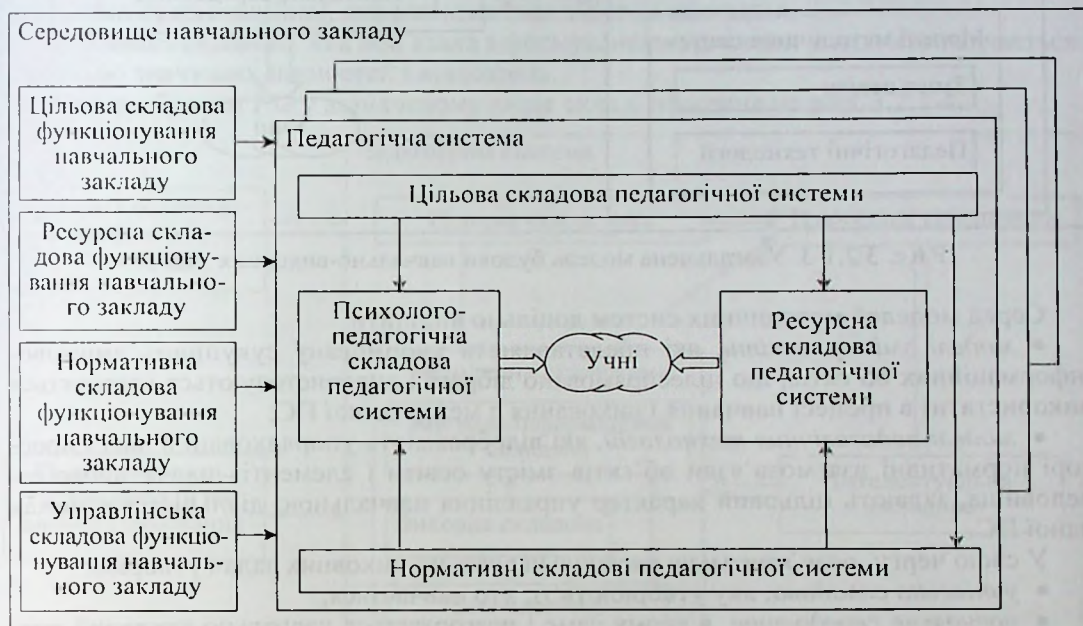


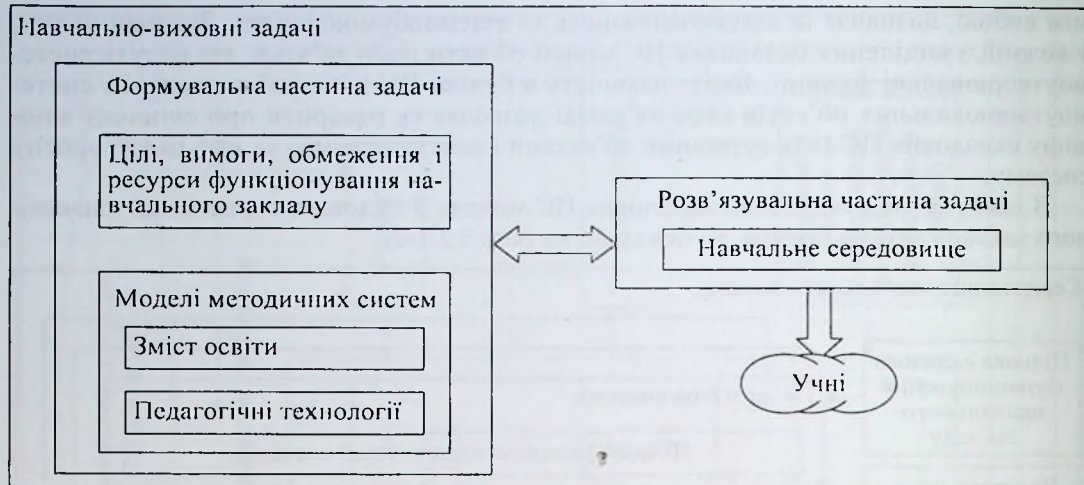
Рис. 3.2.1-2. Модель будови педагогічної системи (ПС) в середовищі навчального закладу

Для відображення *динамічного аспекту* діяльності ПС, поглиблення розуміння ролі, яку відіграють ПС та її складові при здійсненні навчально-виховного процесу і взаємозв'язки з середовищем навчального закладу розглянемо це питання з позицій задачного підходу.

За цим підходом, при здійсненні навчально-виховного процесу в ПС забезпечується розв'язування деякого завдання чи задачі (далі, задачі) або множини задач, що можуть бути узагальнено віднесені до одного класу навчально-виховних задач. Змістово-матеріальне наповнення формульованої і розв'язувальної частин навчально-виховних задач забезпечують організаційно-педагогічні системи навчальних закладів.

Спираючись на узагальнену модель будови освітніх задач, що наведена на рис. 3.1-3 (див. с. 290), узагальнену модель будови навчально-виховних задач представимо, як показано на рис. 3.2.1-3 (див. с. 298). За цією моделлю *формульовану частину* навчально-виховних задач утворюють:

- *цілі, вимоги, обмеження і ресурси функціонування навчального закладу;*
- *моделі методичних систем* – інтегрованої (за деякими критеріями) сукупності окремих методик навчання.



Р и с. 3.2.1-3. Узагальнена модель будови навчально-виховних задач

Серед моделей методичних систем доцільно виділити:

- *моделі змісту освіти*, які представляють унормовану сукупність змістово-інформаційних об'єктів, що цілеспрямовано дібрані і використовуються (планується використати) в процесі навчання і виховання в межах даної ПС;
- *моделі педагогічних технологій*, які відображають упорядковані в часі і просторі нормативні взаємозв'язки об'єктів змісту освіти і елементів навчального середовища, задають цільовий характер управління навчальною діяльністю в межах даної ПС.

У свою чергу, *розв'язувальну частину* навчально-виховних задач утворює:

- *учнівська складова*, яку утворюють ті, хто навчається;
- *навчальне середовище*, в якому саме і розгортається навчально-виховний процес, створюються необхідні умови для його успішного і безпечного здійснення.

Використовуючи логіку взаємозв'язків між формувальною і розв'язувальною частинами освітніх задач, що описані в попередньому розділі (розділ 3.1), зазначимо, що залежно від змісту конкретних навчально-виховних задач та їх трудомісткості, а також наявного стану ПС формувальна і розв'язувальна частини навчально-виховних задач взаємопередбачають і взаємоспираються одна на одну.

Узагальнюючи сказане, наведемо ще одну з можливих моделей педагогічної системи і дамо її означення.

Під *педагогічною системою* будемо розуміти упорядковану педагогічною технологією відповідно до цілей навчання і виховання сукупність змісту навчання, учасників навчально-виховного процесу та матеріальних й інформаційних елементів навчального середовища. Зміст навчання, склад учасників навчально-виховного процесу та зазначених елементів навчального середовища визначають склад ПС, а педагогічна технологія – її структуру (статичу і динаміку). У навчально-виховній діяльності ПС розглядаються на модельному рівні (при проектуванні і дослідженні навчально-виховного процесу) і на рівні натурних об'єктів і процесів (при його впровадженні).

За такою точкою зору, склад моделі педагогічної системи утворюють (педагогічну систему характеризують, відображають такі її аспекти, підсистеми):

- *цільова складова* (підсистема), яка включає загальну мету і часткові цілі навчання і виховання;
 - *інтелектуальна складова*, яку утворюють учасники навчально-виховного процесу (учні, вчителі, вихователі та інші суб'єкти);
 - *методична складова* – методична підсистема ПС;
 - *навчальне середовище* у зазначеному вище розумінні.
- У свою чергу, склад методичної підсистеми ПС утворюють:
- *змістово-інформаційна складова* (навчально-наукова, навчально-методична, навчально-організаційна), яка визначається змістом навчання;
 - *виховна складова*, яка пов'язана з формуванням і змінами у тих, хто навчається, соціально значущих цінностей і відношень.

Модель будови ПС у зазначеному вище складі наведена на рис. 3.2.1-4.

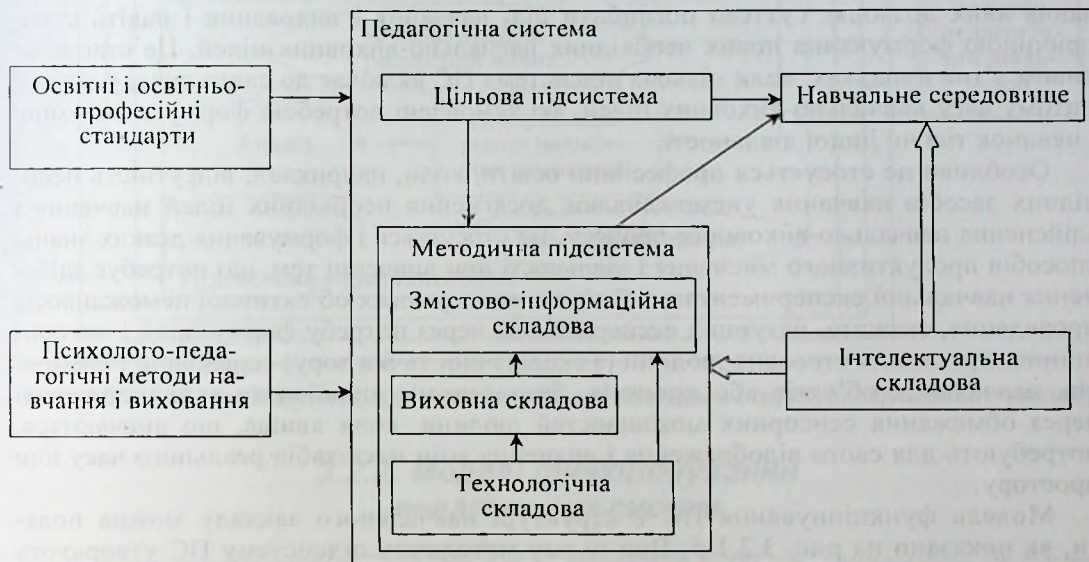


Рис. 3.2.1-4. Модель будови педагогічної системи

Загальна мета створення і подальшого впровадження ПС включає ієрархію цілей, що відображають підцілі участі в навчально-виховному процесі його учасників, а також підцілі формування і застосування змісту освіти, елементів навчального середовища і педагогічних технологій, що входять до складу ПС. Стосовно ПС її *цільова підсистема* відіграє роль її цільової системоутворювальної складової. Таким чином, основною функцією цільової складової педагогічної системи є забезпечення загальної цілеспрямованості всіх її інших складових, вияв їх цільової взаємозалежності і взаємообумовленості.

Інтелектуальна складова ПС – є ядром педагогічної системи, в головному визначає якісні показники навчально-виховного процесу, що здійснюється в ній.

У свою чергу, *педагогічна технологія* відіграє відносно ПС роль її технологічної системоутворювальної складової, відображає динаміку *структури ПС*, забезпечує поелементне та у часі ціле- і змістово спрямоване (відповідно до цільової, змістово-інформаційної і виховної її складових) упорядкування взаємозв'язків її складових.

Наявність *структури ПС* відображає не тільки взаємозв'язки її складових, а й їх взаємозалежність. Справді, властивості і особливості (параметри і характеристики) інтелектуальної складової ПС, її навчального середовища можуть суттєво вплинути на формування її цільової підсистеми. Вочевидь, що не всякі навчальні цілі можуть бути досягнені без врахування якісних показників (властивостей, особливостей), які відображають зміст навчання, характеристики учасників навчально-виховного процесу і навчальне середовище.

Якщо стосовно змісту навчання, характеристик і особливостей учасників навчально-виховного процесу і педагогічних технологій – це загальноновизнаний факт, то стосовно *засобів навчання* – це факт, який потребує подальшого усвідомлення. Тому при проектуванні педагогічних систем значна увага повинна приділятися складу і рівню розвитку систем засобів навчання, передусім таких з них, практичне застосування яких дозволяє суттєво поглибити цілі навчання і виховання і навіть стати причиною формування нових необхідних навчально-виховних цілей. Це стає важливим у тих випадках, коли цільова підсистема ПС включає до свого складу значну питому вагу навчально-виховних цілей, які зумовлені потребою формування умінь і навичок тієї чи іншої діяльності.

Особливо це стосується професійної освіти, коли, наприклад, відсутність необхідних засобів навчання унеможливорює досягнення необхідних цілей навчання і здійснення навчально-виховного процесу. Це стосується і формування деяких знань, способів продуктивного мислення і діяльності при вивченні тем, що потребує здійснення навчальної експериментальної діяльності в умовах об'єктивної неможливості проведення, скажімо, натурних експериментів через потребу формування і використання агресивних стосовно людини (з екологічної точки зору) середовищ і елементів, навчальних об'єктів або процесів, безпосереднє сприйняття яких неможливі через обмеження сенсорних можливостей людини, коли явища, що вивчаються, потребують для свого відображення і вивчення змін масштабів реального часу і/чи простору.

Модель функціонування ПС в структурі навчального закладу можна подати, як показано на рис. 3.2.1-5. При цьому методичну підсистему ПС утворюють дві підсистеми:

- змістово-технологічна;
- управління навчально-виховним процесом (НВП).

У свою чергу, змістово-технологічну підсистему становлять:

- зміст навчання;
- педагогічна технологія.

Підсистема управління НВП призначена для забезпечення:

- вимірювання навчальних досягнень учнів;
- аналізу результатів цих вимірювань щодо цілей навчання;
- функціонального впливу на змістово-технологічну підсистему та ресурсного впливу на навчальне середовище та інші ресурси функціонування навчального закладу;
- педагогічного впливу на інтелектуальну та інші складові навчального середовища.

Подальше поглиблене моделювання ПС доцільно здійснити на рівні її суттєвих (щодо даного розгляду) складових: методичних систем і навчального середовища.

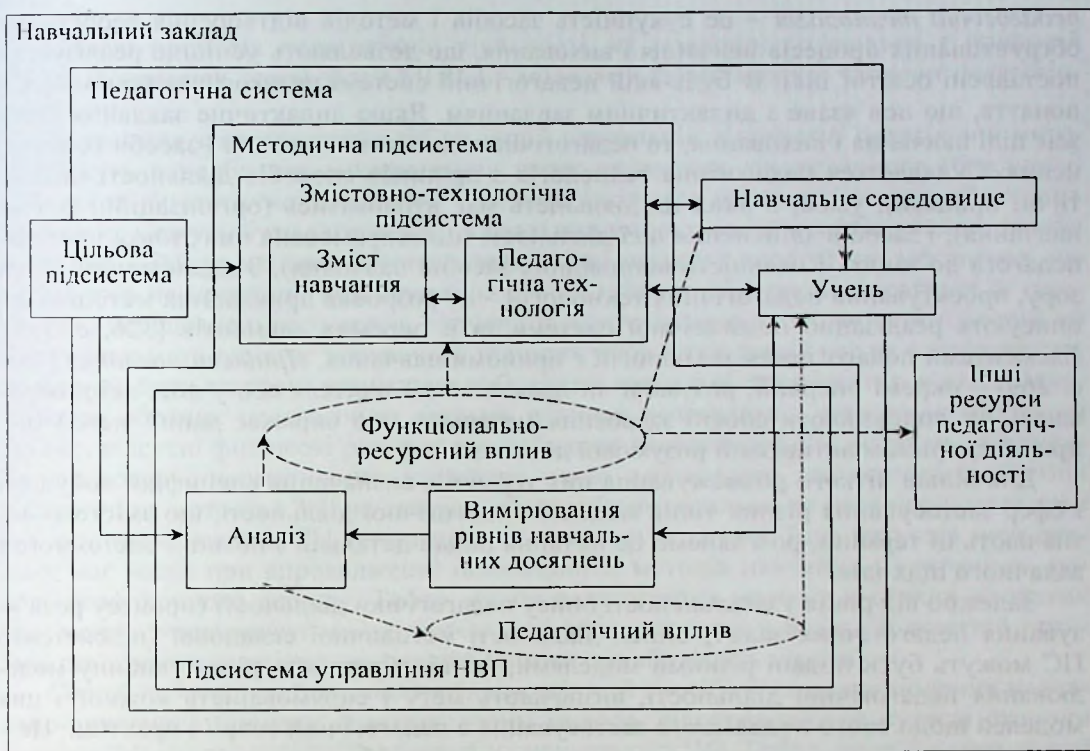


Рис. 3.2.1-5. Модель функціонування педагогічної системи в структурі навчального закладу

3.2.2. Моделі функціонування педагогічних систем

У цьому розділі з позицій системного і задачного підходів, спираючись на поняття, що введені у розділі 2.5.4, будуть розглянуті поняття – психолого-педагогічні (далі – педагогічні) методи і способи, педагогічні механізми і педагогічні технології, дані їх означення і описана їх взаємозалежність і взаємообумовленість. На цих підставах будуть визначені особливості модельного подання функціональної і забезпечувальної підсистем педагогічної системи (ПС), що відображають функціонування ПС, утворюють формувальну і розв'язувальну частини педагогічної задачі.

Непоодинокі випадки, коли терміни *педагогічний метод і спосіб, педагогічний механізм і педагогічна технологія* змістовно не розрізняються, ототожнюються і/або визначаються одне через інше. Так, наприклад, в [326, с. 313] *метод* навчання визначається як *спосіб* досягнення навчальної мети, системи послідовних, взаємозв'язаних дій учителя й учня, які забезпечують засвоєння змісту освіти. Там же, на стор.315, *методи* навчання визначаються як «*способи роботи вчителя та учня, за допомогою яких досягається оволодіння знаннями, уміннями та навичками, формується світогляд учнів, розвиваються їх здібності*». В [374, 1338 с.] *технологія* (від грец. *techone* – мистецтво, майстерність, вміння та *логія*) визначається як сукупність *методів* діяльності (опрацювання, виготовлення, зміни станів, властивостей, форми сировини, матеріалів), що здійснюються у процесі виробництва. В педагогіці

педагогічна технологія – це сукупність засобів і методів відтворення теоретично обґрунтованих процесів навчання і виховання, що дозволяють успішно реалізувати поставлені освітні цілі. В будь-якій педагогічній системі педагогічна технологія – поняття, що пов'язане з дидактичним завданням. Якщо дидактичне завдання виражає цілі навчання і виховання, то педагогічна технологія – методи і засоби їх досягнення. Складається педагогічна технологія з приписів способів діяльності (дидактичні процеси), умов, в яких ця діяльність має втілюватись (організаційні форми навчання), і засобів здійснення цієї діяльності (цілеспрямована підготовка вчителя-педагога до занять і наявність відповідних засобів навчання). З дидактичної точки зору, проектування педагогічних технологій – це розробка прикладних методик, що описують реалізацію педагогічної системи та її окремих елементів [326, с. 359]. Елементами педагогічних технологій є прийоми навчання. *Прийоми навчання* [161, с. 269] – окремі операції, розумові чи практичні дії вчителя або учнів, які розкривають чи доповнюють спосіб засвоєння матеріалу, що виражає даний метод (наприклад, прийом активізації розумової діяльності...).

Для більш чіткого розмежування цих термінів, визначення специфіки побудови і сфер застосування різних типів моделей педагогічної діяльності, що змістово визначають ці терміни, розглянемо це питання більш детально з позицій системного і задачного підходів.

Залежно від рівня узагальненості опису педагогічної діяльності (процесу розв'язування педагогічних задач) описи діяльності методичної складової (підсистеми) ПС можуть бути подані різними моделями, які відображають різну глибину моделювання педагогічної діяльності, визначають мету і спрямованість кожної з цих моделей щодо свого подальшого застосування в педагогічній теорії і практиці. Це – моделі педагогічних методів навчання і виховання, обрані для застосування в навчальному процесі, а також моделі педагогічних механізмів і педагогічних технологій, які відображають певні педагогічні методи.

Спочатку введемо поняття педагогічного методу і способу педагогічної діяльності як деяких ідеальних і/або матеріалізованих моделей ПС в розумінні, що наведене в розділах 2.1 і 2.5.4).

Метод педагогічної діяльності (педагогічний метод) – це деяке подання процесу навчання і виховання, що спирається на знання про людину, закони природи і суспільства, а також практичний педагогічний досвід і характеризує такі особливості цього процесу, які визначаються цілями застосування даного методу в певному навчально-виховному процесі.

Тобто, педагогічний метод – це одна з можливих моделей навчально-виховного процесу, яка відображає функціональний (цільовий відносно оточуючого ПС середовища – ОС) зміст (функціональний, цільовий аспект) цього процесу. Таким чином, педагогічний метод – це *ідеальна* модель навчально-виховного процесу (модель процесу педагогічної діяльності – МППД), функціональна модель ПС. У таких моделях, як правило, не відображаються особливості реалізації навчально-виховного процесу в ідеалізованому або реальному навчальному середовищі (НС), які є достатніми для застосування на практиці (тобто, глибина опису процесу навчально-виховної діяльності в МППД, переважно, не є достатньою для практичного застосування обраного методу, що описується цією моделлю). У контексті даного розгляду МППД назвемо тут *гіпотетичними моделями* навчально-виховного процесу, що здійснюється в ПС. Навчальне середовище є багатофункціональним, а тому в цьому середовищі може здійснюватись кілька педагогічних методів.

Моделі процесів педагогічної діяльності, як правило, подаються в описовій формі. В термінах теорії задач МППД є моделями формувальної частини педагогічної задачі.

Обрані для застосування в тій чи іншій навчальній діяльності педагогічні методи можуть передбачати використання таких складових гіпотетичного (бажаного) НС, таких гіпотетичних (бажаної) взаємозв'язків між ними, які за тих або інших причин не можуть бути застосовані в реальних умовах навчання (наприклад, засоби навчання – ЗН, на які орієнтуються педагогічні методи і педагогічні механізми, ще не існують на практиці, недоступні за різних причин, або ще не досягнуті їх гіпотетично передбачені параметри; навченість вчителів не відповідає передбаченій чи досягненню мети вимагає такого часу та інших умов, які в даний час не є можливими; не можуть бути створені спеціально побудовані навчальні приміщення, в яких відповідно до обраних педагогічних методів повинен розгортатись навчально-виховний процес; відсутні фінансові ресурси для побудови необхідного НС; існують обмеження законодавчо-нормативного характеру щодо легітимного застосування новітніх педагогічних методів і ЗН; не створені або експериментально не перевірені методики використання новітніх ЗН і педагогічних технологій та ін.). Така ситуація непоодиноким має місце при впровадженні інноваційних методів навчання і виховання, нового педагогічного досвіду. Тобто, описи педагогічних методів в деяких випадках утворюють *гіпотетичні моделі навчальної діяльності*, які в реальній освітній практиці реалізувати повністю неможливо (тимчасово або навіть ніколи).

Спосіб педагогічної діяльності (педагогічний спосіб) – це деяке подання навчально-виховного процесу, в якому, окрім іншого, відображаються суттєві сторони реалізації (аспект реалізації) педагогічного методу в НС. Тобто, спосіб педагогічної діяльності – це одна з можливих реалізуючих моделей навчально-виховного процесу, що відображає специфіку здійснення цього процесу. Таким чином, спосіб – це модель реалізації педагогічної діяльності в конкретному НС (ідеалізованому або реальному), забезпечувальна модель ПС. Тому педагогічні способи можна назвати ще способами будови НС, способами будови розв'язувальної системи (РС) ПС, підкреслюючи тим самим реалізуючий аспект будови НС і ПС. У педагогіці використовується також термін *форми педагогічної діяльності*, який, на наш погляд, є тотожним терміну *спосіб педагогічної діяльності*.

Спосіб педагогічної діяльності, таким чином, можна розглядати як подальшу деталізацію педагогічного методу, що відображає конкретну реалізацію педагогічного методу в НС. Або, що є тим самим, педагогічний метод є деяким узагальненням способу педагогічної діяльності, в якому не відображаються особливості реалізації методу в певному НС. Тому, одному педагогічному методу може відповідати множина способів педагогічної діяльності. Або: деяка множина педагогічних способів може відображати іншу множину (конкретне різноманіття) можливих реалізацій одного педагогічного методу. Іншими словами, в загальному випадку, гіпотетичні моделі діяльності ПС можуть бути реалізованими різними способами педагогічної діяльності (різними педагогічними механізмами і педагогічними технологіями). Або: визначена множина педагогічних способів реалізує певну гіпотетичну модель діяльності ПС.

У термінах теорії задач педагогічний спосіб можна визначити як процедуру (систему послідовно виконуваних операцій), здійснення якої може забезпечити розв'язування педагогічної задачі в НС. У тих же термінах моделі педагогічних способів (МПС) є моделями розв'язувальної частини педагогічної задачі.

Одночасно можна сказати, що педагогічний метод і педагогічний спосіб об'єднує те, що як метод, так і спосіб виступають як відповідні моделі навчально-виховної діяльності, що подають як процес цієї діяльності, так і НС. Суттєва ж різниця полягає в різній конкретизації цього подання.

У загальному випадку, гіпотетичні моделі діяльності в ПС можуть бути реалізовані різними способами педагогічної діяльності (різними педагогічними механізмами і педагогічними технологіями). Іншими словами, визначена множина педагогічних способів реалізує певну гіпотетичну модель діяльності ПС.

Далі введемо поняття педагогічного механізму і педагогічної технології з позицій, які застосовувалися при введенні понять педагогічного методу і педагогічного способу. Таке багатогранне поняття, як педагогічна технологія, буде розглянуте ще й далі з інших позицій, що, однак, не суперечать тут застосованим.

У психолого-педагогічній науці і освітній практиці для описування складу і структури навчально-виховного процесу (процесу розв'язування педагогічних задач) поряд з *технологією* розв'язування педагогічних задач (здійснення різних видів навчально-виховної діяльності) використовується також термін – *механізми* розв'язування педагогічних задач (здійснення навчально-виховної діяльності). Існує багато підходів щодо тлумачення психологічного механізму. Проаналізувавши ці підходи, Залевська О. О., наприклад, виділяє такі три основні складові психологічного механізму: *будову об'єкта*, його *структурні характеристики*; *процес*, тобто деяку сукупність дій і операцій або ряд процесів; *взаємозв'язки структури і процесу*. Деякі автори, як зазначає Залевська О. О., відносять до психологічного механізму ще й його *результат* (з чим погодитись важко. – Авт.), додаючи до цього ще функцію і умови соціальної діяльності [204, 205]. Машбиць Ю. І. визначає механізм системи як теоретичний конструкт, який описує взаємозв'язки компонентів системи, що забезпечує її функціонування. Якщо система є предметом психології, ці механізми повинні описувати взаємозв'язки на психологічному рівні, тобто виступати як психологічний механізм [280].

Непоодинокі випадки, коли терміни *педагогічний механізм* і *педагогічна технологія* використовуються некоректно, а моделі, які їх подають, використовуються помилково. Тому доцільно навести наше тлумачення цих семантично наближених, але все ж такі різних (за деяким суттєвими ознаками, що нижче зазначені) понять і, таким чином, розглянути підходи щодо їх коректного використання при описуванні процесу розв'язування педагогічних задач (діяльності різних ПС). Вочевидь, що коли нижченаведені ознаки описування процесу розв'язування задач не є суттєвими для конкретного розгляду реалізації певної педагогічної задачі (функціонування ПС), використання кожного з цих термінів є еквівалентним (ці терміни можуть вживатись рівнозначними).

Педагогічний механізм (механізм педагогічної діяльності) – це певне подання навчальної діяльності, що описує функції ПС відповідно до обраних педагогічних методів і орієнтоване на таке НС, складові якого реально існують на практиці і теоретично доступні для застосування в навчально-виховному процесі, на такі параметри складових НС і зв'язки між ними, що забезпечує чітке (безпомилкове) відтворення в навчально-виховному процесі обраних педагогічних методів, які мають бути визначеними і *по можливості* врахованими при реалізації ПС.

Однак у педагогічних механізмах не враховуються можливі *технологічні обмеження* реального НС. Тобто, описи педагогічного механізму утворюють *ідеалізовані* моделі навчальної діяльності, що відображають теоретично очікуваний навчально-

виховний процес. У реальних ПС реалізувати такі моделі повністю, як правило, видається (як і у випадку гіпотетичних моделей навчальної діяльності) неможливим (тимчасово або навіть ніколи).

У педагогічних технологіях враховується реальна придатність ПС для розв'язування педагогічних задач, реального забезпечення виконання умов, що сформульовані у формувальній частині моделі педагогічної задачі. При цьому *розв'язувальна частина* (РЧ) ПС (її процесор) характеризується в моделі педагогічної задачі своєю «пристосованістю» до розв'язування педагогічних задач даного класу (здійснення відповідної множини видів навчально-виховної діяльності) і «потужністю» щодо реальної можливості отримання кінцевого рішення (завершення навчально-виховної діяльності) як за обсягом необхідних дій (кількістю окремих операцій, що необхідно здійснити; обсягом даних, що необхідно опрацювати, та ін.), так і за припустимий (виділений) час.

У свою чергу, можна сказати, що педагогічний механізм і педагогічна технологія відображають упорядковану сукупність прийомів використання ЗН, що входять до складу НС. Таким чином, педагогічний механізм і педагогічна технологія виступають як відповідні реалізуючі моделі навчально-виховної діяльності і описують як навчально-виховний процес, так і НС з різною глибиною опису. Для повного модельного подання НС як матеріального об'єкта зазначені моделі доповнюються іншими ідеалізованими моделями, в яких відображаються суттєві особливості матеріалізації педагогічних способів у відповідних елементах моделей НС (наприклад, у проектно-технічній документації на технічні засоби навчання, методичних рекомендаціях для вчителів і учнів, інструктивних матеріалах для керівників навчальних закладів і органів управління освітою).

Педагогічна технологія є процесуальним інструментом РЧ педагогічної задачі, моделлю «процесора» педагогічної задачі, як реального засобу педагогічної діяльності (з його конкретними властивостями) в інструментальному середовищі розв'язування педагогічних задач (здійснення навчально-виховної діяльності). При цьому педагогічна технологія представляє структуру реального інструментального середовища (процесора педагогічної задачі) на рівні певних параметрів навчально-виховного процесу.

До складу певного інструментального середовища (тобто НС) входить певний склад ЗН (систем ЗН), що виступають в якості об'єктів (одних з можливих типів об'єктів) педагогічної технології. Ці об'єкти НС (тобто ЗН) мають конкретні властивості (ЗН притаманні конкретні значення відповідних параметрів). Таким чином, педагогічна технологія є орієнтованою на *реальне і визначене* наявне або потенційне інструментальне середовище розв'язування педагогічних задач, класу педагогічних задач (здійснення навчально-виховного процесу), на *конкретні* значення параметрів елементів його складу і структури. В НС педагогічна технологія може подаватись як у формі ідеальних, так і у формі матеріальних моделей.

Змістова близькість понять педагогічного механізму і педагогічної технології полягає у тому, що:

по-перше, як педагогічні механізми, так і педагогічні технології є відповідними *моделями навчально-виховного процесу, моделями розв'язувальної частини* НС і ПС (РЧ моделі педагогічної задачі), відповідними моделями способів педагогічної діяльності. Тому вважають, що очікувані результати навчальної діяльності можуть бути досягнуті різними способами, застосовуючи різні педагогічні механізми, різні педагогічні технології;

по-друге, як педагогічні механізми, так і педагогічні технології спираються на відомі та обрані в даному конкретному випадку педагогічні методи (методи розв'язування певних педагогічних задач, певного класу педагогічних задач);

по-третє, як педагогічні механізми, так і педагогічні технології є *нормативними моделями* навчально-виховного процесу, використання яких забезпечує досягнення певних результатів навчальної діяльності, унормованих в освітніх (освітньо-професійних) стандартах. Ця нормативність виявляється також у тому, що в цих моделях не враховуються (не можуть бути враховані) суттєві особливості діяльності конкретних учасників певного навчально-виховного процесу (передусім, майстерності вчителя, особливостей вияву при навчанні творчих підходів учасників навчально-виховного процесу);

по-четверте, як педагогічні механізми, так і педагогічні технології є віднесеними моделями стосовно визначеної РЧ ПС;

по-п'яте, на відміну від педагогічних методів, опис яких не відображає або тільки частково характеризує шлях практичного розв'язування педагогічних задач, педагогічні механізми і педагогічні технології спираються на наявне або потенційне НС, на його певну будову (склад і структуру). Тобто, вони повністю описують як формувальну, так і розв'язувальну частини педагогічної задач.

Суттєва різниця між цими поняттями полягає в тому, що:

по-перше, педагогічні механізми – це *ідеалізовані моделі педагогічної діяльності*, в яких відображаються тільки ефективні (безпомилкові) операції, тоді як педагогічні технології – це *моделі реальної педагогічної діяльності*, що здійснюється в реальних умовах і обмеженнях освітньої практики, в реальному НС, в реальній ПС. Педагогічні механізми відтворюються у відповідних педагогічних технологіях реального НС, тому поширення на педагогічні технології характеристики «абстракції безпомилковості» не є правомірним;

по-друге, в педагогічних механізмах і педагогічних технологіях, як відповідних моделях способів педагогічної діяльності, ці способи відображаються з *різною глибиною конкретизації*;

по-третє, педагогічні механізми є віднесеними моделями стосовно *ідеалізованої* РЧ ПС, тоді як педагогічні технології є віднесеними моделями стосовно *реальної* РЧ ПС, реального НС.

Зазначимо, що педагогічні технології спираються на реальні (наявні) ЗН, параметри яких можуть повністю не відповідати вимогам, що теоретично закладені у відповідних педагогічних механізмах (ідеалізованих моделях навчально-виховного процесу). Тому педагогічна діяльність в реальній ПС, що функціонує на базі реальних педагогічних технологій, може повністю не відтворювати закладені в них педагогічні механізми; вносити в характер функціонування і розвитку ПС, в параметри і характеристики кінцевих результатів їх функціонування похибки, спричинені неточністю відтворення в ЗН і технологіях педагогічної діяльності передбачених в педагогічних механізмах їх теоретично обґрунтованих властивостей.

Отже, можна говорити про технологічні обмеження педагогічних механізмів, які, по суті, є обмеженнями складових будови РЧ реального НС – його складу і структури, обмеженнями розв'язувальної підсистеми ПС. В першу чергу, це обмеження ЗН, що застосовуються (передбачається застосувати) в НС для здійснення навчально-виховного процесу. Ці обмеження зумовлені рівнем розвитку науково-технічного прогресу, соціально-економічного розвитку суспільства, масштабами досягнень науки і техніки, глибиною їх усвідомлення суспільством і окремими працівниками

навчальних закладів і органів управління освітою, поширенням практичного застосування певних засобів навчання і педагогічних технологій в освітній практиці та ін.

Таким чином, позитивний поступ науково-технічного прогресу і соціального розвитку суспільства, «каналізують» процеси створення новітніх (нових поколінь) ЗН і розроблення нових педагогічних технологій. В свою чергу, в міру створення новітніх ЗН і педагогічних технологій створюються потенційні умови для розробки таких нових, осучаснених педагогічних механізмів і педагогічних технологій, які б відповідали нагальним і перспективним потребам системи освіти, суспільства. Тому педагогічні методи і педагогічні способи, педагогічні механізми і педагогічні технології є взаємообумовленими і взаємозалежними, а тому повинні розвиватись і впроваджуватись у практику освіти комплексно і збалансовано.

Виділяють класи педагогічних задач (видів педагогічної діяльності), для яких існують (є у наявності або є потенційно) певні, виважені з педагогічної точки зору, механізми їх розв'язування. Говорять також про класи педагогічних задач, для яких можна застосувати певні, доцільні, ефективні з педагогічної точки зору, технології їх розв'язування.

Однак ця ефективність досягаються, як правило, тільки в межах даної педагогічної задачі, класу педагогічних задач (її/його цільового поля і предметної галузі).

Якщо, наприклад, кажуть, що віднайдено (існує) ефективний (за деякою системою критеріїв) педагогічний механізм розв'язування деякої педагогічної задачі (класу педагогічних задач, психолого-педагогічної проблеми, здійснення навчально-виховного процесу), то ефективність досягається, як правило, тільки в межах даної педагогічної задачі, класу педагогічних задач (її/його цільового поля і предметної області). Зміна цілей і предметної галузі педагогічної діяльності може привести до іншої системи критеріїв ефективності педагогічної задачі, що розв'язується, і обмежень педагогічної діяльності, що здійснюється. За тією ж логікою, застосування ефективного педагогічного механізму розв'язування деякої педагогічної задачі в деякій ПС є умовою необхідною, але недостатньою. Зміна, наприклад, параметрів (складу, структури) НС, зазначені вище технологічні обмеження педагогічного механізму можуть призвести до порушення ефективності розв'язування педагогічної задачі за допомогою даного НС та за обраною системою критеріїв ефективності задачі.

Спираючись на вищевведені поняття педагогічного методу, педагогічного способу, педагогічного механізму і педагогічної технології функціонування ПС, підсумуємо:

Залежно від рівня узагальненості опису функціонування ПС певна ПС може бути описана за допомогою різних змістово взаємопов'язаних моделей, що є результатом моделювання ПС з різною глибиною подання. Ці моделі відображають цілі побудови, предметну галузь і спрямованість кожної з них щодо подальшого застосування в освітній практиці.

Залежно від призначення ПС до складу цих моделей входять:

- моделі процесів педагогічної діяльності (МППД), що відображають педагогічні методи, обрані учасниками навчально-виховного процесу відповідно до цілей і предметної галузі функціонування ПС, а також моделі способів педагогічної діяльності (МПС), що деяким чином відтворюють у реалізованих моделях ДС відповідні їм методи функціонування (тобто МППД);

- моделі педагогічних механізмів (МПМ) і моделі педагогічних технологій (МПТ), за допомогою яких описують з різною глибиною будову ПС (її статичну і динамічну), є деякими конкретизаціями МПС.

У контексті цього розгляду на рис. 3.2.2-1 наведені моделі функціонування ПС як деякої задачної системи, в якій відображаються як особливості модельного подання в ПС формувальної і розв'язувальної частин педагогічних задач (задачний підхід), так і специфіка подання в ПС її функціональної і забезпечувальної підсистем (системний підхід).

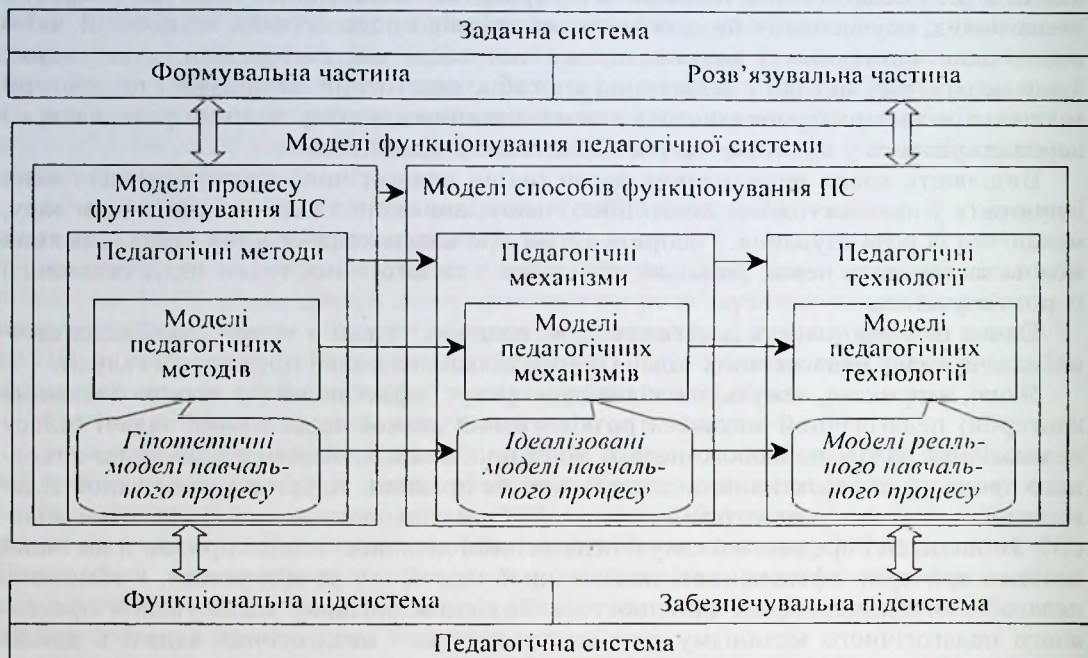


Рис. 3.2.2-1. Моделі діяльності педагогічної системи задачної системи

Таблиця 3.2.2-1

**Типи моделей функціонування педагогічної системи (ПС)
та можливі форми їх існування, засоби навчання та процеси в ПС,
а також типи підсистем ПС**

Типи моделей функціонування педагогічної системи	Форми існування моделей			Засоби навчання і процеси функціонування ПС та типи підсистем ПС				
	Ідеальна	Ідеалізована	Матеріальна	Гіпотетичні засоби навчання і процеси в ПС	Ідеалізовані засоби навчання і процеси в ПС	Засоби навчання і процеси функціонування реальних ПС	Функціональна підсистема ПС	Забезпечувальна підсистема ПС
Моделі процесу педагогічної діяльності (МППД)	+	+		+			+	
Моделі педагогічного способу (МПС)	+	+	+		+	+		+
Моделі педагогічного механізму (МПМ)	+	+			+			+
Моделі педагогічної технології (МПТ)	+	+	+		+	+		+

Всі зазначені типи моделей пов'язані з описом складу і структури функціонування ПС на етапах їх теоретичних досліджень, проектування і подальшого застосування на практиці. При цьому МППД і МПМ, як правило, застосовуються на етапах теоретичних досліджень і при проектуванні ДС. У свою чергу, МПТ переважно використовуються для описування педагогічної діяльності, широко застосовуються при впровадженні і застосуванні ПС на практиці. Ці моделі є дуже корисними у навчанні (перенавчанні, підвищенні кваліфікації) вчителів.

Типи моделей функціонування ПС та можливі форми їх існування, засоби навчання та процеси в ПС, а також типи підсистем ПС наведені в таблиці 3.2.2-1.

Зазначимо, що відповідно до введеного у розділі 2.2 поняття архітектури системи, модель архітектури ПС за своєю сутністю і будовою більш наближена до МППД, може розглядатися як один з можливих різновидів МПМ і тому, як правило, не передбачає описування способів педагогічної діяльності.

3.3. Моделі методичних систем навчання та їх проектування

- Моделі методичних систем навчання.
- Проектування методичних систем навчання відкритої професійної освіти.
- Зміст і особливості організації робіт з визначення навчальних потреб учнів, які навчаються е-дистанційно.
- Особливості навчальних стилів учнів та підходи до їх аналізу, врахування та удосконалення.
- Моделі оцінювання результатів функціонування системи освіти.
- Цілі створення, будова і функції проектного середовища та технологічна модель проектування е-методичних систем навчання відкритої освіти.
- Цілі створення, будова і функції проектних команд із створення е-методичних систем навчання відкритої освіти.

Методичні системи навчання є відповідними складовими (підсистемами) педагогічних систем, в яких здійснюється навчально-виховний процес. Ці складові призначені для забезпечення умов формування змістового, технологічного та організаційного фундаменту навчально-виховного процесу, досягнення якості освіти.

Тому створення ефективних педагогічних систем значною мірою пов'язане з дослідженням і моделюванням методичних систем, з визначенням їх елементного складу і структури, статички і динаміки взаємозв'язків цих елементів з позицій, що забезпечують досягнення визначених цілей навчання і виховання.

У навчально-пізнавальній діяльності методичні системи розглядаються на модельному рівні (при проектуванні і дослідженні навчально-виховного процесу) і на рівні натуральних об'єктів і процесів (при його впровадженні і здійсненні).

У цьому розділі будуть розглянуті моделі методичних систем навчання, підходи до проектування методичних систем навчання відкритої професійної освіти.

3.3.1. Моделі методичних систем навчання

Наведемо означення методики навчання (використовуються також терміни методика навчального предмета, часткова методика навчання), що надаються у спеціальній літературі.

Методика навчального предмета. «У навчанні розрізняють три нерозривно пов'язаних між собою аспекти: 1) навчальний предмет або зміст освіти; 2) діяльність

учителя – викладання; 3) діяльність учнів – навчання. Завдання методики як науки – дослідити закономірні зв'язки між цими трьома аспектами навчання й на основі пізнаних закономірностей опрацювати вимоги до навчального предмета, викладання і навчання». [159, 495 с.]. В [161, с. 206] методика навчального предмета визначається як галузь педагогічної науки, яка досліджує закономірності вивчення *певного навчального предмета*. В [326, с. 315] цей термін визначається як часткова дидактика, теорія навчання певного навчального предмета; розглядає різні форми взаємодії викладача й учня в оволодінні змістом *конкретного предмета*. Навчальний предмет, дисципліна навчання, в [326, с. 268] визначені як система знань, умінь, навичок, зібраних з відповідних галузей науки, техніки й культури для вивчення. «Навчальний предмет – педагогічно адаптований і ціннісно зорієнтований зміст конкретної науки, певної галузі діяльності, в якому представлено дидактично обґрунтовану систему знань (поняття, теорії, методи, факти, світоглядні і морально-етичні ідеї, напрями практичного застосування тощо), умінь, навичок, відібрані відповідно до цілей навчання, вікових можливостей тих, хто навчається» [267, с. 537]. «Оскільки загальні закономірності навчання визначаються дидактикою, методику окремого навчального предмета правомірно розглядати як часткову дидактику. До складу багатьох навчальних предметів входять основи різних галузей відповідної науки (наприклад до складу математики – арифметика, алгебра, геометрія, тригонометрія, математичний аналіз, до складу курсу біології – ботаніка, зоологія, анатомія, фізіологія і гігієна людини, загальна біологія тощо). Тому розрізняють загальну методику навчального предмета і часткові методики» [159, с. 494].

Отже, введення у зазначені означення категорії *конкретний (певний) предмет, система знань, умінь і навичок*, а також *часткова дидактика* передбачає той факт, що методики навчання безпосередньо спрямовані і відображують зміст навчання і педагогічну технологію, які застосовуються при вивченні *певної навчальної одиниці*, в якості якої може розглядатися, наприклад, і навчальний предмет.

Оскільки часткова методика навчання за означенням безпосередньо спрямована на конкретну навчальну одиницю (певний предмет), то в її назві слово *часткова* доцільно опустити і використовувати термін – *методика навчання*.

Методика навчання:

- спрямована на забезпечення цілей навчання і виховання;
- ґрунтується на змісті навчання, що сформований для досягнення цілей навчання даної навчальної одиниці; відображає психолого-педагогічні методи навчання і виховання, які обрані для навчання даної навчальної одиниці;
- визначає діяльність учасників навчально-виховного процесу, організацію їх взаємодії, характер і структуру використання ними ресурсів навчального середовища, що застосовуються для забезпечення навчання і виховання за даною навчальною одиницею.

Таким чином, під *методикою навчання* будемо розуміти нормативну модель навчально-виховного процесу (навчання) в межах однієї навчальної одиниці, що відображає упорядкованість (поелементну у часі і просторі, відповідно до цілей навчання і виховання і з врахуванням обраної педагогічної технології) діяльності учня (тих, хто навчається) стосовно змісту навчання та елементів навчального середовища з певної навчальної одиниці.

Нормативна модель методики навчання (нормативна методика навчання, або просто, методика навчання) відрізняється від *реальної методики* навчання, що здійснюється в реальному навчальному середовищі. Реальна методика навчання спира-

ється на нормативну, проте в ній враховуються характеристики наявного навчального середовища та віддзеркалюється творчий аспект діяльності учасників навчально-виховного процесу (наприклад, специфіка навчального середовища конкретного навчального закладу; майстерність вчителя, додаткові, щодо нормативних, змістові елементи, які він використовує в процесі навчання і виховання).

Одним з важливих елементів, на які спираються методики навчання, є *навчальні одиниці*, що відображають та унормовують змістово-технологічний характер здійснення навчально-виховного процесу.

Навчальна одиниця (НО) – це педагогічно самостійний і функціонально завершений змістово-технологічний елемент методики навчання, її логіко-дидактична складова, для якої можуть бути однозначно встановлені (унормовані) такі атрибути: ціль навчання ($\mathcal{C}$), зміст навчання ($\mathcal{Z}$), педагогічна технологія ($\mathcal{PT}$) і термін навчання ($\mathcal{T}$). Ціль навчання, як правило, формулюється в термінах властивостей результату навчання за певною HO (наприклад, рівнів знань, умінь і навичок учнів, що повинні бути досягнуті ними після опанування HO). Атрибути $\mathcal{Z}$ і $\mathcal{PT}$ визначають змістово-технологічні особливості здійснення навчально-виховного процесу в межах однієї HO . Атрибут $\mathcal{T}$ визначає тривалість часу, який необхідний (передбачається) для опанування цією HO тими, хто її опановує. Тобто, i -ту HO характеризує четвірка: $HO_i = (\mathcal{C}_i, \mathcal{Z}_i, \mathcal{PT}_i, \mathcal{T}_i)$, яка однозначно визначає i -й змістово-технологічний елемент методики навчання.

Оскільки суттєвими складовими методик навчання ($\mathcal{M}$) є $\mathcal{Z}$ і $\mathcal{PT}$, $\mathcal{M} = (\mathcal{Z}, \mathcal{PT})$, то у складі HO виділимо:

- змістову складову $HO_i - \mathcal{ZC}_i$, що включає змістово-інформаційну частину;
- технологічну складову $HO_i - \mathcal{TC}_i$, що задається обраною педагогічною технологією.

Тобто можна записати, що $HO_i = \{\mathcal{ZC}_i, \mathcal{TC}_i\}$. При цьому, $\mathcal{ZC}_i = \{\mathcal{ZC}_{i\zeta} : \forall \zeta = \overline{1, \mathcal{Z}_i}\}$ визначає ζ -й елемент змісту навчання, а $\mathcal{TC}_i = \{\mathcal{TC}_{i\psi} : \forall \psi = \overline{1, \mathcal{PT}_i}\}$ – ψ -й елемент педагогічної технології в межах даної HO_i , де $\mathcal{Z}_i$ і $\mathcal{PT}_i$ – кількість всіх відповідно $\mathcal{ZC}_i$ і $\mathcal{TC}_i$ в HO_i .

Для забезпечення змістово-технологічної цілісності навчання окремі HO_i інтегрують у сукупності, для яких можна однозначно сформувати четвірки $HO_k = (\mathcal{C}_k, \mathcal{Z}_k, \mathcal{PT}_k, \mathcal{T}_k)$, де $k \in K$ – тип змістово-технологічної упорядкованої інтегрованої сукупності HO_k . Серед усіх K типів інтегрованих сукупностей HO_k виділяють: навчальні теми, предмети, дисципліни, модулі тощо, в яких HO_i виконує роль їх логіко-дидактичних одиниць. Отже, $HO_k = \{HO_i : \forall i = \overline{1, I_k}\}$, де I_k – кількість всіх HO_i , що входять до k -ї інтегрованої сукупності HO_k , $HO_i \in HO_k$.

Наприклад, якщо $I_k = I_k(\mathcal{Z}_k, \mathcal{PT}_k)$ визначає всю кількість HO_i в k -й навчальній темі, то $\mathcal{ZC}_k$ у свою чергу, визначає зміст навчання, а $\mathcal{TC}_k$ – педагогічну технологію цієї навчальної теми. Аналогічно, якщо I_k визначає всю кількість HO_i в k -му навчальному предметі чи k -й навчальній програмі, то $\mathcal{ZC}_k$ в свою чергу, визначає зміст навчання, а $\mathcal{TC}_k$ – педагогічну технологію опанування відповідно k -го навчального предмета або k -ї навчальної програми. Тобто $HO_k = \{\mathcal{ZC}_k, \mathcal{TC}_k\}$.

У межах однієї сукупності HO_k окремі атрибути HO_i не є однаковими (передусім, через різницю $\mathcal{C}_i$ і $\mathcal{Z}_i$). Тому при вивченні k -ї інтегрованої навчальної одиниці HO_k множина атрибутів HO_k включає повну множину атрибутів HO_i . Упорядковані та відповідним чином інтегровані сукупності HO_k визначають логіко-дидактичну

дискретно-цілісну структуру будови навчальної теми, предмета, дисципліни, модуля і в цілому загальноосвітньої та фахової підготовки в певній галузі знань.

Інтегровані сукупності методик навчання можуть утворювати *методичні системи*. Саме наявність системоутворювального фактора (факторів) інтегрує сукупність методик навчання і дозволяє говорити про цю інтегровану сукупність як про систему.

Системоутворювальними факторами методичних систем можуть виступати спорідненість і/чи змістова близькість тих чи інших складових окремих методик навчання або їх комбінації (повних і неповних): цілей навчання і виховання, змісту навчання, педагогічних технологій та елементів навчального середовища (зокрема засобів навчання), на які спираються відповідні складові методичних систем.

Наприклад, методичну систему може утворювати сукупність методик навчання з вивчення того чи іншого навчального предмета або опанування спеціальності, коли системоутворювальними факторами відповідних методичних систем виступають фактор спорідненості навчально-виховних цілей і наближеність будови навчального середовища (наприклад, методичні системи навчання математики, біології, органічної хімії, молекулярної фізики, дисциплін гуманітарного циклу, будівельних спеціальностей).

Як методична система може розглядатися сукупність методик навчання, спрямованих на формування умінь і навичок з того або іншого виду діяльності, коли системоутворювальними факторами виступають фактор спорідненості навчально-виховних цілей і фактор спрямованості на певний вид діяльності (наприклад, різні тренажери).

У тих випадках, коли предметом вивчення в педагогічних системах виступають педагогічні методи і технології навчання і виховання (наприклад, в педагогічній освіті), єдність технологій для деякої сукупності методик навчання і виховання може виступати системоутворювальним фактором відповідних методичних систем (наприклад, методичні системи з опанування педагогічної техніки застосування в навчанні ситуаційних вправ, групових видів навчально-пізнавальної діяльності, засобів і прийомів індивідуалізації навчання і виховання, формування окремих або сукупності цінностей тощо). Прикладом таких технологічно інтегрованих методичних систем можуть бути також сукупності методик навчання, які переважно і принципово базуються на інших (непедагогічних та освітніх) технологіях, в яких використовуються суттєві особливості і риси таких технологій. Ці технології виступають як системоутворювальні фактори технологічно інтегрованих методичних систем (методичні системи сучасних інформаційно-освітніх технологій, до різновиду яких належать, наприклад, е-дистанційні технології навчання та освіти, є прикладом технологічно інтегрованих методичних систем, які переважно і принципово базуються на інформаційно-комунікаційних технологіях, відображують їх суттєві особливості і риси).

Засоби навчання також можуть виступати системоутворювальними факторами відповідних методичних систем, коли ці засоби навчання застосовуються в педагогічних системах як предмет вивчення (наприклад, методичні системи з вивчення принципів будови двигуна внутрішнього згорання, комп'ютера, засобів відображення повідомлень, очищення рідин, протипожежної безпеки тощо).

Окремі методики навчання та їх системи (методичні системи), як деякі моделі (системи моделей) навчально-виховного процесу, матеріалізуються у певних засобах навчання (методичних розробках, навчальних планах і програмах, інших навчально-методичних матеріалах) і входять, таким чином, до складу відповідних систем засобів навчання.

Розглянемо, яким чином *НО*, упорядковуються в межах навчально-виховного процесу. Однією з моделей такого упорядкування виступає *навчальна програма* (НПР).

«Навчальна програма – складова стандартів... освіти, яка визначає місце кожної дисципліни у системі підготовки..., мету її вивчення, зміст навчального матеріалу, основні форми організації навчання та методи контролю. Вона фіксує конкретний зміст освіти і зміст навчання з конкретної навчальної дисципліни. В межах навчальної програми відбувається подальша деталізація цілей навчання, відповідно до яких формується структура і зміст навчальних дисциплін, визначаються взаємозв'язки між ними» [211, 536 с.]. Тобто НПП включають, окрім іншого, деякі параметри, що упорядковують і унормовують форми організації навчання в межах конкретної навчальної дисципліни.

У навчальних закладах форми організації навчання деталізуються і конкретизуються з урахуванням структури та специфіки підготовки, особливостей організації навчально-виховного процесу, кадрових і матеріально-технічних можливостей певного навчального закладу.

Для відображення цієї специфіки і цих особливостей введемо поняття *організаційної одиниці* навчально-виховного процесу.

Організаційна одиниця (ОО) – це організаційний елемент навчально-виховного процесу в певному навчальному закладі, логіко-організаційна складова методики навчання (методичних систем), що відповідає певній навчальній програмі, яка довизначає НО у просторі, в часі та за формою проведення навчальних занять і для якої, в загальному випадку, можуть бути однозначно встановлені (унормовані) такі атрибути: ідентифікатор навчальної групи (Γ), назва навчального предмета (Π), місце проведення занять ($MЗ$), тривалість часу, що передбачений для проведення цих занять ($TЧ$), а також форма (Φ), за якою ці заняття проводяться (лекція, лабораторні, практичні тощо). Атрибути Γ і Π задають конкретну навчальну групу і навчальний предмет, який вивчається (підлягає вивченню) цією навчальною групою. Атрибут $MЗ$ відображає назву навчального приміщення (якщо в навчальному закладі є тільки одне приміщення з такою назвою), навчального кабінету, номер аудиторії, навчальної кімнати, навчального корпусу (для навчальних закладів, що розташовані в кількох будівлях), де навчальне заняття проводиться (буде проведено). Поряд з тривалістю навчального заняття атрибут $TЧ$ іноді (у розкладах занять) визначає час початку і завершення навчального заняття.

Конкретна форма проведення занять *не обов'язково* вказується в атрибутах *ОО* в явному вигляді. Якщо переважна більшість занять проводиться в одній, попередньо визначеній (обумовленій, тій, що переважно застосовується) формі, то атрибут Φ в описі *ОО* не вказується, а лише передбачається, що заняття проводяться в обумовленій формі (наприклад, класно-урочна форма в загальноосвітніх і професійно-технічних навчальних закладах). Якщо ж форма проведення занять відрізняється від тієї, що переважно застосовується, то при описі *ОО* ця (інша) форма проведення занять *обов'язково* визначається відповідним Φ -атрибутом *ОО* (наприклад, лабораторні, практичні, семінарські заняття). Останнє стосується і тих *ОО*, які є цілеспрямовано призначеними і/або змістово специфічними (різні змагання, огляди, олімпіади, *ОО* для визначення рівнів навчальних досягнень учнів – заліки, іспити, колоквиуми тощо).

Тобто p -ту *ОО* характеризує четвірка: $ОО_p = (\Gamma_p, \Pi_p, MЗ_p, TP_p, \Phi_p)$, яка однозначно визначає p -й організаційний елемент навчально-виховного процесу.

Окремо зазначимо, що *ОО* не тільки задає предметні, просторові і часові параметри відповідного організаційного елементу навчально-виховного процесу, а й, по суті, визначає (насамперед, завдяки Π_p і $MЗ_p$) навчальне середовище, в якому навчально-виховний процес буде здійснюватись (повинен здійснюватись). Тобто, $ОО_p$ не тільки інтегрує певну *НО*, в навчально-виховний процес, а й «прив'язує» її до певного навчального середовища.

Для відображення змістово-технологічної та організаційної цілісності навчання і виховання в межах певного навчального закладу окремі OO_p можуть бути об'єднані у деякі сукупності, для яких можна однозначно сформувати четвірки $OO_q = (Г_q, П_q, МЗ_q, ТР_q, Ф_q)$, де $q \in Q$ – ідентифікатор відповідного навчального закладу. Множина Q визначає такі інтегровані сукупності OO_q : урок, лекція, потік, курс, семестр, навчальна чверть, навчальний рік, повний курс навчання, в яких OO_p виконують роль їх логіко-організаційних одиниць.

Структуру змістово-технологічного та організаційного упорядкування навчально-виховного процесу – $PZ_{\mu q} \in OO_{\mu q}$ в межах μ -го навчального закладу називають *розкладом занять* цього закладу, який складається для кожної навчальної групи.

Типово, зазначені сукупності і структури не є стабільними в навчальному закладі від року до року, оскільки з часом навчальні заклади розвивають матеріально-технічну базу своїх навчальних приміщень, змінюється контингент учнів (студентів) і структура спеціальностей підготовки (для вищих і професійно-технічних навчальних закладів). Тому множина атрибутів OO_q включає повну множину атрибутів OO_p , що визначають навчально-виховний процес на рівні p -ї інтегрованої навчально-організаційної одиниці OO_p , тобто $OO_p \in OO_q$.

Однак, якщо з множини OO_p , а тому і OO_q виключити атрибут $МЗ_q$, то з множини OO_p можна виділити деяку її *першу* підмножину – $НПР_r, НПР_r \in OO_p$, яка стає досить стабільною як в часі, так і в межах r -ої предметної підготовки (наприклад, з певного навчального предмета) та вже практично не залежить від конкретного навчального закладу (в межах одного типу навчальних закладів), де така підготовка здійснюється (може здійснюватись). Цю першу виділену множину – $НПР_r$ називають *навчальною програмою* з r -ої навчальної підготовки, де $r, r \in R$ – ідентифікатор певної навчальної програми з множини всіх навчальних програм R , які використовуються в системі освіти (наприклад, для відповідних рівнів загальноосвітньої підготовки, спеціальностей професійної підготовки тощо).

Оскільки атрибут $П$ одночасно присутній як в атрибутах $НО$ так і в $ОО$, цей атрибут однозначно «прив'язує» $НО$ і $ОО$. Тобто, певний $НО$ однозначно відповідає певна $ОО$. Ця особливість дає підстави говорити про сукупність $НО$ і $ОО$ як про системну модель навчально-виховного процесу (*модель НП*), що описується двійкою $НП = (НО, ОО)$, в якій атрибут $П$ виступає як системоутворювальний елемент.

У методичних системах, для яких $НП_k = (НО_k, ОО_k)$, системоутворювальними елементами моделі навчально-виховного процесу можуть виступати також цілі навчання $Ц_i \in Ц_k$. Тому вважають, що існують, наприклад, цілі, теми уроку, лекції; певні навчальні предмети викладаються в межах (протягом) того чи іншого семестру, навчальної чверті, навчального року, а їх вивчення передбачене повним курсом навчання тощо.

Модель $НП = (НО, ОО)$ входить до складу формульованої частини педагогічної системи. Будова цієї моделі відображає цілеспрямований синтез і структуру взаємозв'язків змістово-технологічних елементів методики навчання (навчальних одиниць) з відповідними організаційними елементами навчально-виховного процесу, тим самим забезпечуючи логіко-дидактичну та організаційно-діяльнісну цілісність певної педагогічної системи. Як розв'язувальна частина педагогічної системи виступає навчальне середовище, в якому здійснюється навчально-виховний процес.

Ще однією важливою моделлю організації навчання виступає навчальний план (НПЛ). «Навчальний план – головний нормативний документ, на підставі якого формується навчальний процес». У загальноосвітній школі він складається окремо для

початкової, базової і повної школи і підпорядковується вимогам відповідних освітніх стандартів. У вищій і професійно-технічній освіті «він складається окремо для різних рівнів підготовки фахівців (кваліфікований робітник, молодший спеціаліст, бакалавр, спеціаліст, магістр) і розробляється на весь період дії освітньо-професійної програми підготовки» [210, 537 с.].

Навчальний план НПЛ_l з *l*-го рівня підготовки являє собою певне угруповання *НПР_r*, яке здійснюється за правилом належності тих чи інших *НПР_r* до реалізації навчання за *l*-тим рівнем загальноосвітньої або фахової підготовки, де *l* – ідентифікатор певного навчального плану з множини всіх навчальних планів *L*, що використовуються в освіті, $l \in L$. Таким чином, *НПЛ_l* являє собою упорядковану сукупність *НПР_r* відповідної загальноосвітньої або фахової підготовки і, таким чином, дає цілісне уявлення про зміст загальної освіти або професійної освіти за рівнями підготовки та з певних спеціальностей, напрямів підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації. Він утворює *другу* підмножину – *НПЛ_l*, $НПЛ_l \in НПЛ_r \in ОО_r$, яка також (як і у випадку формування *НПР_r*) є досить стабільною як в часі, так і в межах відповідних рівнів *l* загальноосвітньої або фахової підготовки (наприклад, за рівнями загальної середньої освіти чи з певних спеціальностей) та практично не залежить від конкретного навчального закладу, де цей план застосовується.

Навчальний план крім нормативної має варіативну частину за вибором конкретного навчального закладу. Ці особливості можна відобразити в моделі *НПЛ_l* додатковими ідентифікаторами і вважати, що – *НПЛ_{l,m}*, нормативна частина *НПЛ_l* для певного рівня *l* підготовки фахівців, а *НПЛ_{l,n}* – його варіативна частина.

Базою для створення НПЛ є освітні та освітньо-професійні стандарти. Як НПЛ, так і НПР входять до складу нормативно-організаційної підсистеми відповідних педагогічних систем.

Зупинимось більш детально на технологічній складовій методики навчання – *педагогічній технології*, яка визначає упорядкованість і динаміку здійснення навчально-виховного процесу.

Серед багатьох відомих означень педагогічної технології наведемо деякі з них. «Педагогічна технологія – це царина досліджень і практики (в межах системи освіти), що має зв'язки з усіма сторонами організації педагогічних систем для досягнення специфічних і потенційно відтворюваних педагогічних результатів» (П. Мітчел. Енциклопедія педагогічних засобів, комунікацій і технологій, Лондон, 1978); «В новому і більш широкому сенсі – це систематичний засіб планування, застосування та оцінювання всього процесу навчання та засвоєння знань шляхом врахування людських і технічних ресурсів та взаємодії між ними для досягнення більш ефективної форми освіти» (ЮНЕСКО, 1986 р.); «Педагогічна технологія – сфера знання, яка включає методи, засоби навчання і теорію їх використання для досягнення цілей освіти» [212]; «Педагогічна технологія відображає процес розробки і реалізації в освітній установі педагогічного проекту, який відображає певну систему педагогічних поглядів, спрямованих на досягнення певної освітньої мети, визначає зразок професійно-педагогічної діяльності з його реалізації» [367]; «Педагогічна технологія – це система процедур, яка оновлює професійну діяльність вчителя і гарантує кінцевий запланований результат» (С. У. Гончаренко). «Педагогічна технологія – це впорядкована сукупність дій, операцій і процедур, що інструментально забезпечують досягнення прогнозованого результату (В. Сластьонін).

Прокопенко І. Ф. і Євдокімов В. І. визначають педагогічну технологію як систему науково обґрунтованих дій і взаємодій елементів навчального процесу, здійснення

яких гарантує досягнення поставлених цілей навчання [342]. «Педагогічна технологія може бути різних рівнів. До неї входять учасники навчального процесу, система теорій, ідей, засобів і методів організації навчальної діяльності, що забезпечують всі аспекти засвоєння знань і практичних умінь» [258a]. Сисоєва С. О. пропонує, на наш погляд, дуже розширене трактування терміна *педагогічна технологія*, зв'язує цей термін з іншим – педагогічною системою: «Простежується загальна тенденція переходу до розуміння педагогічної технології як педагогічної системи, яка об'єднує три взаємопов'язані компоненти: 1) науково-педагогічні технології – частина педагогічної науки, що вивчає і розробляє мету, зміст і методи навчання і проектування педагогічного процесу; 2) процесуально-описовий: опис (алгоритм) процесу, сукупність цілей, змісту, методів і засобів для досягнення планових результатів навчання; 3) процесуально-діючий: здійснення технологічного (педагогічного) процесу, функціонування всіх особистісних, інструментальних і методичних педагогічних засобів» [368, 661 с.].

Аналіз наведених означень педагогічної технології не дає підстав вести мову про повну єдність поглядів її авторів на зміст цього терміна. Проте, узагальнюючи наведені вище означення, з позицій системного підходу і даного розгляду визначимо, що *педагогічна технологія* – структура організації часового і просторового функціонування педагогічної системи, що побудована відповідно до цілей навчання і виховання та обраних методів навчання і виховання [55, 74]. *Педагогічна технологія*, таким чином, задає характер упорядкування взаємозв'язків учня з елементами змісту навчання та складовими навчального середовища, визначає динаміку як навчального середовища, так і педагогічної системи в цілому. Тобто, педагогічна технологія визначає структуру (статику і динаміку) педагогічної системи та унормовується в її методичній підсистемі.

Педагогічна технологія повинна відображати взаємозалежність, взаємообумовленість, несуперечливість, послідовність і наступність взаємозв'язків складових методичної системи, що передбачені як $ЗС_i$ і $ТС_i$, так і $ЗС_k$ і $ТС_k$. При проектуванні методичних систем це передбачає необхідну коректність і системність описування тих психолого-педагогічних методів навчання і виховання, котрі обрані для формування педагогічної технології.

Розглянемо більш детально одну із складових педагогічної технології, що визначально впливає на ефективність навчально-виховного процесу і тому має бути обов'язково представлена в його технологічній моделі.

До суттєвого ресурсу педагогічних систем слід віднести *мотивацію* навчальної діяльності, яка виступає не тільки відчутним, а й визначальним чинником досягнення цілей навчання і виховання. На основі цього ресурсу цілеспрямовуються і мобілізуються зусилля учасників навчально-виховного процесу щодо досягнення цілей навчання і виховання, в результаті чого виникає (може виникнути) деякий додатковий позитивний навчально-виховний результат функціонування педагогічної системи. Однак наявність цього ресурсу є необхідною, але все ж недостатньою умовою не тільки ефективного функціонування педагогічної системи, а й самого її існування.

Методи мотивації навчальної діяльності є одними з психолого-педагогічних методів навчання і виховання. Нормативні моделі мотивації навчальної діяльності є складовими педагогічних технологій. Ці моделі відображають характер застосування мотиваційних методів, описують психолого-педагогічні процедури *зовні спрямованої мотивації* навчальної діяльності (при суб'єкт-суб'єктній моделі навчання стосовно учасників навчально-виховного процесу, оскільки, мотивуючи учня/учнів, вчитель певною мірою мотивує і себе). При застосуванні цих моделей в навчально-

виховному процесі активізують «інтелектуальну і морально-вольову енергію» учасників навчально-виховного процесу, яка виконує роль додаткової «живлячої» і цілеспрямовуючої сили навчальної діяльності.

Однак джерелом цієї енергії виступають не тільки коректні методи і засоби мотивації навчальної діяльності, які передбачені педагогічною технологією і застосовуються в навчально-виховному процесі. Не менш важливим джерелом цієї енергії є *самотивація* учасників навчально-виховного процесу, яка надихає і спонукає їх до свідомого здійснення цілеспрямованих та активних навчальних дій, мобілізує їх зусилля на досягнення цілей навчання і виховання. На рівень самотивації учня визначально впливають професіоналізм, майстерність і досвід учителя, індивідуальні здібності, нахили, уподобання, морально-вольові якості і особистий досвід учня. У деяких випадках якісна зовні спрямована мотивація навчальної діяльності може активізувати самотивацію учня. Ця особливість має бути врахована під час проектування педагогічних технологій і здійсненні навчально-виховного процесу.

Підсумовуючи сказане, зазначимо, що *НО*, та *ОО*, та їх вищезазначені інтегровані сукупності (методичні системи навчання, НПР і НПЛ) відображають та унормовують змістово-технологічний та логіко-організаційний характер здійснення навчально-виховного процесу. Методичні системи навчання та їх складові виступають як нормативні процесуальні засоби навчання, вони є предметом дослідження, проектування і вивчення (перш за все, в психолого-педагогічній науці і педагогічній освіті). Сучасні навчальні заклади здійснюють підготовку за різними методиками, застосовують і виконують *НПЛ*, за багатьма *НПР*. Високий рівень результатів навчання може бути досягнутий тільки у разі забезпечення необхідного рівня мотивації навчальної діяльності. Цей рівень забезпечується як застосуванням при навчанні мотиваційних процедур, що передбачені педагогічною технологією, так і рівнем самотивації учасників навчально-виховного процесу.

З урахуванням моделей, що наведені на рис. 3.2.1-1 (див. с. 296) і 3.2.1-5 (див. с. 301), і викладеного у цьому розділі, модель методичної системи навчання у складі моделі педагогічної системи подамо, як показано на рис. 3.3.1-1.

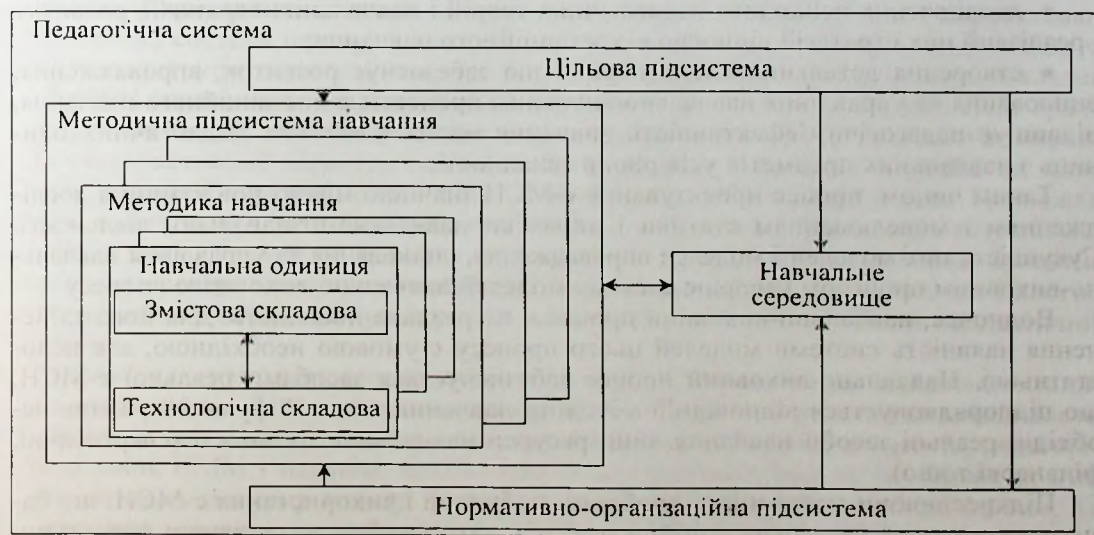


Рис. 3.3.1-1. Модель методичної системи навчання у складі моделі педагогічної системи

Теорія проектування методичних систем навчання, які базуються на традиційних (неелектронних) технологіях навчання, сьогодні вже глибоко розроблена і є достатньою для практичного застосування. Що стосується проектування методичних систем відкритої освіти, дистанційного навчання (зокрема, професійного), які принципово спираються на ІКТ, то питання їх проектування потребують подальших досліджень.

У наступному розділі будуть розглянуті особливості проектування методичних систем навчання відкритої професійної освіти, які спричинені специфікою характеру навчальної діяльності, що здійснюється в таких системах.

3.3.2. Проектування методичних систем навчання відкритої професійної освіти

У цьому розділі розглянемо особливості проектування методичних систем навчання, які базуються на сучасних інформаційно-комунікаційних технологіях (ІКТ) – е-МСН, врахування яких закладає педагогіко-технологічну основу створення якісних систем відкритої професійної освіти. Визначимо також питання, відповіді на які повинні бути знайдені проектувальниками е-МСН на попередньому етапі їх проектування [54].

Проектування е-МСН це, з одного боку, системний процес, який передбачає:

- розробку навчальних специфікацій, що базуються на теорії навчання і необхідні для створення якісних навчально-методичних матеріалів (НММ);
- вивчення навчальних потреб, особистісних характеристик і цілей тих, хто навчається, і розробку е-МСН, які відповідають цим потребам і цілям;
- відповідний до навчальних потреб і змістових особливостей навчального предмета, або його частини, розвиток НММ і навчально-пізнавальної діяльності;
- створення засобів оцінювання навчальних досягнень, НММ та ефективності навчально-пізнавальної діяльності для забезпечення управління їх позитивним розвитком.

Проектування методичних систем навчання – це, з іншого боку, наукова галузь, що стосується:

- дослідження психолого-педагогічних теорій і навчальних стратегій, розвитку і реалізації цих стратегій відносно е-дистанційного навчання;
- створення детальних специфікацій, що забезпечує розвиток, впровадження, оцінювання та управління навчально-виховним процесом е-дистанційного навчання, підвищує педагогічну ефективність вивчення малих і великих дидактичних одиниць з навчальних предметів усіх рівнів складності.

Таким чином, процес проектування е-МСН значною мірою пов'язаний з дослідженням і моделюванням статичної і динамічної навчально-пізнавальної діяльності. Сукупність цих моделей і моделей впровадження, оцінювання та управління навчально-виховним процесом утворює систему моделей навчально-виховного процесу.

Водночас, навчально-виховний процес – це реальна діяльність. Для його здійснення наявність системи моделей цього процесу є умовою необхідною, але недостатньою. Навчально-виховний процес забезпечується засобами реальної е-МСН, що підпорядковується відповідній методиці навчання, а для її функціонування необхідні реальні засоби навчання, інші ресурси навчальної діяльності (енергетичні, фінансові тощо).

Підкреслюючи системність проблеми побудови і використання е-МСН, що базуються на сучасних інформаційно-освітніх технологіях, визначаючи структурні взаємозв'язки їх суттєвих елементів, розглянемо питання, що пов'язані з проекту-

ванням (моделюванням) методичних систем е-дистанційного професійного навчання, передусім, післядипломного (додаткового) навчання дорослих з урахуванням специфіки здійснення навчальної діяльності в е-МСН відкритої професійної освіти.

Незалежно від предметної спрямованості е-МСН як на етапі їх проектування, так і в процесі їх подальшого впровадження, застосування і розвитку, проектувальники цих систем (члени проектної команди, перш за все, експерти з проблемної галузі і проектувальники-методисти) мають отримати відповіді на низку питань, що дозволить цілеспрямовано і комплексно моделювати і розвивати якісні е-МСН. Деякі з таких питань, наприклад, в [445], названі фундаментальними питаннями:

1. Хто є (майбутні) студенти (учні, слухачі), хто входить (буде, може входити) до складу (майбутньої) навчальної групи?

2. Чого (майбутні) студенти хотіли б навчитися (знати, вміти, отримати навички та ін.)?

3. Що спонукало (примусило) їх до здобуття освіти?

4. Як ви (члени проектної команди) плануєте організувати комунікації, здійснювати передавання (доставляння, транспортування) навчальних об'єктів для забезпечення навчальної діяльності?

5. Які засоби навчання потрібні для забезпечення навчання?

6. За якими показниками навчальних досягнень студентів буде визначатися успішність навчальної діяльності?

7. Чи необхідно створювати нові НММ?

8. Якою повинна бути структура НММ е-дистанційного навчання?

9. Які особистісні характеристики тих, хто навчається, мають бути враховані при проектуванні методичних систем і здійсненні е-дистанційного навчання?

10. Як має бути побудована і які функції виконує проектна команда із створення НММ е-дистанційного навчання?

Дехто з викладачів (членів проектної команди) вважає за можливе починати свою роботу, відповівши тільки на окремі із зазначених питань. Однак такий підхід неминуче призводить до подальших ускладнень і непорозумінь, коли спроектована методична система навчання не дозволяє забезпечити зорієнтовану (на індивіда чи навчальну групу) адаптацію педагогічних характеристик через необачно закладені в е-МСН (практично, запроектовані) обмеження (фактично, помилки). Слід враховувати також і те, що використання е-дистанційних технологій передбачає переважно інтерактивний характер навчання. Це дозволяє уточнювати відповіді на зазначені питання і вносити корективи в е-МСН в процесі її використання. Ця можливість є, безумовно, позитивною з педагогічної точки зору. Однак вона актуалізує, з одного боку, наявність деякого педагогічного передбачення членами проектної команди спектра можливих (майбутніх) побажань (вимог) студентів, а з іншого – передбачає в е-МСН, що проектується, необхідність утворення деяких «дидактичних засів».

Вочевидь, неможливо заздалегідь дати точні відповіді на всі зазначені питання, що залежить від багатьох чинників: предметної галузі, педагогічних можливостей майбутніх викладачів, особистісних характеристик майбутніх студентів, педагогічного рівня НММ і наявних засобів навчального середовища та ін. Однак розгляд цих питань у деякому спектрі їх імовірних варіантів є можливим і доцільним. Такий підхід відкриває шлях до подальшого розвитку якісних е-МСН.

Розглянемо ці питання більш поглиблено.

Питання перше. Хто є (майбутні) студенти (учні, слухачі), хто входить (буде, може входити) до складу (майбутньої) навчальної групи?

Узагальнений портрет майбутньої (можливої) навчальної групи.

Типовий склад навчальної групи, що залучається до е-дистанційного навчання, є гетерогенним. За віком – це, можливо, студенти від 18 до 60 років. Деякі з них мають неабиякий досвід практичної діяльності. Інші – тільки почали працювати. До е-дистанційного навчання можуть залучатися студенти з суттєвою нерівномірністю володіння мовою навчання, різної рідної культури. Майбутні студенти можуть відображати широкий спектр індивідуальних можливостей, особистих цілей і потреб, що віддзеркалюють знання і досвід попередньої освіти і життя. На перших кроках моделювання методичних систем навчання дуже важливо визначити ці особливості і намагатися їх врахувати при формуванні психолого-педагогічних підходів щодо задоволення індивідуальних потреб майбутніх студентів.

Люди у віці, що звернулись до освіти, переважно є більш мотивованими до навчання, ніж молоді студенти. Багато людей, які звертаються до е-дистанційного навчання, вже мають специфічні навчальні цілі і твердо усвідомлені щодо потреби кар'єрного просування.

Людей, які обирають е-дистанційну форму навчання, найбільш приваблює така її принципова особливість, як гнучкість здобуття освіти в часі і просторі. Такі люди часто зацікавлені у відображенні в характері їх навчальної діяльності специфіки їх життєвої особистості і професійної відповідальності. Маючи напружений розклад робочого і, типово, позаробочого часу, значний час перебуваючи поза місцем проживання (наприклад, перебуваючи у відрядженнях), такі люди зацікавлені в гнучкій за часом і у просторі побудові навчального процесу. Вони можуть обирати для навчання тільки один навчальний предмет і бути більш мотивованими щодо особистої мети і кар'єрних цілей.

Збирання даних щодо зазначених особливостей і потреб майбутніх студентів (навчальної групи) може здійснюватися різними шляхами.

Члени проектної команди можуть збирати необхідні дані про тих, хто планує навчатися і вже навчається, різними шляхами. Однак питання, які проектувальники методичних систем навчання формують для цього, повинні відображати ту специфіку, врахування якої дозволить коректно побудувати навчальні цілі е-дистанційного навчального курсу. Збирання даних може здійснюватись у тій чи іншій імовірній формі: студентам пропонують описати себе і подати свій «попередній портрет» майбутньому вчителю у неформальній обстановці (під час відпочинку, неофіційних студентських зібрань тощо); шляхом: заповнення *on-* або *of-line* питальників; особистих телефонних розмов з усіма студентами або отримання відповідей на питання перед початком навчального часу, коли це є можливим; проведення інтерв'ю і представлення студента навчальній групі тощо.

У методичних системах навчання має бути передбачено використання сучасних методів навчання, можливість здійснення навчання з урахуванням попереднього досвіду тих, хто навчається (планує навчатися).

Часто сучасні методики професійного навчання передбачають навчання у так званих малих групах. При поділі навчальної групи на такі малі групи (підгрупи) методисти-проектувальники е-МСН повинні рекомендувати викладачам такий порядок формування їх складу, коли в одній підгрупі збираються різні за попереднім досвідом студенти (наприклад, ті з них, які займали різні посади чи мали різну від-

повідальність за попереднім місцем роботи). Якщо методика професійного навчання передбачає рольове навчання, ролі, які делегуються окремим членам підгруп, повинні відрізнятися від тих, які ті, хто навчається, вже виконували і у них вже склався відповідний досвід.

Питання друге. Чого (майбутні) студенти хотіли б навчитися (знати, вміти, оволодіти навичками та ін.)?

Ідентифікуйте зрозумілі для студентів навчальні цілі чи їх кінцеві навчальні досягнення і обговоріть їх відкрито з усією групою.

Це такі цілі, які за змістом і формою формулюються при традиційній (недистанційній) формі навчання і безпосередньо пов'язані з даною навчальною дисципліною. Це такі цілі, які ілюструють потребу, з одного боку, поділити зміст навчального предмета на окремі розділи, а, з іншого – об'єднання різних розділів у межах єдиного навчального модуля, зв'язок даного модуля з іншими навчальними предметами або курсами. Такі цілі можна об'єднувати в групи за такими ознаками: змістові знання, професійні вміння і навички, міждисциплінарні знання, попередній огляд предметних концепцій.

Навчальні цілі мають бути ясно і чітко пов'язані з очікуваннями тих, хто навчається, з тим, як ці цілі враховуються протягом всього навчального курсу.

Навчальні цілі, що відображають знання змісту навчання, повинні бути діяльнісно зорієнтованими, їх досягнення має передбачати активні форми навчання, можливість здійснювати перевірку й оцінювання навчальної активності студентів впродовж вивчення всього курсу. Навчальні цілі, що відображають професійні вміння і навички, виключно важливі як для студентів, які сподіваються отримати роботу, так і для студентів-роботодавців, які займаються наймом працівників.

Студенти, які навчаються за е-дистанційною формою, краще сприймають навчання, що спрямоване на опанування не окремих навчальних предметів, а конкретних спеціальностей, пов'язаних з майбутньою роботою.

Прокстувальники е-МСН повинні включати до складу навчальних цілей такі з них, які відбивають міждисциплінарний зв'язок. Студенти, які навчаються за е-дистанційною формою, можуть мати ускладнення при опануванні «ізольованого» навчального матеріалу. Вони повинні усвідомити міждисциплінарну природу реальних фактів, процесів та ідей, відчутти зв'язок між навчальними цілями і науковим матеріалом, що використовується в процесі навчання.

Рівень попередньої (до початку навчання) підготовки студентів може вимагати внесення до складу навчальних цілей таких з них, досягнення яких забезпечувало б його підвищення щодо початкових освітніх вимог конкретного навчального курсу.

Типово, коли деякі студенти, які бажають навчатися за е-дистанційною формою, мають неоднакову за якістю і спрямованістю попередню освіту, здобули її багато років тому, мають різноманітний, часто малий досвід практичної діяльності. Такі студенти потребують додаткового навчання за межами навчального матеріалу і часу, що передбачені е-дистанційним курсом. Для розв'язування цієї проблеми доцільно рекомендувати студентам вивчення додаткового матеріалу, розв'язування додаткових вправ і завдань, додаткові консультації. Застосування е-дистанційного спілкування студента і тьютора у формі FAQs (Fast Ask Questions – швидко задай питання), що підтримується за допомогою електронної пошти в асинхронному і синхронному режимах, може суттєво допомогти у розв'язанні цієї проблеми.

Питання третє. Що спонукало (примусило) майбутніх студентів до здобуття освіти?

Потенційні студенти обирають е-дистанційне навчання переважно з таких причин:

- гнучкості навчального часу, можливості вибору викладача і місця навчання;
- можливості здійснювати взаємодію із студентами, які перебувають на великій відстані;
- можливості здійснювати взаємодію із студентами, які мають іншу освіту та досвід і які сприяють тим самим покращенню якості освіти, що надається в межах е-дистанційного курсу.

Гнучкість у виборі навчального часу, викладача і місця навчання є головними причинами обрання потенційними студентами е-дистанційного навчання.

Ті, хто потребують освіти, обирають альтернативу е-дистанційного навчання у випадках, коли вони постійно мешкають на значній відстані від навчального закладу, який пропонує необхідні навчальні програми; коли вони хотіли б навчатися у конкретного викладача, який мешкає або працює на значній відстані; коли вони завантажені в часі і гнучкість навчального часу стає переважним чинником. Для своєї освіти студенти можуть обирати кращих викладачів чи бажані наукові школи. Викладачі можуть працювати із студентами без обмежень їх територіального перебування. Це дозволяє тим з них, які викладають унікальні, невеликі за обсягом, в межах одного навчального закладу навчальні курси, отримати повне навчальне навантаження. Навчальні заклади запрошують до співпраці викладачів незалежно від місця їх мешкання.

Е-дистанційне навчання дає змогу студентам, які живуть або працюють на відстані, навчатися разом.

Навчальна діяльність в екстериторіальних групах дозволяє відпрацьовувати підходи до розв'язування типових проблем, що пов'язані із специфікою і науково-технологічним рівнем розвитку окремих регіонів, де проживають учні, соціально-господарських об'єктів, що там розташовані. Таке навчання сприяє формуванню вмінь вирішувати спільні завдання у складі групи, члени якої відображають різні культури, мають різні погляди щодо пріоритетів національного і територіального розвитку.

Е-дистанційне навчання створює можливість студентам, які мають різну базу освіти і практичний досвід, досягати спільних навчальних цілей.

Формування навчальної діяльності при вивченні інтегрованих навчальних предметів (наприклад, менеджмент, маркетинг, макроекономіка тощо) на основі диференціації і інтеграції навчальних завдань з різних предметних галузей забезпечує розв'язання цих проблем.

Питання четверте. Як члени проєктної команди планують організувати комунікації, здійснювати передавання (доставляння, транспортування) навчальних об'єктів для забезпечення навчальної діяльності?

Спектр необхідних засобів навчальних комунікацій і організація навчального середовища залежать від обраної педагогічної технології.

Завдяки типовим педагогічним технологіям, що використовуються в е-дистанційних методичних системах навчання можна підтримати:

- діяльність у робочих групах над спільним проєктом (тестування, презентації, підготовка спільних матеріалів, індивідуальна оцінка виконаної роботи тощо);
- спілкування й обговорення (студент – студент, студент – група, студент – викладач, студент – віртуальний гість чи експерт та ін.);

- розв'язання проблемних ситуацій; використання набутих знань у нових ситуаціях (ситуаційні вправи, індивідуальне чи групове моделювання, віртуальні лабораторії, натурні спостереження тощо);

- мозковий штурм;

- самостійне навчання; оцінювання навчальних досягнень (самооцінка, попереднє, поточне чи завершальне оцінювання) тощо.

У цілому, використання більш широкого спектра педагогічних технологій дає можливість підвищити ефективність досягнення складних навчальних цілей.

У педагогічних технологіях повинні передбачатися можливості синхронного і асинхронного режимів навчальних комунікацій. Вибір синхронного або асинхронного режимів навчальних комунікацій, їх співвідношення під час організації навчального процесу залежить, насамперед, не від відповіді на питання «що краще?», а від відповіді на питання «що є більш ефективним для досягнення навчальних цілей?».

У цілому, вибір тієї чи іншої педагогічної технології залежить від цілей, що їх бажають досягти студенти, і обмежень, що обумовлюються можливою тривалістю навчання (передбачений навчальною програмою навчальний час) і наявною освітньою системою (кваліфікація викладача, матеріально-технічна база, фінансові обмеження, можливості забезпечення синхронного режиму комунікацій тощо).

Синхронний режим комунікацій означає, що навчальна взаємодія має здійснюватися в одному і тому ж місці, і/або в один і той самий час.

Використання чат-режиму або інтерактивного відео є типовими прикладами синхронного режиму навчальних електронних комунікацій. Навчальна діяльність в таких віртуальних середовищах дозволяє учасникам навчального процесу значною мірою абстрагуватися від обставин і обмежень реального життя, які досить часто «зашумляють» процес розв'язування типових навчальних ситуацій, заважають формуванню перспективних і продуктивних способів мислення.

Орієнтація е-МСН на ті чи інші педагогічні технології передбачає попереднє отримання відповідей на такі питання:

- чи планується (чи є можливість) збирати студентів разом в одному місці (наприклад, щотижня), чи будуть використовуватися відео телекомунікаційні технології, в обох випадках фіксуючи навчальний час?

- чи є реальна можливість провести чат-сесію?

- яким чином навчальний час, що передбачений для синхронного режиму комунікацій, корелює з особистими планами і часовими графіками студентів (наприклад, збігається з відпустками, відрядженнями)?

- чи можливо розв'язати деякі навчальні питання, що потребують синхронних комунікацій, наприклад, за допомогою телефону, не виносячи ці питання на очні комунікації?

Асинхронний режим комунікацій більш гнучкий, незалежний в часі і тому більш привабливий для студентів.

У разі використання цього режиму не вимагається фіксованого часу навчальних комунікацій.

Використовуючи автоматизовані комп'ютерні оболонки, за допомогою яких підтримуються е-дистанційні технології навчання, можна забезпечувати такі комунікації в асинхронному режимі:

- дискусії, які доцільно застосовувати, наприклад, для послідовного обговорення й аналізу навчального матеріалу, і які проводяться за ініціативою викладача або студентів під керівництвом викладача;

- електронні дошки, на яких розміщуються матеріали попередніх FAQs чи інші матеріали для обговорення всією групою;
- електронну пошту з листами розсилання, до яких включаються електронні адреси не тільки членів навчальної групи, а й адреси окремих експертів або членів інших груп, залучення яких бажане і можливе для кращого досягнення навчальних цілей;
- інтерактивну взаємодію через сайти Інтернет та мультимедійні дошки і сенсорні монітори;
- голосову пошту;
- передавання друкованих НММ у вигляді електронних файлів;
- передавання НММ на компакт-дисках і флеш-пам'яті;
- передавання НММ за допомогою факсу;
- передавання повідомлень на автовідповідачі.

Е-МОН функціонуватиме ефективно тільки тоді, коли передбачена в ній навчальна діяльність включатиме: самостійну роботу студентів, навчання за допомогою різних форм комунікацій, послідовну оцінку навчальних досягнень тих, хто навчається.

Питання п'яте. Які засоби навчання потрібні для забезпечення навчання?

Склад засобів навчання має відповідати цілям і обраній педагогічній технології.

Склад необхідних засобів навчання залежить від загальних і специфічних цілей навчання і повинен відображати спектр педагогічних технологій, на яких базуються обрана методична система навчання. Цей склад повинен бути доступним для тих, хто навчається.

Деякі засоби навчання, що використовуються за традиційною формою навчання, непридатні для використання в е-дистанційних системах навчання.

Значна кількість студентів, які навчаються е-дистанційно, не мають можливості безпосередньо працювати у великих бібліотеках, частина студентів, хто це може робити, але мешкають в малих населених пунктах, не можуть знайти в них необхідні навчальні джерела. Значна кількість традиційних засобів навчання непридатна для використання в електронних системах накопичення, зберігання, опрацювання і розповсюдження інформаційних матеріалів.

Студенти повинні твердо знати, які засоби навчання будуть їм необхідні, які існують вимоги щодо їх параметрів.

Деякі веб-орієнтовані засоби вимагають спеціального програмного забезпечення, додаткових (в тому числі тих, що вмонтовуються в комп'ютер) пристроїв, блоків тощо. Необхідно довести до відома студентів вимоги щодо мінімально допустимого складу і параметрів індивідуальних засобів навчання, надати відомості (контактні адреси) щодо загальносистемної програмно-технічної підтримки комп'ютерно-технологічної платформи навчання, що буде застосовуватись.

Необхідно допомогти студентам у виборі засобів навчання.

Це стає значною проблемою, коли навчальна група формується із студентів, які мешкають у різних регіонах (навіть країнах). Широкий спектр програмно-технічних засобів, що пропонуються на місцевих ринках, і помилки при їх виборі можуть спричинити значні складнощі при здійсненні навчального процесу. Не слід покладатися на те, що студенти добре знають, як вибрати чи оцінити навчальну придатність тих чи інших ресурсів без допомоги викладача.

Питання шосте. За якими показниками навчальних досягнень студентів буде визначатись успішність навчальної діяльності?

Принаймні показники (тенденції чи траєкторії їх бажаних змін), що ілюструють навчальні досягнення тих, хто навчається (проміжні, завершальні тощо), повинні бути доведені до студентів перед початком навчання.

В е-дистанційних системах навчання це питання набуває особливої ваги, оскільки режим навчання передбачає значну частину часу, коли студенти працюють самостійно й екстериторіально і не можуть безпосередньо і за темпом навчання відчувати (як при навчальних комунікаціях «віч-на-віч») помилковості чи позитивності своїх навчальних дій.

Оцінювання результатів навчальної діяльності – один з визначальних чинників підвищення якості методичних систем навчання.

Це питання є базовим для побудови коректної системами оцінювання навчальних досягнень і безпосередньо пов'язане із підтримкою цілеспрямованості навчання, керованості навчальним процесом, із забезпеченням очікувань тих, хто навчається і, зрештою, з якістю е-МСН, що побудована.

Питання сьоме. Чи необхідно створювати нові НММ?

Аналіз передового вітчизняного і закордонного досвіду, значної частини існуючих НММ, що побудовані з орієнтацією на традиційні педагогічні технології, свідчить про їх *переважну непридатність для застосування в е-дистанційному навчанні*.

Рішення щодо доцільності використання існуючих або створення нових НММ має бути прийняте з урахуванням результатів експертного оцінювання відповідей на два блоки питань, які мають бути обмірковані і обговорені з експертами-проектвальниками е-МСН і організаторами е-дистанційного навчання.

Аргументи на користь побудови нових НММ:

- зміст і навчальні цілі навчального курсу є унікальними, такий курс не може бути придбаний як повний завершений навчальний пакет;
- дібраний (може бути дібраним) повний висококваліфікований склад проектної команди, який хоче і потенційно може продемонструвати свою талановиту неповторність;
- студенти будуть виявляти більшу довіру і виявляти більш сумлінне ставлення до навчання, якщо курс буде створено силами і в межах навчального закладу, де вони навчаються;
- керівники навчального закладу очікують, що будуть створені нові НММ;
- за об'єктивних причин зміст курсу має бути швидко оновленим і це не викликає значних труднощів;
- власник пакету НММ вимагає за придбання його ліцензії такі кошти, які ви вважаєте дуже великими і невиправданими;
- для приведення існуючого курсу у відповідність до навчальних цілей необхідно провести в існуючому курсі значні і принципові зміни;
- навчальні цілі легше досягти в новому курсі, ніж перевіряти, вимірювати і доводити, що ці цілі досягаються в існуючому курсі;
- існуючий пакет НММ вже використовується іншим навчальним закладом (фірмою), групою учнів або викладачів, з якими спільна робота неможлива, конкурентно залежна або небажана;
- НММ розроблені невідомими авторами, навчальним закладом (фірмою) та їх якісне впровадження та подальша підтримка викликають суттєву невпевненість і недовіру.

Аргументи на користь використання існуючих НММ:

- зміст і навчальні цілі існуючого курсу переважно збігаються з наявними потребами;
- немає коштів на розробку своїх НММ, а кошти, передбачені на вдосконалення існуючих НММ, недостатні для виконання такої роботи;
- НММ розроблені відомими авторами, навчальним закладом (фірмою) та їх якісне впровадження і подальша підтримка викликають впевненість і довіру;
- використання і адаптація існуючого пакету НММ вимагатиме такого часу, якого виділити неможливо;
- немає можливості запросити до роботи в проектній команді фахівців того ж рівня, кваліфікації і таланту, які розробляли існуючий курс;
- якість навчальної медіа підтримки існуючого курсу дуже висока;
- економічно доцільно придбати НММ, які на 70% або більше відповідають вимогам (30%, що залишились, можна модифікувати у будь-який час).

Питання восьме. Якою повинна бути структура НММ е-дистанційного навчання?

Е-дистанційний навчальний курс – це педагогічно виважена, функціонально завершена, доцільно структурована і організована дидактична одиниця, яка:

- базується на методології методичних систем е-дистанційного навчання;
- орієнтується на використання медіа навчальних фрагментів;
- спрямована на використання в Інтернет просторі (веб-просторі).

Типова структура Інтернет орієнтованих НММ (веб-НММ) е-дистанційного курсу включає такі частини (рис. 3.3.2-1):

- загальний огляд курсу;
- загальний опис навчальної діяльності;
- детальний опис навчальної діяльності з кожної дидактичної одиниці навчального курсу.

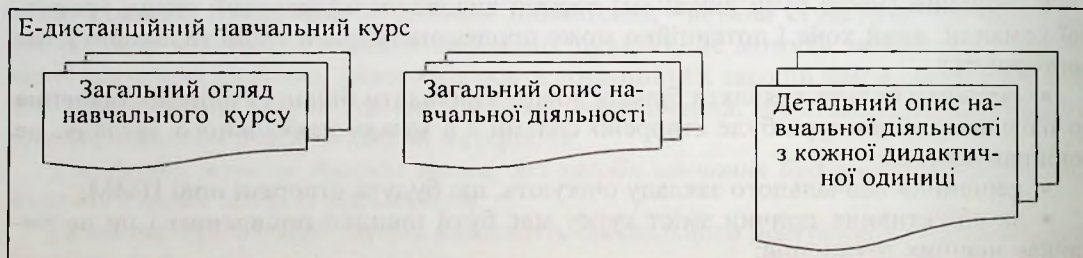


Рис. 3.3.2-1. Типова структура веб-НММ е-дистанційного навчального курсу

Загальний огляд е-дистанційного курсу у веб-НММ включає такі розділи:

- відомості про те, куди той, хто навчається за цим курсом, може звертатися (електронна і факс адреси), якщо він помітить помилки у веб-НММ або стикнеться із складнощами доступу до них;
- зміст цієї частини веб-НММ;
- загальні відомості про організацію навчання за цим курсом;
- відомості про студентів, які одночасно навчаються за цим курсом і з якими доведеться спілкуватися протягом навчання;
- відомості (включаючи електронну адресу) про професора (тьютора), з яким доведеться працювати впродовж вивчення курсу;

- актуальність курсу;
- відомості про авторів курсу;
- назви (список) основної літератури;
- шкала оцінювання (в %) основних складових навчальної діяльності (вивчення теорії і практичні заняття, очне навчання, заключний екзаме́н, типово – (70–80), 10, (10–20)%;

- календар виконання завдань (номер завдання, номери навчальних одиниць, дата завершення їх вивчення, форма перевірки навчальних досягнень – тести, дискусії з тьютором, чат спілкування тощо);

- відомості про дату, місце і форму проведення іспиту за курсом;
- відомості про характер використання дискусійних форумів і електронних дошок (включаючи інструкції з веб-доступу до цих ресурсів);

- відомості про порядок веб-доступу до навчального курсу;
- відомості про допоміжний персонал (включаючи номери телефонів, електронні і факс адреси), до якого можна звернутися в разі виникнення організаційних і технічних проблем;

- відомості про дизайнера веб-сайту навчального курсу.

Загальний опис навчальної діяльності е-дистанційного курсу в веб-НММ включає такі розділи:

- відомості про наявність електронного зв'язку з усіма розділами курсу;
- зміст цієї частини веб-НММ;
- список назв дидактичних одиниць;
- відомості про структуру і призначення функціональних блоків дидактичних одиниць: вступу, послідовності вивчення, перегляду і читання матеріалу, навчальних цілей, поточної і завершальної перевірки знань тощо;
- загальні поради щодо характеру навчання;
- контактні дані (номери телефонів, електронні і факс адреси тьютора);
- відомості про специфіку використання пошукових Інтернет-серверів;
- відомості про специфіку використання дискусійних форумів і електронних дошок.

Детальний опис навчальної діяльності з кожної дидактичної одиниці е-дистанційного курсу у веб-НММ включає такі розділи:

- вступ;
- опис навчальної діяльності;
- зміст розділів дидактичної одиниці;
- цілі вивчення дидактичної одиниці;
- до кожного з розділів дидактичної одиниці посилання на відповідні сторінки основної літератури;

- додаткові та оновлені відомості, які автори курсу вважали за доцільне включити в курс;

- зв'язок розділів дидактичної одиниці із загальним курсом;
- тести для поточного і завершального оцінювання навчальних досягнень;
- закінчення.

Питання дев'яте. Які особистісні характеристики тих, хто навчається, мають бути враховані при проектуванні методичних систем і здійсненні е-дистанційного навчання?

У розділі теорії навчання, в якому вивчаються і розв'язуються проблеми освіти дорослих, передбачається, що доросла людина, яка включається в процес навчання,

є значною мірою мотивованою і здатною до навчання. Відповідні методики навчання дорослих відображають цю особливість.

Методичні системи е-дистанційного навчання, які створюються для цієї категорії учнів, повинні враховувати їх особистісні характеристики (здібності, природні нахили, покликання) і наявний досвід (формальний і неформальний)

Принципова придатність і пристосованість комп'ютерно-технологічної платформи е-дистанційного навчання до індивідуалізації навчання, реалізації безпосередньої інтерактивної взаємодії між учасниками навчально-виховного процесу забезпечує необхідну підтримку сучасної особистісно орієнтованої парадигми навчання.

Бажано не забувати про не втрачену в е-дистанційних системах навчання можливість урахування соціальних характеристик учнів завдяки принципівій пристосованості таких систем до організації колективних і групових форм навчальної діяльності (форуми, електронні дошки, дискусії, групові ігри та ін.).

Особистісні характеристики допомагають краще зрозуміти тих, хто навчається за е-дистанційною формою навчання, а їх урахування при створенні е-дистанційних систем навчання сприяє розробці індивідуально орієнтованих методичних систем навчання, формуванню індивідуальної траєкторії розвитку особистості.

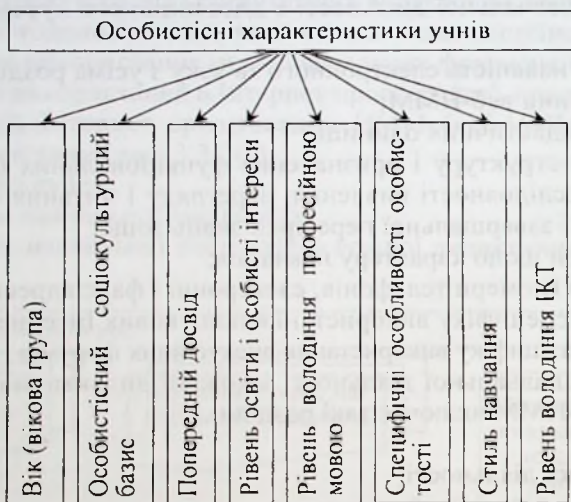


Рис. 3.3.2-2. Склад особистісних характеристик учнів, що їх доцільно враховувати при побудові методичних систем е-дистанційного навчання

До складу особистісних характеристик, які доцільно враховувати при побудові методичних систем е-дистанційного навчання, слід віднести (рис. 3.3.2-2):

- вік; визначаючи ці характеристики, слід враховувати:
 - якій віковий діапазон утворює навчальна група;
 - дорослі учні молодшої вікової групи більш сприйнятливі до дослідницького пошукового навчання, вони краще сприймають матеріал, поданий у візуальній формі;
 - дорослі учні старшої вікової групи менш гнучкі; їх знання, уміння і навички діяльності краще формуються і розвиваються при використанні дій, що неодноразово повторюються;

- особистісний соціокультурний базис; визначаючи ці характеристики учнів (національність, релігія, раса, етнічна група та ін.), слід мати на увазі, що:

- врахування цих характеристик особистості учня (груп учнів) підвищує (іноді суттєво) рівень взаєморозуміння між учасниками навчального процесу;

- використання прикладів, прислів'їв, цитат, метафор, інших мовних форм і зворотів, що може бути доцільним для однієї соціокультурної групи, є абсолютно неприйнятним для іншої;

- попередній досвід; визначаючи ці характеристики учнів, слід враховувати, що:
- дорослі учні, як правило, мають неабиякий загальноосвітній, фаховий і життєвий досвід (позитивний і негативний);

- переважна кількість з них цей досвід цінує і поважає;

- навіть, коли здійснюється перенавчання, слід враховувати попередній досвід тих, хто навчається;

- рівень освіти і особисті інтереси; визначаючи ці характеристики учнів, слід враховувати, що:

- наявні знання і рівень освіти дозволяють визначити базу, з якої слід починати навчання, аби забезпечити наступність і продуктивність навчальної діяльності;

- якщо ця база є недостатньою для опанування обраної дидактичної одиниці (навчального модуля, курсу, спеціальності), відповідний навчальний матеріал і навчальна діяльність повинні бути передбачені в дидактичній одиниці, що має вивчатися;

- якщо в навчальній групі є кілька підгруп з близькими, але різними між собою базовими рівнями знань і освіти, для кожної з таких підгруп необхідно передбачити відповідний навчальний матеріал і навчальну діяльність;

- знання особистих інтересів тих, хто навчається (мистецтво, дозвілля, спорт, хобі тощо), дозволяє використовувати відповідну предметну галузь при розробці навчальних прикладів, різних форм активної навчальної діяльності, використовувати метафори тощо.

- рівень володіння професійною мовою; визначаючи ці характеристики учнів, слід враховувати, що:

- рівень володіння професійною мовою (писемною, розмовною, основними категоріями і визначеннями тощо) визначає як саму мову, так і мовний рівень подання навчального матеріалу;

- впродовж навчання нерівність в активному оволодінні професійною мовою окремими учнями (групами) повинна бути максимально знижена;

- специфічні особливості особистості; вивчаючи ці характеристики учнів, слід враховувати, що:

- при здійсненні навчальної діяльності з учнями, які мають особливості психофізичного стану і розвитку (навіть тимчасово, впродовж терміну навчання), необхідно використовувати спеціальні методики, знижувати (підвищувати) темп (тривалість) навчання, модифікувати окремі навчальні вимоги тощо;

- в разі необхідності, для роботи з цією категорією учнів слід залучати викладачів, які мають спеціальні знання і спеціалізуються в такій роботі;

- стиль навчання; визначаючи ці характеристики учнів, слід враховувати, що:

- індивідуалізація навчання повинна базуватися на врахуванні індивідуально- і соціально-психологічних особливостей особистості, які визначають стиль навчання кожного учня;

- індивідуально визначений для кожного учня навчальної групи стиль навчання дозволяє обрати необхідні форми і методи індивідуальної і групової навчальної діяльності, сформулювати відповідну індивідуалізовану навчальну стратегію;

- рівень володіння інформаційно-комунікаційними технологіями (ІКТ); визначаючи ці характеристики учнів, слід враховувати, що:
 - здатність використання учнями відповідних методів і засобів ІКТ є обов'язковою передумовою навчання за е-дистанційними технологіями;
 - складності у вільному використанні необхідних засобів ІКТ або повна відсутність умінь використання окремих засобів ІКТ можуть суттєво ускладнити здійснення передбаченої навчальної діяльності в повному обсязі і тому унеможливити досягнення навчальних цілей і передбаченої якості навчання.

Питання десяте. Як повинна бути побудована проектна команда із створення навчально-методичних матеріалів е-дистанційного навчання?

Якщо відповіді на сьоме питання спонукують до створення нових веб-НММ, повинна бути створена проектна команда з їх розроблення і впровадження в е-дистанційний навчальний процес, а відповідь на десяте питання надається у розділі 3.3.7.

3.3.3. Зміст і особливості організації робіт з визначення навчальних потреб учнів, які навчаються е-дистанційно

Визначення навчальних потреб тих, хто навчається (планує навчатися):

- є базовим компонентом процесу створення відповідної методичної системи е-дистанційного навчання;
- здійснюється для забезпечення максимального задоволення очікувань тих, хто навчається;
- враховує їх наявні знання і досвід;
- є фундаментом для визначення обсягу необхідного навчання за змістом і термінами;
- використовується для здійснення порівняння визначених навчальних потреб з сучасним рівнем розділу знань, за яким планується навчання;
- впливає на специфіку індивідуалізації навчальних стратегій.

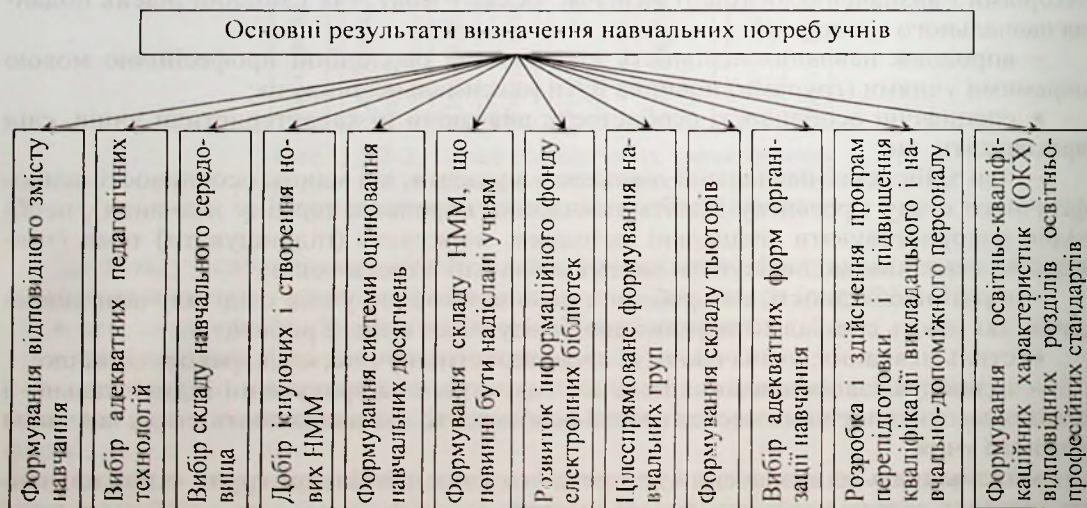


Рис. 3.3.3-1. Основні результати визначення навчальних потреб тих, хто навчається

Основні результати визначення навчальних потреб (ВНП) тих, хто навчається (планують навчатися), використовуються для (рис. 3.3.3-1):

- формування відповідного змісту навчання;
- вибору адекватних педагогічних технологій;
- вибору складу навчального середовища;
- добору існуючих і створення нових НММ;
- формування відповідної системи оцінювання навчальних досягнень;
- формування складу НММ, що повинні бути надіслані тим, хто навчається;
- розвитку інформаційного фонду електронних бібліотек;
- цілеспрямованого (за переважним збігом/наближенням навчальних потреб) формування навчальних груп;
- формування складу тьюторів;
- вибору адекватних форм організації навчання;
- розробки і здійснення програм перепідготовки і підвищення кваліфікації викладацького і навчально-допоміжного персоналу;
- формування освітньо-кваліфікаційних характеристик (ОКХ) відповідних розділів освітньо-професійних стандартів.

Для побудови моделі відкритого навчального процесу тим, хто планує здійснювати такий процес, доцільно попередньо відповісти на такі питання [445]:

- хто є ті, навчальні потреби яких визначаються?
- чому вони потребують ВНП?
- які шкали оцінок будуть застосовуватись для оцінювання результатів ВНП?
- на яких потребах необхідно зосередитись і який їх рівень?
- які дані за змістом, якістю і обсягом необхідно зібрати для забезпечення ВНП?
- які методи і засоби повинні бути застосовані для забезпечення збирання необхідних для ВНП даних?
- які обмеження існують для збирання даних?
- які педагогічні кадри необхідні для здійснення ВНП?
- які ресурси (кошти, засоби, час) необхідні для забезпечення ВНП?
- яким чином результати ВНП будуть задовольняти цілям, обмеженням і ресурсам ВНП?

Типовими джерелами отримання існуючих узагальнених даних є:

- багаторівневі результати завершених програм з ВНП;
- дані існуючих ВНП для груп з близьким фаховим спрямуванням;
- програми з ВНП споріднених галузей знань та економіки;
- результати акредитації навчальних закладів з відповідних спеціальностей;
- результати відвідувань занять студентами і викладачами;
- спостереження за навчальною аудиторією;
- демографічні дані;
- специфіка розвитку регіонів.

Основними методами, що застосовуються для збирання індивідуалізованих даних з ВНП, є:

- специфіка розвитку регіонів;
- заповнення (переважно дистанційне) майбутніми учнями опитувальників;
- проведення з учнями індивідуальних (очних і дистанційних) бесід (інтерв'ю);
- аналіз характеру діяльності майбутніх учнів і перспектив її розвитку;
- діагностичний аналіз причин ускладнень, що виникають у процесі діяльності майбутніх учнів.

У випадку використання опитувальників доцільно обговорити з тими, хто буде створювати опитувальні матеріали і здійснювати опитування, такі питання:

- які переваги має метод опитування порівняно з іншими методами проведення ВВП?

- якого типу питання необхідно ставити?
- які рішення (висновки) можуть бути прийняті на базі зібраних даних?
- якого типу і які саме питання будуть виявляти необхідні дані?
- яким чином аналізувати зібрані дані і як ці дані будуть опрацьовуватись?

Для врахування результатів ВВП при розробці змісту навчання доцільно відповісти на такі питання:

- хто буде залучений до навчального процесу?
- як можуть бути визначені і враховані навчальні потреби?
- яким чином наявний досвід може бути використаний для задоволення конкретних навчальних потреб?
- який зміст навчання найбільш відповідає навчальним потребам?

Стосовно е-дистанційного навчання при створенні НММ доцільно передбачити такі аспекти:

- який зміст навчання найбільш відповідає навчальним потребам?
 - гуманітарний (використання прізвища, ім'я та по батькові учня, використання його фотографії тощо);
 - інтерактивний (очні зустрічі, дискусії, рольові ігри тощо);
 - гнучкості (зміна характеру голосового спілкування, варіативність навчальної діяльності тощо);
 - оцінювання (зворотний зв'язок з учнем у письмовій і вербальній формах);
- Фактори, що ускладнюють здійснення ВВП:
- відсутність підтримки з боку керівництва;
 - невчасне (зарано) припинення роботи керівника проекту з ВВП;
 - використання політичних критеріїв для встановлення пріоритетів;
 - невизначеність термінології, що використовується;
 - непередбаченість часових меж щодо проведення ВВП;
 - нереалістичне (щодо можливості здійснення) або помилкове (щодо репрезентативності) визначення масштабу проекту;
 - непідготовленість учня (майбутнього) до проведення ВВП;
 - відсутність можливості продовження проекту через звільнення кадрів, які його проводили;
 - затримка результатів з боку зовнішніх експертів.

Фактори, що сприяють здійсненню ВВП, залежать від ясного і чіткого розуміння виконавцями і керівниками проекту з ВВП:

- загальнодержавної і регіональної політики розвитку галузей економіки;
- цілей здійснення ВВП;
- важливості знання методів і засобів з ВВП;
- необхідності забезпечення осіб, які приймають рішення, відомостями про стан справ на початку проведення ВВП і про його результати;
- необхідності інтеграції проекту з ВВП в загальну програму створення е-дистанційної системи навчання;
- важливості залучення до підготовки і оцінювання результатів ВВП їх ключових користувачів (викладачів, управлінців, тих, хто навчається);
- необхідності розробки специфікацій проектних вимог;

- механізмів ефективного й економного використання ресурсів, що надані для виконання проекту з ВВП.

Для створення системи критеріїв оцінки якості проведеного ВВП доцільно скористатись такими питаннями:

- чи були завдання, що зазначені в проектній угоді, передбачені в завданнях проекту з ВВП?
- чи можуть бути, за необхідності, модифіковані документи і процедури, що використовувались у попередніх проектах ВВП, чи можуть вони стати основою для здійснення інших проектів з ВВП?
- чи зібрані всі дані, що передбачались на початку проекту?
- чи всі зібрані дані необхідні для отримання результатів ВВП, що передбачались?
- яким чином використовуються отримані дані для розробки програм формування результатів проекту з ВВП?
- чи розроблені програми з формування результатів проекту з ВВП можуть бути дійсно виконані, є достатньо детальними, реалістичними і гнучкими?
- чи отримало керівництво і ключові користувачі адекватний звіт про результати ВВП?

Для створення системи критеріїв оцінювання якості проведення проекту з ВВП доцільно скористатись такими питаннями:

- якою мірою здійснення проекту з ВВП задовольняє його цілям?
- які сильні і слабкі сторони проведеного проекту?
- які результати, що були отримані, є непередбаченими?
- які зміни і доповнення щодо покращення результатів і характеру виконання проекту бажано здійснити в майбутньому?

3.3.4. Особливості навчальних стилів учнів та підходи до їх аналізу, врахування та удосконалення

У цьому розділі мова піде про навчальні стилі досить дорослих учнів, тобто тих, хто навчається у старшій загальноосвітній, професійно-технічній і вищій школі, у навчальних закладах системи післядипломної освіти або займається самоосвітою протягом життя.

Як відомо, різні люди можуть по-різному розв'язувати однакові за змістом і складністю проблеми, здійснювати одну й ту ж діяльність. При цьому різні види діяльності можуть здійснюватись однією людиною притаманним тільки цій людині способом, з різною ефективністю діяльності (тут і далі – у певному попередньо визначеному розумінні) при виконанні різних видів робіт (наприклад, одну й ту ж за змістом і складністю роботу різні люди виконують з різною ефективністю – отримують різноякісні результати, витрачають на однакову за трудомісткістю роботу неоднаковий час тощо). І навпаки, якщо людина володіє кількома різними способами діяльності і здатна адекватно застосовувати той чи інший з них для розв'язування певного класу проблем (задач) або їх етапів, спектр її ефективної діяльності може бути значно розширений, а складні проблеми (що включають різні за змістом і складністю підпроблеми або їх етапи) можуть бути в цілому розв'язані досить ефективно. Принаймні, більш успішно, ніж у випадку, коли розв'язування складної проблеми здійснює людина, яка здатна працювати тільки одним способом.

Структура діяльності (розумової або практичної) людини при розв'язуванні тих або інших проблем, здійсненні різних видів діяльності, визначає і демонструє відпо-

відні *стилі діяльності*, що переважно притаманні будь-якій особистості. Тобто, здатність людини здійснювати той чи інший вид діяльності, переважно використовуючи притаманний тільки цій людині спосіб діяльності, визначають як стиль діяльності.

Якщо визначити деяку типологію проблем (задач), що підлягають розв'язуванню, або етапів їх розв'язування, можна ввести відповідну їй типологію стилів діяльності людини, що забезпечують найбільш успішне розв'язування нею кожного з виділених типів проблем (задач) або етапів їх розв'язування. При цьому людина застосовує тільки один, відповідний певному типу проблеми (задачі) або етапів їх розв'язування, спосіб діяльності. Інакше кажучи, *стиль діяльності* – здатність конкретної людини переважно здійснювати діяльність певним чином – одним відповідним способом, який ця людина переважно застосовує при розв'язуванні будь-яких проблем, задач.

У зв'язку з тим, що на практиці люди, зазвичай, розв'язують широке коло різноманітних проблем (задач), які, в загальному випадку, стосуються різних предметних галузей, мають різний зміст і складність, їх ефективне розв'язування може бути досягнуто, коли люди застосовують (можуть застосовувати) різні стилі діяльності, тобто здійснюють (можуть здійснювати) діяльність кількома різними способами, що відповідають певному типу проблеми (задачі) або певному типу етапів їх розв'язування. Таким чином, для ефективного розв'язування широкого кола практичних завдань, що виникають на практиці, успішна людина має володіти кількома стилями діяльності, застосовуючи кілька способів діяльності.

З метою вивчення і моделювання діяльності штучно вводять певну типологію стилів діяльності, виділяючи і визначаючи деякі типові стилі діяльності людини, які вона застосовує (може застосовувати) в процесі розв'язування відповідних проблем (задач).

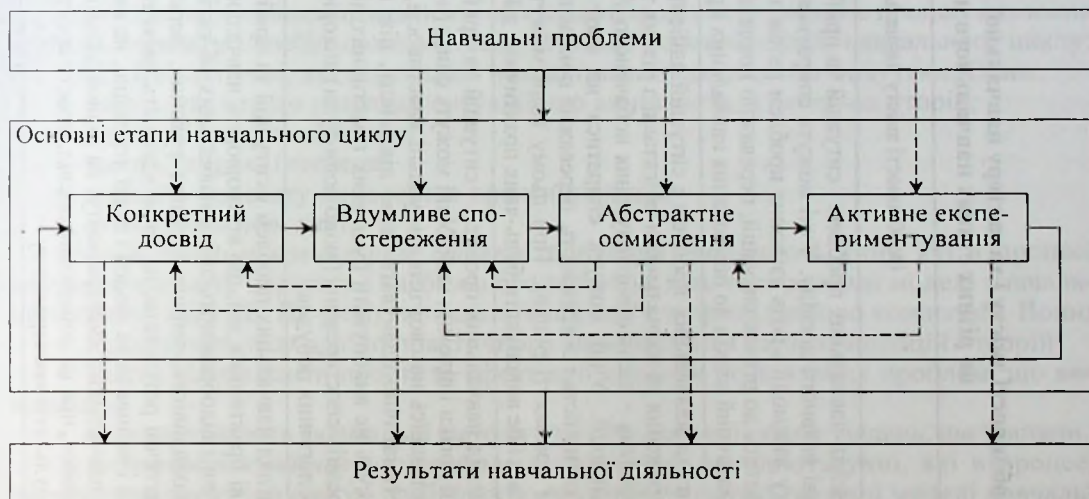
Відзначена пряма кореляція між стилем діяльності людини при розв'язуванні практично всього кола проблем, що постають перед нею впродовж життя, і стилем, за яким ця людина навчається, і навпаки [447]. Тому все зазначене вище стосується і навчальної діяльності, як одного з найбільш складних видів діяльності людини, і навчальних стилів, які ті, хто навчається, застосовують у процесі навчання. При цьому, «процес прийняття рішень є одним з центральних на всіх рівнях функціонування системи навчальної діяльності студентів. У цьому процесі найбільш повно реалізуються такі функції психіки, як відображення та регулювання» [263].

З'ясування навчального стилю учня, його слабких і сильних сторін – необхідний і важливий крок у напрямі пошуку підходів до структурування змісту навчання, вибору ефективних педагогічних технологій (в тому числі індивідуалізованих, групових, інтерактивного навчання, дистанційних тощо), відповідної організації навчального середовища і включення до його складу тих чи інших засобів навчання, вибору педагогічних стратегій і в цілому покращення результатів навчальної діяльності. Іншими продуктивними напрямками використання знання про стилі навчання учнів (у тому числі і про свій навчальний стиль) є застосування цих знань при профорієнтації і профвідборі (виборі професії), при визначенні схильності тих або інших людей (учнів) до роботи у групах, командах, до керівництва колективами, до теоретичної або експериментальної наукової діяльності тощо.

Для виділення і аналізу деяких *нормативних навчальних стилів* доцільно скористатися моделлю навчальної діяльності, що визначатиме етапи її здійснення. Відомо багато підходів щодо визначення моделей навчальної діяльності дорослих [165, 213, 262, 307, 435, 447], що відображають різні цілі їх побудови і методологічні

позиції їх авторів. Відповідно до підходу, що розглядається, в [434, 455], наприклад, запропонована модель навчальної діяльності, яка названа *навчальним циклом*. Використання зазначеної моделі виявилось досить продуктивним при створенні методики практичного визначення навчальних стилів у дорослих учнів. Відповідно до підходу, що використовується у ній, застосування цієї методики дозволяє сформулювати досить схожий формальний «навчальний портрет» учня, досить близько визначити себе як учня. Більшого наближення свого формального «навчального портрету» до реального учні можуть досягти, з'ясовуючи, збираючи і узагальнюючи інші відомості про особливості свого навчального стилю, наприклад, аналізуючи думки друзів, колег, викладачів тощо. Зазначена методика знайшла помітне застосування в багатьох країнах світу. Розглянемо її більш детально.

Виділений відповідно до [447] склад моделі навчального циклу утворюють чотири моделі його основних етапів – *моделі етапів навчального циклу*, що відповідно відображають чотири можливих етапи навчальної діяльності: урахування конкретного досвіду, або просто, конкретний досвід – *КД* (concrete experience), вдумливе спостереження – *ВС* (reflective observation), абстрактне осмислення – *АО* (abstract conceptualization), активне експериментування – *АЕ* (active experimentation). Модель основних етапів навчального циклу наведена на рис. 3.3.4-1.



Р и с. 3.3.4-1. Модель основних етапів навчального циклу

На практиці, при здійсненні реальної навчальної діяльності учні можуть кілька разів у довільній і доцільній послідовності застосовувати різні моделі етапів навчального циклу, неодноразово повертатися до тих або інших його етапів (на рис. 3.3.4-1 ці зв'язки вказані пунктиром). Тобто, на практиці переважно здійснюється багатоциклічна навчальна діяльність. При цьому, залежно від цілей і змісту конкретної навчальної проблеми, наявних умов здійснення навчання, складу і структури навчального середовища, індивідуальних властивостей і наявного досвіду учня та кваліфікації (компетентностей) викладача, навчальна діяльність може здійснюватись як за *повним*, так і за *неповним* навчальним циклом, а при багатоциклічній навчальній діяльності – послідовно як за повними, так і за неповними навчальними циклами. В останньому випадку навчальна діяльність може здійснюватись (у тому

**Особливості змісту і характеру навчальної діяльності учнів
на різних етапах навчального циклу**

Етапи навчального циклу	Особливості змісту навчальної діяльності	Характер навчання
Конкретний досвід (Concrete experience)	Розгляд навчальних проблем і ситуацій та прийняття рішень здійснюються на підставі наявного досвіду. Учні можуть спиратися на свій кругозір, попередню практику взаємодії і розв'язування проблем разом з іншими людьми, вміння пристосовуватись до різних ситуацій, переважно покладаючись на свої відчуття, ніж на систематичний підхід до оцінювання навчальних проблем і ситуацій	Навчання через відчуття
Вдумливе спостереження (Reflective observation)	Розгляд навчальних проблем і ситуацій здійснюється на підставі ретельного спостереження за навчальними об'єктами з різних точок зору і перспектив, а прийняття рішень – після обмірковування побаченого і/або почутого в процесі навчальної діяльності. Учні можуть спиратися на свої мігтливості, уважність, терпіння, об'єктивність і обережність, переважно поклавшись на свої особисті думки і оцінки при прийнятті рішень. При цьому вони можуть не враховувати свій попередній досвід і не виконувати будь-яких практичних дій	Навчання спостерегаючи і слухаючи
Абстрактне осмислення (Abstract conceptualization)	Розгляд навчальних проблем і ситуацій та прийняття рішень здійснюються на основі логіки і відомих ідей. Учні можуть спиратися на свої знання теорій, переважно поклавшись на свої інтелектуальні властивості, свою здатність логічно мислити і систематично планувати свою діяльність, ніж на свої відчуття. При цьому, вони можуть не виконувати будь-яких практичних дій, а наявні досвід і результати попередніх спостережень (якщо вони були) використовувати як вихідні дані відповідних логічних побудов	Навчання думаючи
Активне експериментування (Active experimentation)	Розгляд навчальних проблем і ситуацій та прийняття рішень здійснюються на підставі практичних дій, що відтворюють навчальні проблеми і ситуації, змінюють їх умови і відображають зміни навчальних об'єктів. Учні можуть спиратися на свою винахідливість, вміння «робити руками», переважно поклавшись на отримуваний практичний результат, на свою здатність досягати поставлену ціль, вміння ризикувати і впливати на людей і події через дію, на свою можливість дійсно впливати на хід навчального експерименту, на відповідальність за те, що «експеримент дійсно працює», ніж на попередній досвід, просте спостереження і логічне пояснення ходу і результатів експерименту	Навчання виконуючи

числі багаторазово, циклічно) тільки за можливими послідовностями моделей етапів навчального циклу, наприклад, застосовуючи тільки послідовність *КД*, *ВС*, *АО* або послідовність *ВС*, *АО*, *АЕ* та ін.

У методиці, що розглядається, пропонується типологія навчальних стилів, яка ґрунтується на тому, що типові навчальні стилі учнів є виявом і результатом переважного застосування ними у процесі навчання відповідних парних комбінації основних моделей навчального циклу. Використання цієї методики надає можливість вивчати і визначати навчальні стилі учнів за такими чотирма типами навчальних стилів (за підходом Jean Piaget [435]): *акомотивний*, *дивергентний*, *конвергентний*, *асимілятивний*.

Акомотивним навчальним стилем (accommodator) володіють учні, які у процесі навчання надають перевагу і здебільшого застосовують такі основні моделі навчального циклу: *КД* і *АЕ*. Це учні, які переважно навчаються завдяки своєму досвіду і особистим дослідженням. Вони:

- перед початком отримання теоретичних знань бажають попередньо спробувати все «своїми руками»;
- надають перевагу розробленню планів і здійсненню нових і складних експериментів;

- більш пристосовані до практичних дій, ніж до аналітичної роботи;
- швидко відкидають більшість існуючих підходів і обирають імпровізацію.

Дивергентним навчальним стилем (diverger) володіють учні, які в процесі навчання надають перевагу і здебільшого застосовують такі основні моделі навчального циклу: *КД* і *ВС*. Це такі учні, які переважно навчаються завдяки своїм почуттям. Вони:

- мають нахили до розгляду ситуації, що виникають, з багатьох сторін;
- добре збирають відомості;
- мають широкі інтереси;
- надають перевагу виконанню практичних дій;
- отримують нові дані.

Конвергентним навчальним стилем (converger) володіють учні, які в процесі навчання надають перевагу і здебільшого застосовують такі основні моделі навчального циклу: *АО* і *АЕ*. Це учні, які надають перевагу запровадженню концепцій. Вони:

- відшукують підходи до практичного використання ідей, концепцій і теорій;
- здатні віднаходити прості та ефективні способи розв'язання проблем, що виникають;

- використовують формальні методи і засоби для вирішення завдань, що постали.

Асимілятивним навчальним стилем (assimilator) володіють учні, які в процесі навчання надають перевагу і здебільшого застосовують такі основні моделі навчального циклу: *ВС* і *АО*. Це спостережливі і концептуальні учні. Вони:

- мають нахили до створення теоретичних моделей;
- здатні ідентифікувати ідеї і передбачати результати;
- визначають відмінності взаємозалежних фактів;
- надають перевагу індуктивним методам;
- здатні приходити до логічних висновків.

Особливості змісту і характеру навчальної діяльності учнів на різних етапах навчального циклу наведено в таблиці 3.3.4-1.

Визначення конкретного типу навчального стилю певного (*i*-го) учня здійснюється за такою процедурою:

1. Учень виконує тестове завдання за допомогою запропонованих тестів (надає відповіді типу «так – ні» на сформульовані питання і заповнює матричний бланк – паперовий або електронний).

2. Здійснюючи просте підсумовування парних значень відповідей i -го учня, підраховують конкретні значення оцінок $KД$, BC , AO і AE (у запропонованих кількісних шкалах), які притаманні певному i -му учневі: D_i , C_i , O_i , E_i , де D_i , C_i , O_i , E_i – оцінки рівнів застосування відповідних основних моделей навчального циклу, що вимірюються за наведеною методикою і відображають потенційну спроможність застосування i -им учнем при навчанні певної моделі навчального циклу.

Якщо оцінки D_i , C_i , O_i і E_i отримуються за однією методикою (застосовуються єдина унормована шкала їх оцінювання та коректні і сумісні методи й інструменти оцінювання) для кількісного оцінювання співвідношення оцінок D_i , C_i , O_i і E_i , здійснення їх порівняльного аналізу доцільно використовувати оцінки D_i , C_i , O_i і E_i , що виражені у процентах до їх можливих максимальних значень: $D_i\% = D_i / D_m \cdot 100$, $C_i\% = C_i / C_m \cdot 100$, $O_i\% = O_i / O_m \cdot 100$, $E_i\% = E_i / E_m \cdot 100$, де D_m , C_m , O_m , E_m – максимальні значення оцінок D_i , C_i , O_i і E_i . При цьому, в унормованій процентній шкалі оцінювання виконується: $D_m = C_m = O_m = E_m = R_y$, $D_m\% = C_m\% = O_m\% = E_m\% = R_y\% = 100\%$, де R_y – унормоване значення оцінок D_m , C_m , O_m і E_m , а $D_i\% = D_i / R_y \cdot 100$, $C_i\% = C_i / R_y \cdot 100$, $O_i\% = O_i / R_y \cdot 100$, $E_i\% = E_i / R_y \cdot 100$ – є унормованими процентними значеннями оцінок D_i , C_i , O_i і E_i , що притаманні i -му учню.

3. Для наочного відображення співвідношення оцінок D_i , C_i , O_i і E_i , що притаманні i -му учню, використовується перша тестова координатна сітка, на перпендикулярних осях якої у процентах відкладаються значення оцінок $D_i\%$, $C_i\%$, $O_i\%$ і $E_i\%$. Далі, точки на тестовій координатній сітці, що відповідають цим оцінкам, з'єднуються відрізками прямих. Модель першої тестової координатної сітки для інтегрованого відображення оцінок застосування учнями основних моделей навчального циклу наведена на рис. 3.3.4-2. Отримана таким чином на першій тестовій координатній сітці ламана лінія дозволяє сформувати і відобразити «інтегрований портрет» i -го учня, наочно оцінити співвідношення оцінок $D_i\%$, $C_i\%$, $O_i\%$ і $E_i\%$, що йому притаманні.

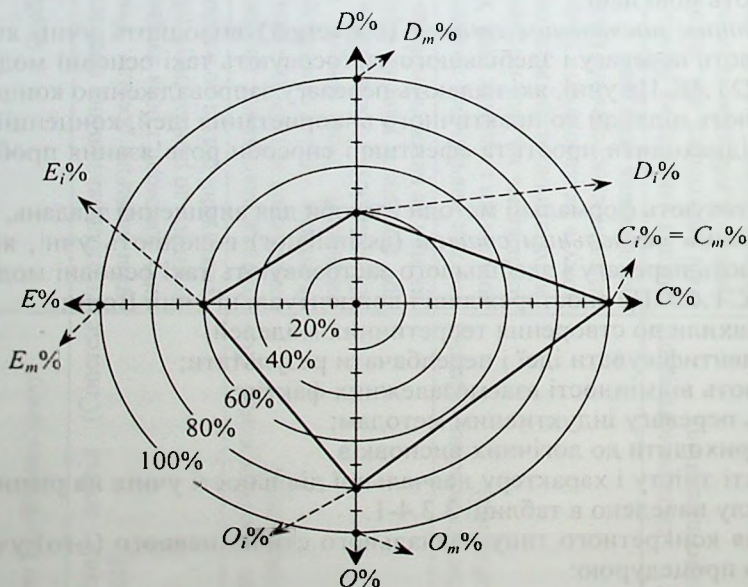


Рис. 3.3.4-2. Модель першої тестової координатної сітки для інтегрованого відображення унормованих оцінок застосування учнями основних моделей навчального циклу

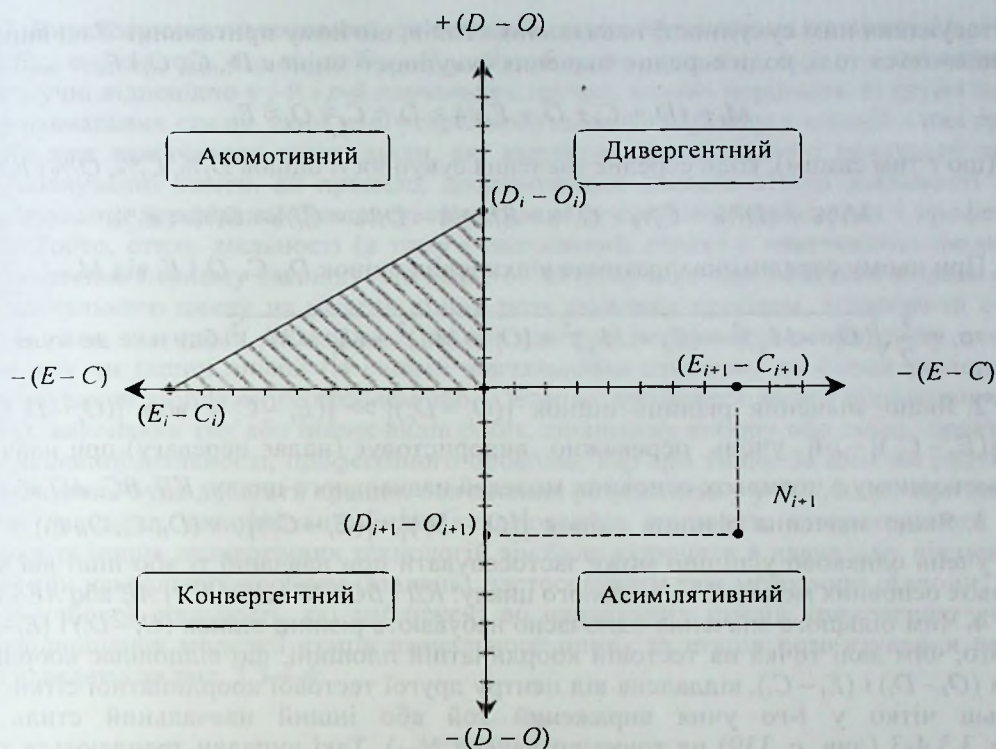


Рис. 3.3.4-3. Модель другої тестової координатної сітки і тестової координатної площини з визначення навчальних стилів учнів

4. Визначаються числові значення різниць оцінок $(O_i - D_i)$ і $(E_i - C_i)$. Значення цих різниць можуть виявитись як додатними, так і від'ємними.

5. Значення кожної з різниць оцінок $(O_i - D_i)$ і $(E_i - C_i)$ у відповідному масштабі відкладаються на різних перпендикулярних осях другої тестової координатної сітки, яка поділяє усю тестову координатну площину на чотири квадранти. Кожен з квадрантів цієї координатної площини ототожнюється з відповідним типом навчального стилю. Модель другої тестової координатної сітки наведена на рис. 3.3.4-3.

6. З'єднуючи точки на координатних осях другої тестової координатної сітки, що відповідають значенням різниць $(O_i - D_i)$ і $(E_i - C_i)$, прямою лінією отримують трикутник, який буде лежати в одному з чотирьох квадрантів координатної площини. Конкретний квадрант, в якому опиниться цей трикутник, і буде визначати тип навчального стилю i -го учня (на рис. 3.3.4-3, як приклад, цей заштрихований трикутник лежить у квадранті, який визначає, що i -му учню притаманний акомотивний стиль навчання).

Наведений нижче аналіз отриманих результатів оцінювання узагальнений і суттєво удосконалений автором. Цей аналіз дозволяє зробити такі висновки:

1. Якщо обидва отриманих значення різниць оцінок $(O_i - D_i)$ і $(E_i - C_i)$ виявляться близькими до нуля – навчальні стилі i -го учня є значною мірою збалансованими. Цей учень у процесі навчання однаково успішно може застосовувати кожен з чотирьох основних моделей навчального циклу: KD , BC , AO і AE . Тобто, чим ближче до нуля одночасно виявляються значення різниць оцінок $(O_i - D_i)$ і $(E_i - C_i)$, $\forall (D_i, C_i, O_i, E_i) \neq 0$, тим більш збалансованим є i -й учень щодо потенційних можливостей гнучкого

застосування ним сукупності навчальних стилів, що йому притаманні. Такі випадки трапляються тоді, коли середнє значення сукупності оцінок D_i , C_i , O_i і E_i –

$$M_i = (D_i + C_i + O_i + E_i)/4 \approx D_i \approx C_i \approx O_i \approx E_i,$$

чи (що є тим самим), коли середнє значення сукупності оцінок $D_i\%$, $C_i\%$, $O_i\%$ і $E_i\%$ –

$$M_i\% = (D_i\% + C_i\% + O_i\% + E_i\%)/4 \approx D_i\% \approx C_i\% \approx O_i\% \approx E_i\%.$$

При цьому середньоквадратичне відхилення оцінок D_i , C_i , O_i і E_i від M_y –

$$\sigma_i = \frac{1}{2} \sqrt{(D_i - M_y)^2 + (C_i - M_y)^2 + (O_i - M_y)^2 + (E_i - M_y)^2} \text{ близьке до нуля.}$$

2. Якщо значення різниць оцінок $|(O_i - D_i)| \gg |(E_i - C_i)|$ або $|(O_i - D_i)| \ll \ll |(E_i - C_i)|$ – i -й учень переважно використовує (надає перевагу) при навчанні тільки одному з чотирьох основних моделей навчального циклу: $КД$, BC , $АО$ або $АЕ$.

3. Якщо значення різниць оцінок $|(O_i - D_i)| = |(E_i - C_i)|$, $\forall (D_i, C_i, O_i, E_i) \neq 0$ – i -й учень однаково успішно може застосовувати при навчанні ті або інші дві з чотирьох основних моделей навчального циклу: $КД$ і BC , BC і $АО$, $АО$ і $АЕ$ або $АЕ$ і $КД$.

4. Чим більшого значення одночасно набувають різниці оцінок $(O_i - D_i)$ і $(E_i - C_i)$, тобто, чим далі точка на тестовій координатній площині, що відповідає координатам $(O_i - D_i)$ і $(E_i - C_i)$, віддалена від центру другої тестової координатної сітки, тим більш чітко у i -го учня виражений той або інший навчальний стиль (на рис. 3.3.4-3 (див. с. 339) ця точка позначена N_{i+1}). Такі випадки трапляються тоді, коли відхилення від центру тестової координатної сітки $\rho_i = \sqrt{(O_i - D_i)^2 + (E_i - C_i)^2}$ наближається до свого можливого максимального значення $\rho_m = \sqrt{2}R_y$.

1. Усереднені оцінки основних моделей навчального циклу, які учні застосовують (можуть застосовувати) у j -й навчальній групі D_{jcp} , C_{jcp} , O_{jcp} і E_{jcp} , а також відповідні середньоквадратичні відхилення σ_{Dij} , σ_{Cij} , σ_{Oij} , σ_{Eij} та σ_{jcp} від цих середніх в межах j -ї навчальної групи, до якої входить i -й учень, дозволяють вчителю визначити педагогічні стратегії, які доцільно переважно застосовувати при роботі у j -й навчальній групі,

$$D_{jcp} = \sum_{i=1}^{Q_j} D_i / Q_j, C_{jcp} = \sum_{i=1}^{Q_j} C_i / Q_j, O_{jcp} = \sum_{i=1}^{Q_j} O_i / Q_j, E_{jcp} = \sum_{i=1}^{Q_j} E_i / Q_j, \forall i = \overline{1, Q_j};$$

де: Q_j – кількість учнів у j -й навчальній групі;

$$\sigma_{Dij} = \frac{1}{2} \sqrt{(D_{ij} - D_{jcp})^2}, \sigma_{Cij} = \frac{1}{2} \sqrt{(C_{ij} - C_{jcp})^2},$$

$$\sigma_{Oij} = \frac{1}{2} \sqrt{(O_{ij} - O_{jcp})^2}, \sigma_{Eij} = \frac{1}{2} \sqrt{(E_{ij} - E_{jcp})^2};$$

$$\sigma_{jcp} = \frac{1}{2} \sqrt{(D_{jcp} - M_{jcp})^2 + (C_{jcp} - M_{jcp})^2 + (O_{jcp} - M_{jcp})^2 + (E_{jcp} - M_{jcp})^2};$$

$$M_{jcp} = (D_{jcp} + C_{jcp} + O_{jcp} + E_{jcp}) / 4.$$

2. Вираховуючи значення оцінок основних моделей навчального циклу $D_{jcr}, C_{jcr}, O_{jcr}, E_{jcr}, \sigma_{Dij}, \sigma_{Cij}, \sigma_{Oij}, \sigma_{Eij}, \sigma_{jcr}$ та $D_{rcr}, C_{rcr}, O_{rcr}, E_{rcr}, \sigma_{Dir}, \sigma_{Cir}, \sigma_{Oir}, \sigma_{Eir}, \sigma_{rcr}$, що застосовують учні відповідно у j -й і r -й навчальних групах, можна порівняти ці групи щодо типу навчальних стилів, яким учні усереднено надають перевагу у кожній з цих груп.

Як вже зазначалося вище, люди, які застосовують відповідні навчальні стилі при опануванні освіти, як правило, дотримуються схожих стилів діяльності при розв'язуванні переважної більшості повсякденних проблем (побутових і професійних). Тобто, стиль діяльності (а тому і навчальний стиль) є властивістю людини, притаманною певному індивіду. Це надає об'єктивні підстави накласти модель етапів навчального циклу на модель етапів розв'язування проблем, встановити співвідношення між цими моделями і на цій підставі встановити особистісну схильність тих чи інших людей (із своїми навчальними стилями) до більш успішного розв'язування відповідних проблем або їх етапів (прийняття низки відповідних рішень), виконання тих або інших видів робіт, свідомому вибору або зміні характеру повсякденної діяльності, професійного профілю, кар'єри тощо. За цим же розумінням, вчитель буде досягати кращих навчальних результатів у учнів, якщо при здійсненні навчання, використанні індивідуалізованих, групових, інтерактивного навчання та інших педагогічних технологій він буде включати в навчальну діяльність такі типи навчальних проблем (завдань), застосовувати такі методичні підходи, такі стилі учбової діяльності, які наближені до навчальних стилів конкретних учнів. Співвідношення моделей етапів навчального циклу та етапів розв'язування проблем наведено на рис. 3.3.4-4.



Рис. 3.3.4-4. Співвідношення моделей етапів навчального циклу та етапів розв'язування проблем

Проте, навчальні стилі учнів при відповідній побудові навчальної діяльності можуть і мають розвиватися. В [447] пропонуються три підходи щодо розвитку навчальних стилів учнів. Наведемо два з них, які не викликають заперечень. Це такі шляхи:

1. Розширення спектра і масштабів спільної роботи (навчальної діяльності) з людьми (учнями), яким притаманні інші навчальні стилі (стилі діяльності), вивчення і аналіз навчальних стилів (стилів діяльності) партнерів у спільній роботі, намагання поступово наслідувати цим стилям.

2. Поступове розширенням спектра і масштабів діяльності людини (учня) у таких її видах (на таких етапах розв'язування проблем), де застосування навчального стилю, що притаманний цій людині (учню), не є найкращим (стиль діяльності людини є найменш пристосованим до розв'язування проблем певного класу або певного етапу складної проблеми). Слід домагатися вміння гнучкості учнів, підтримувати таких, які адаптуються до ситуації, що виникла, пристосовують свій навчальний стиль (стиль діяльності) до характеру розв'язуваної проблеми, до специфіки етапу розв'язування складної проблеми.

У таблиці 3.3.4-2 наведені сильні і слабкі сторони учнів, яким притаманні різні навчальні стилі, а також рекомендації щодо розвитку відповідних навчальних стилів.

Для здійснення моніторингу навчальних стилів учнів доцільно відповідні упорядковані оцінки їх навчальних стилів ідентифікувати у часі та забезпечити фіксування, збирання, накопичення та аналіз значень D_{ik} , C_{ik} , O_{ik} і E_{ik} – оцінок i -го учня у моменти часу $t_k = t_1, t_2, \dots, T_n$, де k – задається нормативною часовою шкалою процедури моніторингу, T_n – час, який використовується на розвиток навчальних стилів (безпосередньо або опосередковано).

При цьому, якщо у навчальній діяльності передбачені і коректно здійснюються педагогічні дії, що безпосередньо спрямовані і/або сприяють розвитку навчальних стилів учнів, розвиток навчальних стилів у i -го учня можна вважати позитивним, коли спостерігається, що

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{t=t_k}^{T_n} \sum_{i=1}^{Q_i} M_{it} \rightarrow \max, \\ \sum_{t=t_k}^{T_n} \sum_{i=1}^{Q_i} \sigma_{itk} \rightarrow 0. \end{array} \right.$$

Тобто, оцінки D_i , C_i , O_i і E_i , а тому і M_i з часом повинні зростати, а середньоквадратичне відхилення цих оцінок від їх середнього (σ_i) – неухильно зменшуватись.

На підставі емпіричних даних, що збираються у процесі моніторингу оцінок D_{ik} , C_{ik} , O_{ik} і E_{ik} , для поглиблення статистичного аналізу їх сукупностей і використання результатів цього аналізу для адресного впливу на характер навчальної діяльності певних учнів, доцільно, окрім наведених вище, вираховувати і застосовувати також інші характеристики розподілу відповідних оцінок, таких, як:

- розмахи розподілення оцінок

$$R_{D_i} = D_{ik}^{\max} - D_{ik}^{\min}, R_{C_i} = C_{ik}^{\max} - C_{ik}^{\min}, R_{O_i} = O_{ik}^{\max} - O_{ik}^{\min}, R_{E_i} = E_{ik}^{\max} - E_{ik}^{\min},$$

$$i_i = \overline{1, Q_i}, t_k = t_1, t_2, \dots, T_n;$$

Сильні і слабкі сторони учнів, яким притаманні різні навчальні стилі, а також рекомендації щодо розвитку відповідних навчальних стилів

Тип навчального стилю учнів	Сильні сторони учнів	Негативні риси (дуже часто)	Слабкі сторони учнів	Рекомендації щодо розвитку відповідного навчального стилю
Акомотивний	Пізнання суті речей у процесі роботи. Лідерство. Ризикують	Здійснення тривіальних удосконалень. Проведення безглуздої діяльності	Роботу виконують невчасно. Планують непрактично. Не спрямовані до мети	Брати на себе виконання завдань. Шукати нові можливості. Впливати на людей та бути лідером у справах
Конвергентний	Розв'язування задач. Розроблення рішень. Дедуктивне міркування. Визначення проблем	Розв'язування неіснуючих проблем. Поспішність при ухваленні рішень	Не сфокусовані на проблемі. Не змінюють свої ідеї і підходи. Розсіяні думки	Формувати нові підходи до мислення і практичної роботи. Експериментувати з новими ідеями. Шукати найкращі рішення. Визначати цілі. Розробляти рішення
Дивергентний	Розвинута уява. Розуміння людей. Розпізнавання проблем. Схильність до роботи у формі «мозкового штурму»	Пропонують нереальні альтернативи. Одночасно «хапаються» за кілька справ. Не можуть прийняти рішення	Відсутність нових ідей. Нездатність розпізнавати проблеми і наявні можливості	Бути більш чутливими до відчуттів інших людей. Більш уважно ставитися до цінностей. Уважно і зосереджено слухати. Збирати і накопичувати відомості. Уявляти наслідки впливу на проблеми несуттєвих ситуацій
Асимілятивний	Ефективне планування. Створення моделей. Визначення проблем. Розроблення теорій	Будують «повітряні замки», «витають у хмарах». Непрактичні у застосуваннях	Не вчаться на помилках. Не висловлюють підстав для проведення робіт. Відсутній системний підхід	Організовувати дані. Створювати концептуальні моделі. Перевіряти теорії та ідеї. Проектувати експерименти. Аналізувати кількісні дані

- дисперсії оцінок $G_{iik} = \sigma_{iik}^2, \forall D_{iik}, C_{iik}, O_{iik}, E_{iik}$;
- коефіцієнти асиметрії оцінок

$$As_D = \frac{1}{Q_{iik} G_{D_{iik}} \sigma_{D_{iik}}} \sum_{i=1}^{Q_{iik}} (D_{iik} - M_{iik})^3, As_C = \frac{1}{Q_{iik} G_{C_{iik}} \sigma_{C_{iik}}} \sum_{i=1}^{Q_{iik}} (C_{iik} - M_{iik})^3,$$

$$As_O = \frac{1}{Q_{iik} G_{O_{iik}} \sigma_{O_{iik}}} \sum_{i=1}^{Q_{iik}} (O_{iik} - M_{iik})^3, As_E = \frac{1}{Q_{iik} G_{E_{iik}} \sigma_{E_{iik}}} \sum_{i=1}^{Q_{iik}} (E_{iik} - M_{iik})^3;$$

- коефіцієнти ексцесу (як міру випуклості) оцінок

$$Ex_D = \frac{1}{Q_{itk} G_{Ditk}^2} \sum_{i=1}^{Q_{itk}} (D_{itk} - M_{itk})^4 - 3, \quad Ex_C = \frac{1}{Q_{itk} G_{Citk}^2} \sum_{i=1}^{Q_{itk}} (C_{itk} - M_{itk})^4 - 3,$$

$$Ex_O = \frac{1}{Q_{itk} G_{Oitk}^2} \sum_{i=1}^{Q_{itk}} (O_{itk} - M_{itk})^4 - 3, \quad Ex_E = \frac{1}{Q_{itk} G_{Eitk}^2} \sum_{i=1}^{Q_{itk}} (E_{itk} - M_{itk})^4 - 3.$$

Наведені у цьому розділі моделі оцінок застосування учнями тих або інших навчальних стилів та статистичного аналізу отриманих результатів оцінювання дозволяють у процесі моніторингу ВНС автоматизувати процес обчислення зазначених оцінок за допомогою комп'ютера.

3.3.5. Моделі оцінювання результатів функціонування системи освіти

Як вже зазначалося у розділі 3.1, у межах ресурсів, що виділяються, та обмежень, що накладаються на функціонування системи освіти (СО), ця система повинна забезпечити досягнення поставлених цілей, кінцевий продукт повинен задовольняти відповідні вимоги оточуючого середовища в якісному і кількісному відношеннях. Як про сам факт цього досягнення, так і про його ступінь судять завдяки оцінюванню результатів функціонування СО. Саме про підходи щодо оцінювання результатів функціонування СО, її частин і елементів і піде мова в цьому розділі.

Методологія оцінювання базується на системному підході і методах кваліметрії, економіки і соціології. Оцінювання – це багатовимірна категорія і тому має багатогранні відображення. Сформулюємо деякі з них [69, 76].

По-перше, оцінювання – це процес, за яким передбачається:

- вимірювання (психолого-педагогічні, соціологічні, економічні та ін.) значень статичних і динамічних параметрів, що відображають стан і результати функціонування досліджуваних систем;
- віднесення результатів цих вимірювань до того або іншого попередньо визначеного класифікаційного класу (класів);
- взаємний аналіз (порівняльний та ін.) множин результатів цих вимірювань (в межах визначених класифікаційних класів), що притаманні різним досліджуваним системам (у тому числі тим, що притаманні нормативним системам);
- отримання (в межах кожного класифікаційного класу) відповідних сукупностей ознак (в якісних шкалах) і/або значень (в кількісних шкалах) – *оцінок*, які відображують результати взаємного аналізу (співвідношення) статистики і динаміки (станів і функціонування) досліджуваних систем.

Ці оцінки подалі використовуються з певною метою (наприклад, можуть бути причиною відповідних реакцій з боку інших систем, де використовуються ці оцінки).

Кінцевим продуктом процесу оцінювання, його результатом є відповідні оцінки.

У СО процес оцінювання базується на зовнішніх стосовно СО цілях (вимогах оточуючого середовища), а його результати (оцінки СО) є підставою для формування суджень (ставлення, відношення) стосовно як самого задоволення або незадоволення з боку СО (її частин або елементів) відповідних загальноосвітніх і професійних вимог оточуючого середовища до її випускників, а також соціально-економічних вимог до характеру функціонування і темпів розвитку СО, так і про ступінь цього задоволення (незадоволення).

Ті чи інші оцінки СО можуть з відповідною метою (з широким спектром можливих цілей використання) застосовуватись:

- учасниками навчально-виховного процесу;
- різними організаційно-функціональними структурами навчального закладу;
- органами управління СО на її різних організаційних рівнях;
- в цілеформувальному та актуальному середовищах СО (рис. 3.1-1, див. с. 288);
- науковцями, при здійсненні досліджень;
- членами родин учнів;
- громадськими організаціями;
- органами масового інформування та ін.

Наприклад, оцінки навчальних досягнень учнів загальноосвітніх навчальних закладів можуть виступати фактором управління навчально-виховним процесом (корекції якісного і кількісного складу викладацького складу, організаційних заходів, які необхідно здійснити в навчальному закладі, тощо). Ці ж оцінки на завершальному етапі навчання можуть бути враховані при вступі учнів до вищих навчальних закладів. Оцінки навчальних досягнень учнів професійних навчальних закладів є підставою для визначення їхніх професійних компетентностей.

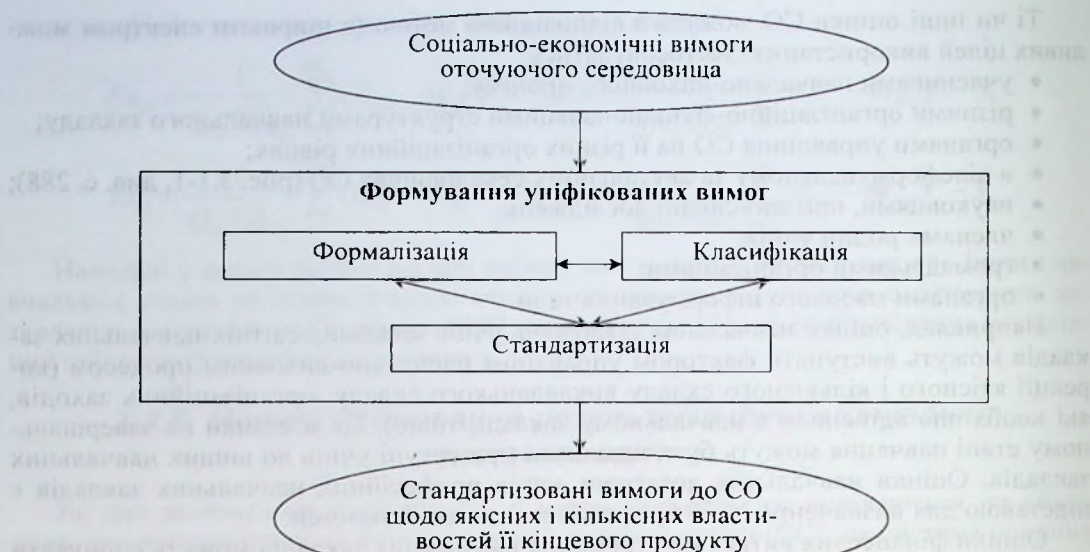
Оцінки фінансових витрат на утримання навчальних закладів можуть спонукати органи управління СО здійснити перерозподіл витрат між окремими статтями кошторису певних навчальних закладів, а системи цілеформувального середовища СО – змінити (підвищити, зменшити) обсяги фінансування СО в цілому.

Негативні оцінки стану забезпеченості навчальних закладів засобами навчання (щодо педагогічних вимог з формування навчального середовища) можуть примусити органи управління СО винайти внутрішні резерви фінансування витрат на нормативне комплектування навчальних закладів засобами навчання. В свою чергу, ця ж проблема і нереальність її розв'язання наявними внутрішніми можливостями країни спонукає владні структури (цілеформувальне середовище СО) створити національну індустрію засобів навчання.

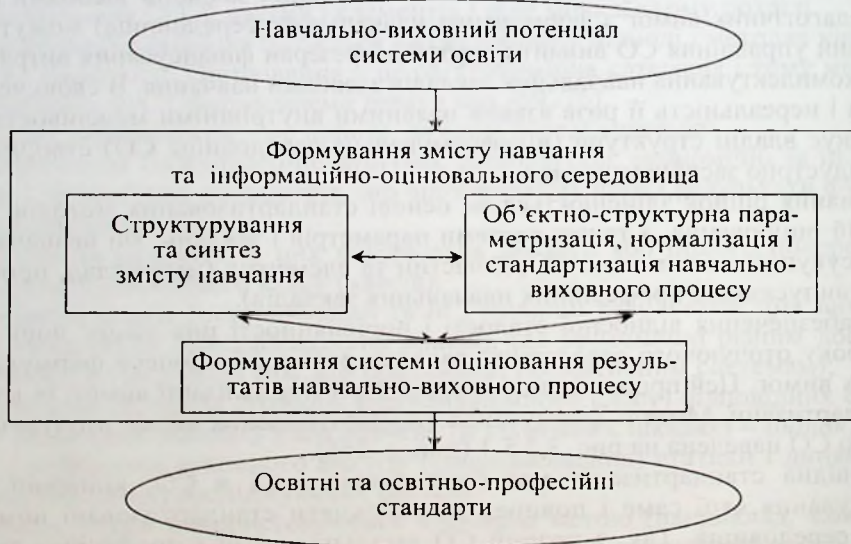
Отримання оцінок здійснюється на основі стандартизованих методів, засобів і технологій оцінювання, а також системи параметрів і завдань, які визначаються за базовою сукупністю вимог до СО, її частин та елементів (наприклад, професійних вимог до випускників професійних навчальних закладів).

Для забезпечення відносної сталості і порівнянності цих вимог вони уніфікуються з боку оточуючого середовища завдяки реалізації процесу формування уніфікованих вимог. Цей процес включає процедури формалізації вимог, їх класифікації і стандартизації. Модель формування стандартизованих вимог оточуючого середовища до СО наведена на рис. 3.3.5-1 (див. с. 346).

Відповідна стандартизація має бути проведена і в СО, кінцевий продукт функціонування якої саме і повинен задовольняти стандартизовані вимоги оточуючого середовища. Так, з позиції СО загальноосвітні і професійні вимоги до кінцевого продукту навчальних закладів відображаються в освітніх і освітньо-професійних стандартах. У цих стандартах закладаються результати процесу формування відповідного змісту навчання та інформаційно-оцінювального середовища, а сам цей процес включає процедури структурування і синтезу змісту навчання, об'єктно-структурної параметризації, нормалізації і стандартизації навчально-виховного процесу та формування системи оцінювання його результатів. Узагальнена модель формування освітніх та освітньо-професійних стандартів наведена на рис. 3.3.5-2 (див. с. 346).



Р и с. 3.3.5-1. Модель формування стандартизованих вимог оточуючого середовища до системи освіти



Р и с. 3.3.5-2. Узагальнена модель формування освітніх та освітньо-професійних стандартів

Структурування і синтез змісту навчання передбачає «накладання і просіювання» стандартизованих загальноосвітніх і професійних вимог через структуру існуючих навчальних дисциплін, які вже використовувались в освітній практиці, і/або доопрацювання існуючих і створення нових навчальних курсів і програм, що, в свою чергу, передбачає неминучий перегляд і розвиток засобів навчального середовища.

Аналогічно формуються стандартизовані вимоги оточуючого середовища щодо соціально-економічних результатів функціонування СО (наприклад, показники контингенту учнів, параметри мережі навчальних закладів, обов'язковий перелік спеціальностей підготовки, періодичність і тривалість перепідготовки вчителів та ін.).

Отже, процес оцінювання функціонування СО, її частин і елементів є обов'язковою складовою всього освітнього процесу.

З одного боку, результати процесу оцінювання (відповідні оцінки, клас оцінок) формують і відображають внутрішні вимоги СО. Тому освітні і освітньо-професійні стандарти включають до свого складу опис систем (методів, засобів і технологій) оцінювання результатів навчально-виховного процесу і нормативні оцінки успішності учнів.

З іншого боку, результати процесу оцінювання формують і відображають зовнішні вимоги до СО. Система (методи, засоби і технології) зовнішнього оцінювання результатів функціонування і розвитку СО формується з боку цілеформувальних систем оточуючого середовища, а її відповідні параметри та нормативні оцінки задаються директивно.

По-друге, оцінювання – це система, засобами і технологіями якої здійснюється процес оцінювання стану і функціонування досліджуваних систем. Система оцінювання включає методи, засоби і технології вимірювання і аналізу результатів функціонування досліджуваних систем, отримання відповідних оцінок цього функціонування. Системи оцінювання належать до класу організаційних систем, діяльність у цих системах може бути автоматизована.

У СО прикладом таких систем можуть бути системи психолого-педагогічних вимірювань рівнів навчальних досягнень (можуть використовуватись на певних етапах навчально-виховного процесу, включаючи апіорне оцінювання до його початку), автоматизовані системи навчального призначення, експертні системи, системи оцінювання впливу інновацій (педагогічних, організаційних, управлінських та ін.) на результати навчання, автоматизовані системи управління (освітою, навчальним закладом та ін.), системи визначення професійних компетентностей (можуть використовуватись для оцінювання рівнів знань і компетентностей випускників професійних навчальних закладів, претендентів на відповідну посаду і тих, хто вже працює) та ін.

У системах оцінювання результатів функціонування СО, її частин і елементів застосовуються (методи, засоби і технології оцінювання передбачають використання) *міри оцінювання* – деякі стандартизовані бази знань, умінь і навичок (при професійному оцінюванні – позитивного досвіду роботи з відповідної спеціальності чи часу займання відповідної посади), відносно яких результати оцінювання, завдяки процедурам педагогічних вимірювань, отримують відповідні оцінки, і шкал, завдяки яким ці оцінки набувають відповідних ознак (наприклад, у рангових шкалах) або значень (у кількісних шкалах). Наприклад, в освітніх стандартах загальної середньої освіти міри оцінювання задані унормованими описами рівнів навчальних досягнень учнів у межах обраної шкали оцінювання (для сучасної загальноосвітньої школи – дванадцятибальної). В освітньо-професійних стандартах міри оцінювання існують у формі освітньо-кваліфікаційних характеристик (ОКХ) з тієї чи іншої спеціальності (для вищої освіти) або робітничої професії (для професійно-технічної освіти), а рівні навчальних досягнень учнів (студентів) можуть бути віднесені, в загальному випадку, на різні шкали оцінювання. При цьому опис шкали оцінювання повинен визначатись і узгоджуватись між професійними навчальними закладами і системою, що використовує їх кінцевий продукт.

У СО системи оцінювання, в цілому, виконують роль інструменту досягнення високої якості освіти.

В системах навчання і виховання ці системи входять до складу методичної складової (підсистеми) педагогічних систем і тому цілі створення і кінцеві продукти систем оцінювання повинні бути підпорядковані і узгоджені, відповідно, з вимогами до кінцевих результатів функціонування методичних і педагогічних систем. Однак для забезпечення функціонування системам оцінювання можуть знадобитись спеціальні і додаткові засоби, тобто такі засоби навчання, що спеціально створюються і застосовуються для цілей оцінювання. Ці засоби навчання повинні бути введені в навчальне середовище спеціально і додатково до тих, що застосовуються в ньому з іншою метою.

Діалектичний взаємозв'язок наведених вище першого і другого означень оцінювання полягає в тому, що процес оцінювання відображає і визначає характер функціонування системи оцінювання щодо формування нею відповідних оцінок (її кінцевого продукту). В свою чергу, системи оцінювання є тим середовищем, в якому розгортається і здійснюється процес оцінювання. Проте, в обох випадках оцінювання передбачає наявність зворотного зв'язку між деякими вимогами одних систем і відповідними результатами функціонування інших.

По-третє, оцінювання в загальній системі «вимоги – результат» передбачає створення і використання ланцюга зворотного зв'язку між вимогами до СО з боку відповідних соціально-економічних систем оточуючого середовища і результатами функціонування СО. Система оцінювання є основним елементом цього ланцюга, що визначає його головні сутнісні властивості. Місце системи оцінювання в моделі системи «вимоги – результат» показано на рис. 3.3.5-3.

Спираючись на теорію зворотного зв'язку, можна стверджувати, що ця особливість структурної позиції оцінювання в системі «вимоги – результат» теоретично робить її визначальним чинником як досягнення максимального зближення вимог і результатів, так і точності цього досягнення. З тих же причин оцінювання суттєво

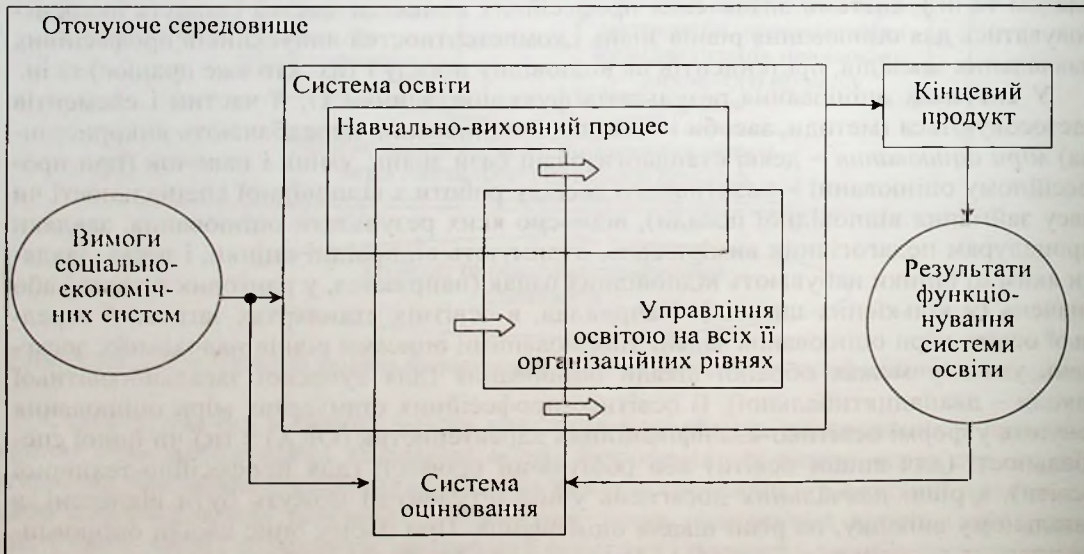


Рис. 3.3.5-3. Місце системи оцінювання в моделі системи «вимоги – результат»

впливає на характер процесу цього досягнення в часі, тобто багато в чому задає динаміку реакції освітньої системи на результати оцінювання. Якраз ця особливість, в основному, і визначає коректність постановки теоретичної і практичної проблеми «оцінювання і якість освіти». Тому значна увага повинна приділятися оцінюванню, дослідженням, проектуванню і застосуванню мір, методів, засобів, технологій і середовища оцінювання.

Таким чином, на будь-якому етапі (стадії, фазі) освітнього процесу або процесу оцінювання компетентностей фахівців чи керівників, які вже працюють, здійснюється оцінювання співвідношення стандартизованих вимог оточуючого середовища і стандартизованих результатів навчально-виховної діяльності. Оскільки вимоги і результат відображаються завдяки параметрам (через параметри) кінцевого продукту навчально-виховної діяльності, то вважають, що оцінювання функціонування СО, її частин та елементів здійснюється на рівні значень параметрів кінцевого продукту чи просто – на рівні кінцевого продукту. Модель оцінювання результатів навчально-виховної діяльності на рівні кінцевого продукту наведена на рис. 3.3.5-4.

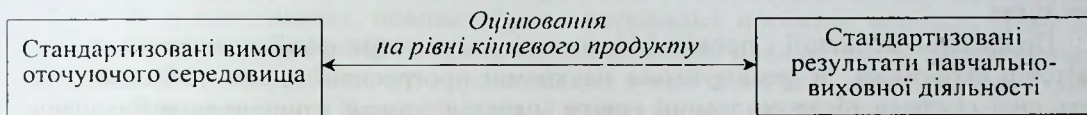


Рис. 3.3.5-4. Модель оцінювання результатів навчально-виховної діяльності на рівні кінцевого продукту

Точність, з якою досягається зближення «вимоги – результат», конкретні оцінки цього досягнення, окрім іншого, залежать від точності відтворення міри оцінювання, від того, що обрано для утворення фундаменту цієї міри.

У системі загальної середньої освіти, наприклад, міри оцінювання формуються колективами науковців і освітян, задаються у відповідних розділах освітніх стандартів і після затвердження на державному рівні набувають статусу державних вимог. Вочевидь, що значення мір оцінювання і необхідна точність їх відтворення повинні бути ретельно перевірені в умовах реальної освітньої практики. В процесі розвитку суспільства (змін його вимог до СО) і самої СО (змін умов надання освітніх послуг) міри оцінювання загальноосвітньої підготовки, а також точність їх відтворення теж можуть прогресивно змінюватись.

У системі професійної освіти (СПО) ця проблема має розв'язуватись дещо інакше. Розглянемо це питання.

Серед багатьох ознак сучасного стану і тенденцій розвитку ринку праці виділимо ті дві з них, які є суттєвими в контексті даного розгляду. Це: швидке старіння професійних знань, що зумовлено швидкими змінами техніки та постійним оновленням технологій, і конкуренція на професійних ринках праці, що є типовою ознакою ринкової економіки. Ці ознаки, передусім, повинні визначати стратегію і тактику діяльності СПО, відстежуючи і забезпечуючи соціально-економічні потреби суспільства, що розвивається.

Перш за все постає питання: хто формує професійні вимоги, виражає державні, галузеві, регіональні професійні кадрові потреби, інтереси і стратегії? Багато років це були переважно галузі народного господарства та відповідні вищі державні органи галузевого управління, а також, частково, місцеві державні органи влади (Міністерство праці і соціальної політики України і сьогодні, на жаль, спирається переважно на таку практику).

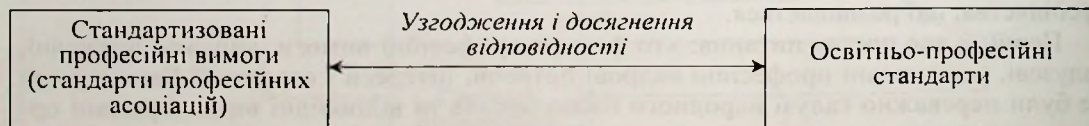
Але сьогодні, в умовах поступового «перетікання» державної власності до колективної і приватної, коли питома вага продуктів останніх стає помітною і навіть визначальною у загальному обсязі валового національного продукту, ця практика є хибною. Нині, і це підтверджує закордонний досвід, ці вимоги найбільш адекватно виражають професійні асоціації (наприклад, асоціації вчителів і керівників навчальних закладів, громадські організації освітян і науковців, громадські академії наук), які позбавлені ознак форм власності (включають до свого складу як окремих фахівців, так і юридичних осіб незалежно від форми їх власності) і державної належності (міжнародні професійні асоціації, наприклад, міжнародні асоціації вчителів, міжнародні академії наук, міжнародна асоціація проектного менеджменту).

Переважає більшість професійних асоціацій формує свою кадрову політику. Цю роль часто виконують великі транснаціональні корпорації, які практично визначають і здійснюють свою науково-технічну політику у відповідних секторах галузей економіки, забезпечують основні досягнення в цих секторах, формують і переважно задовольняють відповідні потреби суспільства в тих чи інших товарах або послугах.

Професійні асоціації і провідні транснаціональні корпорації критичних галузей світової економіки, де реалізуються наукоємні прогресивні високі технології, мають свої системи післядипломної освіти (перепідготовки і підвищення кваліфікації), свої системи ліцензування і атестації, свої стандартизовані системи оцінювання рівнів компетентностей кадрового корпусу фахівців і керівників (стандарти професійних асоціацій, корпорацій, підприємств), вони розробляють, запроваджують і використовують сучасні навчальні технології і корпоративні системи освіти (наприклад, міжнародна асоціація проектного менеджменту, корпорації IBM, Intel, Microsoft та ін.).

У системі професійної освіти повинні враховуватися ці тенденції і відшуковуватися шляхи гармонійної взаємодії з користувачами її кінцевого продукту, насамперед, змістово узгоджуючи вимоги ринку праці, що визначають професійні асоціації (провідні корпорації), і необхідні результати освітнього процесу (властивості кінцевого продукту). Це означає, що зміст розділу освітньо-професійних стандартів, який включає освітньо-кваліфікаційні характеристики тих, хто навчається, тобто вимоги до кінцевого продукту освітньої діяльності, повинні бути максимально наближеними до стандартизованих професійних вимог відповідних стандартів професійних асоціацій (корпорацій).

Водночас, міри, методи, засоби, технології і середовище оцінювання, які, багато в чому відображаються в освітньо-професійних стандартах, також повинні бути максимально наближеними (приведені у відповідність) до тих, що використовуються професійними асоціаціями (корпораціями) в їх системах освіти і професійної сертифікації. Модель узгодження і досягнення відповідності стандартів «вимоги – результат» у системі професійної освіти наведена на рис. 3.3.5-5.



Р и с. 3.3.5-5. Модель узгодження і досягнення відповідності стандартів «вимоги – результат» в системі професійної освіти

3.3.6. Цілі створення, будова і функції проектного середовища та технологічна модель проектування е-методичних систем навчання відкритої освіти

Нагадаємо (див. розділ 1.4.3), що е-методична система навчання (e-learning instructional system) – різновид методичної системи навчання, склад якої утворюють системно упорядковані е-методики навчання. Якраз інформаційно-комунікаційна орієнтація е-методик навчання та їх систем – е-методичних систем навчання (е-МСН), дозволяє створити науково-методичну та освітньо-практичну базу систем відкритої освіти.

Як вже зазначалося в розділі 3.3.2, якщо відповідь на питання (сьоме питання, відповідь на яке необхідно дати на попередній стадії проектування е-дистанційного навчального курсу): «чи необхідно створювати нові навчально-методичні матеріали (НММ)?» є позитивною, повинна бути сформована проектна команда (ПК) для створення відповідної е-МСН, яка спирається на нові педагогічні підходи, застосовує нові НММ та забезпечує впровадження нової е-МСН в навчально-виховний процес. Повинно також бути побудоване проектне середовище, засобами і технологіями якого ця е-методична система навчання буде створюватись. Якщо вже таке середовище існує в навчальному закладі або в науково-проектній установі, воно має бути пристосоване (модифіковане) відповідно до потреб і завдань, за якими створюється нова е-МСН.

У процесі проектування е-МСН повинні бути розроблені всі системи засобів навчання, які за їх дидактичним призначенням поділяються на такі групи (див. рис. 3.5.1-5, с. 403, **K13**):

- засоби для подання навчального матеріалу;
- засоби активізації навчально-пізнавальної діяльності;
- засоби організації і забезпечення дослідницької діяльності;
- засоби формування і тренування практичних умінь, навичок, способів продуктивного мислення;
- засоби формування і розвитку емоційної сфери, системи цінностей особистості;
- засоби контролю і оцінювання навчальних досягнень.

До складу систем проектування е-МСН входять:

- об'єкт проектування;
- суб'єкт проектування;
- засоби проектного середовища;
- технології проектування.

Модель системи проектування е-МСН наведена на рис. 3.3.6-1 (див. с. 352). У цій моделі об'єктом проектування виступає е-МСН, а суб'єктом проектування – проектна команда (ПК).

Елементний склад засобів (інструментів) проектного середовища е-методичної системи навчання утворюють:

- засоби інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ);
- медіа засоби;
- бібліотеки наборок і шаблонів;
- засоби оргтехніки.



Рис. 3.3.6-1. Модель системи проектування е-методичних систем навчання

Серед технологій, що застосовуються в процесі проектування е-методичних систем, можна виділити (рис. 3.3.6-1);

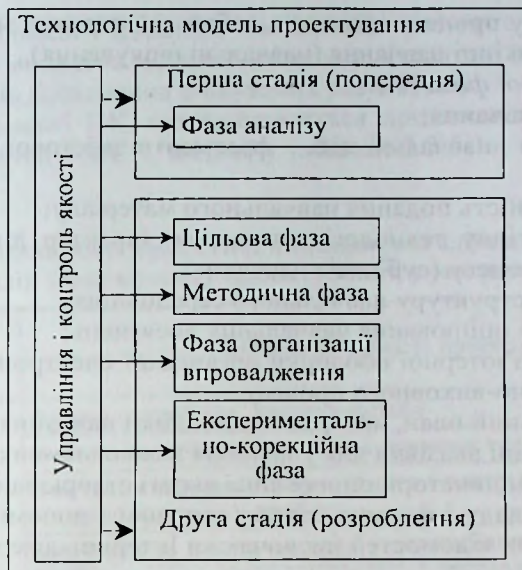
- навчальні технології;
- технології підтримки різних форм організації навчання;
- ІКТ;
- технології управління проектами.

Склад кінцевих продуктів системи проектування е-МСН включає (рис. 3.3.6-1):

- НММ;
- технології підтримки різних форм організації навчання;
- склад необхідних засобів навчання (ЗН);
- пропозиції щодо подальшого розвитку е-методичної системи.

Технологічна модель проектування е-МСН включає [67] кілька взаємопов'язаних послідовних фаз (рис. 3.3.6-2):

- аналізу;
- цільової,
- методичної;
- організації впровадження;
- експериментально-корекційної.



————> Управління і контроль якості фаз.

-----> Управління і контроль якості е-методичної системи навчання.

Рис. 3.3.6-2. Технологічна модель проектування е-методичних систем навчання

Фаза аналізу проводиться на першій – *попередній стадії* проектування.

Цільова, методична фази, фаза організації впровадження та експериментально-корекційна фаза проводяться на другій стадії проектування – *стадії розроблення*.

На рівні кожної із зазначених фаз і на рівні е-методичної системи навчання в цілому повинно забезпечуватись управління і контроль якості їх здійснення.

Впродовж фази аналізу в першу чергу визначаються змістові вимоги загально-освітньої і фахової підготовки, а також потреби тих, хто планує навчатися. Необхідно намагатися, аби навчальні завдання і зміст навчального матеріалу, з одного боку, і потреби тих, хто планує навчатися, з іншого – максимально узгоджувались (були гармонізовані). У межах *фази аналізу* ПК:

- здійснює аналіз потреб тих, хто планує навчатися;
- визначає особистісні характеристики майбутніх студентів;
- вивчає наявний вітчизняний і закордонний досвід з розв'язування аналогічних проблем;
- вивчає та аналізує наявні і потенційні можливості навчального закладу, на базі якого здійснюється (планується здійснювати) навчання;
- збирає та аналізує фрагменти навчального матеріалу, який може бути корисним при проектуванні е-методичної системи навчання;
- бере участь у навчанні (за необхідності) своїх членів.

Впродовж *цільової фази* визначаються:

- загальні характеристики навчальної одиниці;
- навчальні цілі, що їх необхідно досягти протягом вивчення навчальної одиниці.

Загальна мета визначає головні вимоги до навчальної одиниці, встановлює її основні навчальні параметри. Навчальні цілі визначають систему ключових інди-

торів кінцевого продукту процесу навчання, тобто: що повинні знати і вміти (та ін.) ті, хто навчається, наприкінці навчання (навчальні очікування).

Впродовж *методичної фази* ПК:

- розробляє зміст навчання;
- формує структури «навчальні цілі – фрагменти змістової частини» навчального матеріалу;
- визначає послідовність подання навчального матеріалу;
- розробляє педагогічну технологію, визначає характер діяльності учасників навчально-виховного процесу (суб'єктів навчання);
- розробляє склад і структуру навчального середовища;
- розробляє систему оцінювання навчальних досягнень;
- визначає тип комп'ютерної оболонки організації електронної мережної взаємодії учасників навчально-виховного процесу;
- розробляє навчальний план, програми і методики навчання;
- розробляє методичні вказівки для учасників навчально-виховного процесу;
- визначає ключові індикатори оцінювання якості створеної е-МСН;
- здійснює добір складу і формує список основної і допоміжної літератури та інших джерел навчальних відомостей (включаючи Інтернет-джерела);
- здійснює комп'ютерний дизайн навчального курсу (його модуля, блоку та ін.).

Впродовж *фази організації впровадження* ПК:

- визначає вимоги до діяльності персоналу, який повинен забезпечувати підтримку навчально-виховного процесу;
- розробляє план занять експериментальних і контрольних груп;
- визначає вимоги до організації зворотного зв'язку і корекції навчання;
- визначає вимоги до забезпечення серійної підтримки придатності до використання і захисту е-МСН;
- визначає вимоги до тиражування і розповсюдження НММ.

Впродовж *експериментально-корекційної фази* розробляються організаційні моделі і документи, здійснюється підготовка до впровадження створеної е-МСН з відповідної навчальної одиниці в регулярну освітню систему. В межах цієї фази ПК:

- здійснює навчально-виховну діяльність з учнями експериментальних і контрольних груп учнів;
- визначає педагогічну ефективність навчальної одиниці;
- діагностує і визначає слабкі місця навчальної одиниці;
- визначає шляхи, заходи і ресурси щодо подальшого покращення навчальної одиниці і е-МСН в цілому;
- вносить корективи у продукти, що були розроблені протягом цільової і методичної фаз, а також фази організації впровадження е-методичної системи навчання.

У межах елементу *управління і контролю* технологічної моделі проектування здійснюється управління і якісний контроль кінцевих продуктів кожної фази проектування е-МСН.

У процесі *управління і якісного контролю* для кожної фази і на кожній стадії проектування ПК:

- здійснює керівництво діяльністю членів ПК, а також управління часовими, фінансовими та матеріально-технічними ресурсами проекту;
- визначає достатність і сумісність параметрів елементів моделі е-МСН на рівні «вхід – вихід»;

- розробляє підходи і здійснює заходи щодо якісного і збалансованого проектування елементів моделі та моделі е-методичної системи навчання в цілому;
 - оцінює рівень досягнення очікуваних результатів.
- Напрями діяльності ПК, що здійснюється протягом відповідних стадій і фаз процесу проектування е-МСН, зведені у таблицю 3.3.6-1.

Таблиця 3.3.6-1

Напрями діяльності проектної команди, які здійснюються протягом відповідних стадій і фаз процесу проектування е-методичних систем навчання

Стадія проектування	Фаза проектування	Напрями діяльності проектної команди
Перша	Аналіз	Аналіз потреб тих, хто навчається
		Вивчення особистісних характеристик тих, хто планує навчатися
		Вивчення наявного вітчизняного і закордонного досвіду з розв'язування аналогічних проблем
		Вивчення та аналіз наявних і потенційних можливостей навчального закладу, на базі якого здійснюється (планується здійснювати) навчання
		Збирання та аналіз фрагментів навчального матеріалу, який може бути корисним при проектуванні методичної системи навчання
		Визначення реальності і доцільності здійснення навчання за е-дистанційними технологіями (або їх частковим застосуванням)
		Прийняття рішення щодо необхідності розроблення нових НММ
		Навчання (за необхідності) членів ПК
Друга	Цільова	Визначення загальних характеристик навчальної одиниці
		Визначення навчальних цілей, яких необхідно досягти протягом вивчення навчальної одиниці
	Методична	Розроблення змісту навчання
		Формування структури «навчальні цілі – фрагменти змістової частини» навчального матеріалу
		Визначення послідовності подання навчального матеріалу
		Визначення стратегії і методів навчання, розроблення педагогічної технології, визначення характеру діяльності учасників навчально-виховного процесу (суб'єктів навчання)
		Розроблення складу і структури навчального середовища
		Добір складу і формування списку основної і допоміжної літератури та інших джерел навчальних відомостей інформації (включаючи Інтернет-джерела та джерела електронних бібліотек)
		Розроблення системи оцінювання навчальних досягнень
		Розроблення навчального плану, програми і методики навчання
		Розроблення методичних вказівок для учасників навчально-виховного процесу
		Визначення ключових індикаторів оцінювання якості створюваної е-методичної системи навчання
		Здійснення комп'ютерного дизайну навчального курсу (його модуля, блоку та ін.)

Стадія проектування	Фаза проектування	Напрями діяльності проектної команди
	Організація впровадження	Визначення вимог щодо діяльності персоналу, який повинен забезпечувати підтримку навчально-виховного процесу
		Розроблення плану занять експериментальних і контрольних груп
		Визначення вимог щодо організації зворотного зв'язку і корекції навчання
		Визначення вимог щодо забезпечення серійної підтримки придатності до використання і захисту е-методичної системи навчання
		Розроблення проекту документів із захисту інтелектуальної власності на створені продукти
		Визначення вимог щодо тиражування і розповсюдження НММ
		Визначення вимог щодо реєстрації і добору тих, хто планує навчатися
	Експериментально-корекційна	Здійснення навчально-виховної діяльності з учнями експериментальних і контрольних груп
		Визначення педагогічної ефективності навчальної одиниці
		Діагностика і визначення слабких місць навчальної одиниці
		Визначення шляхів, заходів і ресурсів щодо подальшого покращення навчальної одиниці та е-методичної системи навчання в цілому
		Внесення корективів у продукти, що були розроблені протягом цільової і методичної фаз, а також фази організації впровадження е-методичної системи навчання
	Управління і контроль – здійснюються протягом всіх фаз першої і другої стадій проектування	Керівництво діяльністю членів ПК, управління, часовими, фінансовими та матеріально-технічними ресурсами проекту
		Визначення достатності і сумісності параметрів елементів моделі методичної системи навчання на рівні «вхід – вихід»
		Розроблення підходів і здійснення заходів щодо якісного і збалансованого проектування елементів моделі і моделі е-методичної системи навчання в цілому
		Оцінювання рівня досягнення очікуваних результатів проектування е-методичної системи навчання

У процесі проектування е-МСН ПК створює (протягом методичної фази проектування) і використовує (в процесі реалізації експериментально-контролюючої фази проектування) всі види НММ – відповідні види ЗН:

- книжки;
- опорні конспекти;
- роздаткові матеріали;
- програмно-інформаційні локальні електронні ресурси;
- мережні електронні ресурси, що існують у формі:
 - паперових носіїв навчальних матеріалів;
 - аудіо- і відеоносіїв навчальних матеріалів (аудіо- і відеокасети);
 - локальних електронних ЗН (дискет, оптичних дисків, флеш-пам'яті з відповідними комп'ютерними файлами);
 - мережних HTML-файлів.

На експериментально-корекційній фазі проектування е-МСН доставлення мережних НММ (паперових, аудіовізуальних і локальних електронних ЗН) до тих, хто навчається (беруть участь у педагогічному експерименті), здійснюється засобами традиційної пошти (кейс-технологія) та силами відповідних підрозділів навчального закладу (науково-проектної установи) із залученням членів ПК (відповідальний за цю роботу член ПК визначається менеджером ПК). Мережні електронні ресурси (мережні HTML-файли) доставляються до тих, хто навчається, засобами Інтернет. Цю роботу виконують члени педагогічної групи ПК.

3.3.7. Цілі створення, будова і функції проектних команд із створення е-методичних систем навчання відкритої освіти

Проектна команда (ПК) входить до складу систем проектування е-методичних систем навчання (е-МСН) і є тією її складовою, яка в головному впливає на ефективність проектування е-МСН – базових підсистем відкритої освіти, визначає якісні показники кінцевого продукту, що створюється за допомогою засобів і технологій проектного середовища.

Розглянемо завдання ПК, роль, яку вона відіграє (включаючи ролі її окремих членів) при створенні е-МСН.

Головне завдання ПК (мета її створення і функціонування) полягає у розробленні і впровадженні, залучаючи засоби і технології проектного середовища, е-МСН з відповідної навчальної дисципліни або її навчальних одиниць (модулів, блоків та ін.).

На першій (попередній) стадії діяльність ПК полягає у вивченні умов і обмежень навчальної задачі:

- навчальних потреб тих, хто навчається (планує навчатися);
- особистісних характеристик тих, хто навчається (планує навчатися);
- наявних і потенційних умов навчання в навчальному закладі, на базі якого здійснюється (планується здійснювати) навчання;
- вивчає наявний вітчизняний і закордонний досвід з розв'язування аналогічних проблем.

На другій (розробницькій) стадії своєї діяльності за результатами цього вивчення (результатами першої стадії) ПК здійснює проектування формульованої частини навчальної задачі:

- визначає навчальні цілі;
- чітко окреслює предметну галузь;
- а також
- проектує розв'язувальну частину навчальної задачі, її елементи – визначальні елементи нормативної моделі створюваної е-МСН:
- зміст навчання;
- характер діяльності учасників навчально-виховного процесу (суб'єктів навчання);
- педагогічні технології;
- визначальні складові навчального середовища;
- систему оцінювання навчальних досягнень учнів.

Модель основних складових діяльності ПК із створення і впровадження е-МСН наведена на рис. 3.3.7-1 (див. с. 358).

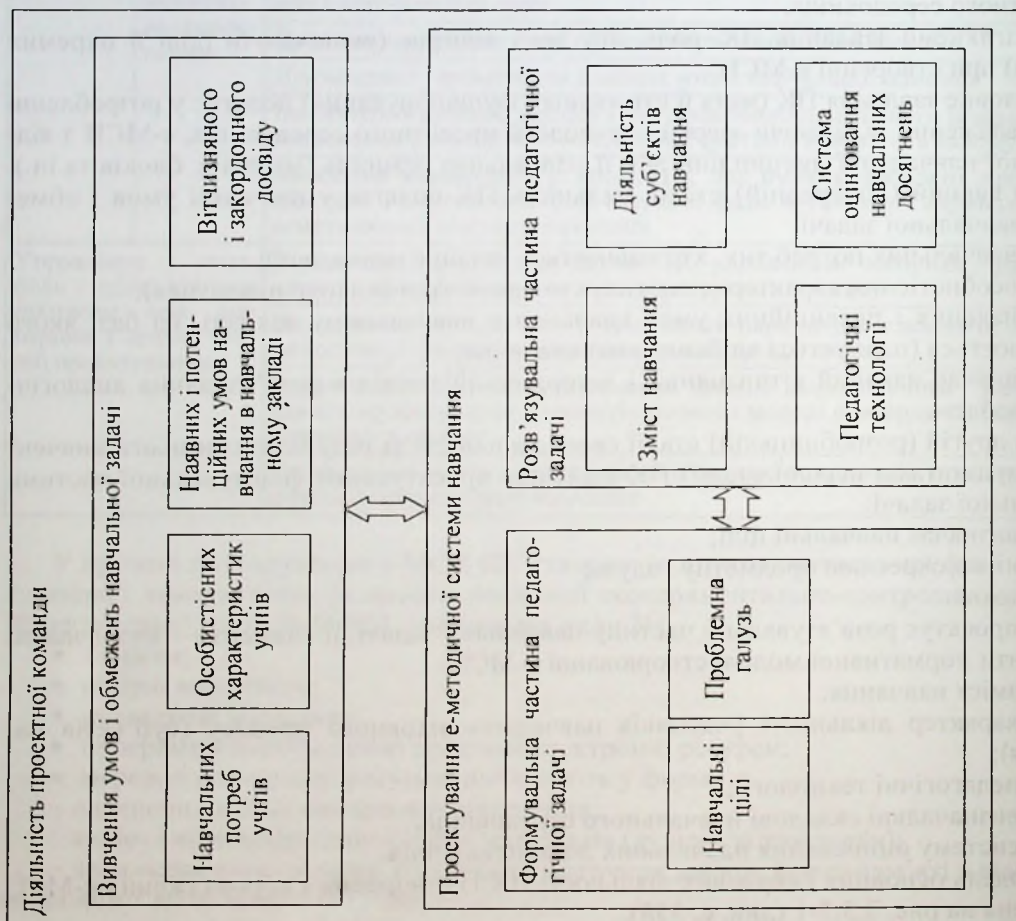


Рис. 3.3.7-1. Модель основних складових діяльності проектної команди із створення і впровадження е-методичних систем навчання

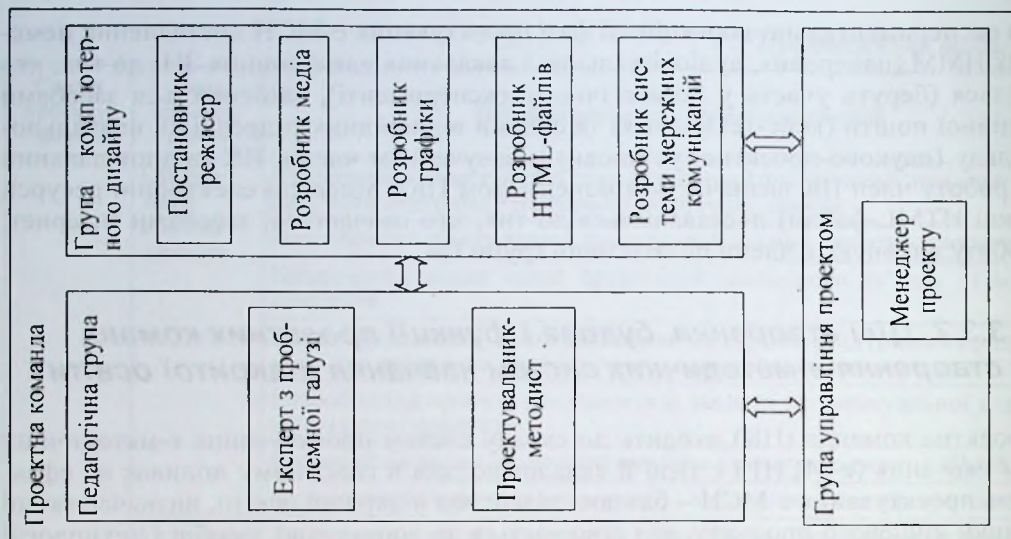


Рис. 3.3.7-2. Типова будова проектної команди із створення е-методичних систем навчання

Типовий склад ПК із створення е-методичних систем навчання (е-МСН) включає, як правило, три організаційно-функціональні структурні одиниці, до складу яких входять фахівці з відповідною спрямованістю своєї діяльності (рис. 3.3.7-2):

- педагогічна група;
- група комп'ютерного дизайну;
- група управління проектом.

До складу педагогічної групи ПК входять:

- експерт з проблемної галузі;
- проектувальник-методист.

Експерт з проблемної галузі – це член педагогічної групи ПК, який:

- відіграє роль джерела і носія знань з проблемної галузі;
- протягом цільової і методичної фаз процесу проектування е-МСН переважно працює спільно з проектувальником-методистом;

• протягом експериментально-корекційної фази проектування е-МСН працює разом з тьютором (тьюторами) і разом з ним (ними) може проводити навчання із значною кількістю (типово, десятками) студентів (учнів, слухачів);

- може вести один або кілька навчальних курсів з різними групами студентів.

Один і той самий розроблений навчальний курс можуть створювати кілька експертів і проводити кілька тьюторів.

Провідні функції експерта з проблемної галузі (за виконання яких на нього покладається основна відповідальність) полягають у тому, що він:

- розробляє зміст навчання;
- здійснює навчально-виховну діяльність з учнями експериментальних і контрольних груп.

Є також функції (додаткові функції), які експерт з проблемної галузі виконує спільно з іншими членами ПК і за виконання яких на нього не покладається основна відповідальність (основна відповідальність за їх виконання покладається на інших членів ПК).

Додаткові функції, у виконанні яких експерт з проблемної галузі бере участь, полягають у тому, що він залучається до:

- визначення реальності і доцільності реалізації навчання за е-дистанційними технологіями навчання (або їх частковим застосуванням);
- вивчення наявного вітчизняного і закордонного досвіду з розв'язування аналогічних проблем;
- прийняття рішення щодо необхідності розроблення нових НММ;
- визначення загальних характеристик навчальної одиниці;
- визначення навчальних цілей, яких необхідно досягти протягом вивчення навчальної одиниці;
- збирання та аналізу фрагментів навчальних матеріалів, які можуть бути корисними при проектуванні е-методичної системи;
- формування структури «навчальні цілі – фрагменти змістової частини» навчального матеріалу;
- визначення послідовності подання навчального матеріалу;
- вибір стратегій і методів навчання, розроблення педагогічної технології, визначення характеру діяльності учасників навчально-виховного процесу (суб'єктів навчання);
- розроблення складу і структури навчального середовища;

• добір складу і формування списку основної і допоміжної літератури та інших джерел навчальних відомостей (включаючи Інтернет-джерела та джерела електронних бібліотек);

• розроблення системи оцінювання навчальних досягнень;
• розроблення навчального плану, програми і методики навчання;
• розроблення рекомендацій, сценарію, визначення попередніх вимог до групи комп'ютерного дизайну ПК щодо дизайну навчального курсу;

• аналіз проміжних результатів комп'ютерного дизайну навчального курсу, обговорення цих результатів з групою комп'ютерного дизайну ПК та формування вимог щодо подальшого покращення дизайну навчального курсу;

• погодження та врахування вимог (обмежень) з боку групи комп'ютерного дизайну ПК щодо дизайну навчального курсу;

• розроблення методичних вказівок для учасників навчально-виховного процесу;

• визначення ключових індикаторів оцінювання якості створюваної е-МСН;

• визначення педагогічної ефективності навчальної одиниці;

• діагностики та визначення слабких місць навчальної одиниці;

• визначення шляхів, заходів і ресурсів щодо подальшого покращення навчальної одиниці та е-МСН в цілому;

• внесення коректив у продукти, що були розроблені протягом цільової і методичної фаз, а також фази організації впровадження е-МСН;

• оцінювання рівня досягнення очікуваних результатів проектування е-МСН;

• участь у навчанні (за необхідності) членів ПК;

• розроблення проекту документів із захисту інтелектуальної власності на створені продукти.

Проектувальник-методист – це член ПК, який відіграє ключову роль у процесі створення е-МСН, забезпечуючи *змістову* координацію діяльності та взаємодію груп і членів ПК.

Провідні функції проектувальника-методиста (за виконання яких на нього покладається основна відповідальність) полягають у тому, що він:

• аналізує навчальні потреби майбутніх учнів;

• вивчає особистісні характеристики тих, хто планує навчатися;

• визначає реальність і доцільність здійснення навчання за е-дистанційними технологіями (або їх частковим застосуванням);

• вивчає та аналізує наявні і потенційні умови навчання в навчальному закладі, на базі якого здійснюється (планується здійснювати) навчання;

• вивчає наявний вітчизняний і закордонний досвід з розв'язування аналогічних проблем;

• приймає рішення щодо необхідності розроблення нових НММ;

• визначає загальні характеристики навчальної одиниці;

• визначає навчальні цілі, яких необхідно досягти протягом вивчення навчальної одиниці;

• організовує (за необхідності) навчання членів ПК і бере в ньому участь;

• збирає та аналізує фрагменти навчальних матеріалів, які можуть бути корисними при проектуванні е-МСН;

• формує структуру «навчальні цілі – фрагменти змістової частини» навчального матеріалу;

• визначає послідовність подання навчального матеріалу;

- обирає стратегії і методи навчання, розробляє педагогічну технологію, визначає характер діяльності учасників навчально-виховного процесу (суб'єктів навчання);

- добирає склад і формує список основної і допоміжної літератури та інших джерел навчальних відомостей (включаючи Інтернет джерела та джерела електронних бібліотек);

- розробляє склад і структуру навчального середовища;
- розробляє систему оцінювання навчальних досягнень;
- розробляє навчальний план, програму і методику навчання;
- розробляє рекомендації, сценарій, визначає попередні вимоги до групи комп'ютерного дизайну ПК щодо дизайну навчального курсу;

- погоджує та враховує вимоги (обмеження) з боку групи комп'ютерного дизайну ПК щодо дизайну навчального курсу;

- розробляє методичні вказівки для учасників навчально-виховного процесу;
- визначає ключові індикатори оцінювання якості створюваної е-МСН;
- визначає вимоги щодо діяльності персоналу, який повинен забезпечувати підтримку навчально-виховного процесу;

- розробляє план занять експериментальних і контрольних груп;
- визначає вимоги щодо організації зворотного зв'язку і коригування навчання;
- визначає вимоги щодо забезпечення серійної підтримки придатності до використання і захисту е-МСН;

- розробляє проект документів із захисту інтелектуальної власності на створені продукти;

- визначає вимоги щодо тиражування і розповсюдження НММ;
- визначає вимоги щодо реєстрації і добору тих, хто планує навчатися;
- визначає педагогічну ефективність навчальної одиниці;
- діагностує та визначає слабкі місця навчальної одиниці;
- визначає шляхи, заходи і ресурси щодо подальшого покращення навчальної одиниці та е-МСН в цілому;

- вносить корективи у продукти, що були розроблені протягом цільової і методичної фаз, а також фази організації впровадження е-МСН;

- оцінює рівень досягнення очікуваних результатів проектування;
- визначає достатність і сумісність параметрів елементів моделі е-методичної системи на рівні «вхід – вихід»;

- розробляє підходи і здійснює заходи щодо якісного і збалансованого (з педагогічної точки зору) проектування елементів моделі і моделі е-МСН в цілому;

- розробляє проекти документів із захисту інтелектуальної власності на створені продукти;

- визначає шляхи, заходи і ресурси щодо подальшого покращення навчальної одиниці та е-МСН в цілому.

Додаткові функції, у виконанні яких проектувальник-методист бере участь, полягають у тому, що він залучається до:

- розроблення змісту навчання;
- визначення типу комп'ютерної оболонки системи оцінювання навчальних досягнень;

- визначення типу комп'ютерної оболонки організації електронної мережної взаємодії учасників навчально-виховного процесу;

- розроблення вимог до системи ефективної підтримки клієнта (учня, тьютора, організатора навчання в е-МСН, адміністратора комп'ютерних інформаційно-комунікаційних засобів е-МСН), включаючи вимоги до засобів на його робочому місці;

- аналізу проміжних результатів комп'ютерного дизайну навчального курсу, обговорює ці результати з групою комп'ютерного дизайну ПК та формує вимоги щодо подальшого покращення дизайну навчального курсу;

- оцінювання рівня досягнення очікуваних результатів проектування е-МСН;

- добір експериментальних і контрольних груп учнів;

- здійснення навчально-виховної діяльності з учнями експериментальних і контрольних груп.

Група комп'ютерного дизайну. Ця група, застосовуючи засоби і технології проектного середовища е-МСН, забезпечує проектування (виключаючи змістове наповнення) цілісного, насиченого мультимедіа фрагментами (включаючи ігрові та рольові ситуації, комп'ютерну імітацію статичної і динаміки дидактичних об'єктів та ін.) комп'ютерно та Інтернет орієнтованого навчального курсу (його модуля, блоку), максимально пристосованого до електронного, в тому числі телекомунікаційного використання. Тобто, ця група ПК відіграє в ній ключову роль у здійсненні комп'ютерного дизайну навчального курсу (його модуля, блоку та ін.).

До складу групи комп'ютерного дизайну ПК, як правило, входять:

- постановник-режисер;

- розробник мультимедіа;

- розробник графіки;

- розробник HTML-файлів з навчального курсу або його частини;

- розробник системи мережних комунікацій.

Для підтримки і розвитку системних програмно-технічних засобів комп'ютерної інформаційно-комунікаційної складової проектного середовища з числа членів групи комп'ютерного дизайну ПК призначається відповідальний за цю функцію (типово, це розробник системи мережних комунікацій). Основні функції цього фахівця полягають у тому, що він:

- підтримує придатність до використання комплексу системних програмно-технічних засобів;

- здійснює адміністрування комунікаціями у локальній комп'ютерній мережі проектного середовища;

- підтримує та актуалізує бази даних загального використання;

- забезпечує комунікації через Інтернет;

- визначає графік і терміни виконання робіт, що зумовлені загальносистемними програмно-технічними вимогами.

Якщо діяльність ПК здійснюється в структурі навчального закладу (науково-проектної установи), цю функцію виконують відповідні підрозділи цього закладу.

Як правило (особливо для середніх і великих проектів), з числа членів групи комп'ютерного дизайну призначається один працівник – керівник групи (переважно, постановник-режисер), на якого покладається відповідальність за результати діяльності всієї групи. Ця особа здійснює всі представницькі функції від імені всієї групи (розробляє пропозиції щодо формування особового складу групи, бере участь в управлінських нарадах, розробляє завдання, координує і контролює діяльність членів групи з наряду її діяльності та ін.).

Провідні функції групи комп'ютерного дизайну (за виконання яких на неї покладається основна відповідальність, а персонально – на керівника цієї групи) полягають у тому, що члени цієї групи:

- збирають та аналізують фрагменти комп'ютерних статичних і динамічних об'єктів та шаблонів, що можуть бути використані при комп'ютерному проектуванні навчального курсу;

- визначають склад засобів і технологій, що необхідні для здійснення комп'ютерного дизайну;

- визначають тип комп'ютерної оболонки організації електронної мережної взаємодії учасників навчально-виховного процесу;

- розробляють рекомендації, визначають попередні вимоги (обмеження) до педагогічної групи ПК щодо комп'ютерного дизайну навчального курсу;

- погоджують та враховують рекомендації, сценарій і вимоги з боку педагогічної групи ПК щодо комп'ютерного дизайну навчального курсу;

- здійснюють проектування (включаючи змістове наповнення) цілісного, насиченого мультимедіа фрагментами (включаючи ігрові та рольові ситуації, комп'ютерну імітацію статичної і динамічної дидактичних об'єктів та ін.) комп'ютерно та Інтернет орієнтованого навчального курсу (його модуля, блоку), максимально пристосованого до електронного, в тому числі телекомунікаційного використання;

- розробляють вимоги до системи ефективної підтримки користувачів е-МСН (учня, тьютора, організатора навчання в е-МСН, адміністратора комп'ютерних інформаційно-комунікаційних засобів е-МСН), включаючи вимоги до засобів, що розміщуються на робочих місцях користувачів;

- забезпечують комп'ютерну захищеність створеного продукту;

- підтримують і розвивають системні програмно-технічні засоби комп'ютерної інформаційно-комунікаційної складової проектного середовища.

Додаткові функції, у виконанні яких група комп'ютерного дизайну бере участь, полягають у тому, що ця група залучається до:

- вивчення наявного вітчизняного і закордонного досвіду з розв'язування аналогічних проблем;

- прийняття рішення щодо необхідності розроблення нових НММ;

- визначення типу комп'ютерної оболонки системи оцінювання навчальних досягнень;

- оцінювання рівня досягнення очікуваних результатів проектування е-МСН;

- участі у навчанні (за необхідності) членів ПК;

- аналізу проміжних результатів комп'ютерного дизайну навчального курсу, обговорення цих результатів з педагогічною групою ПК та формування вимог щодо подальшого покращення дизайну навчального курсу;

- розроблення проекту документів із захисту інтелектуальної власності на створені продукти;

- визначення шляхів, заходів і ресурсів щодо подальшого покращення навчальної одиниці та е-МСН в цілому.

Основні функції членів ПК регламентовані і мають бути збалансовані, скоординовані і спрямовані на виконання цілей побудови якісної е-МСН. Цю діяльність на рівні всієї ПК здійснює група управління проектом, яка в ПК відіграє ключову роль у загальному управлінні створенням е-МСН, загальному керівництві діяльністю груп ПК та її членів, управлінні ресурсами проекту. Ця група в цілому забезпечує

роботи і є відповідальною за виконання елементу управління і контроль технологічної моделі проектування е-МСН (рис. 3.3.6-2, див. с. 353).

До складу групи управління проектом входить менеджер проекту (для великих проектів до складу цієї групи можуть входити кілька фахівців). Окрім загального розуміння проблем проектування е-МСН і специфіки їх впровадження в освітню практику, менеджер проекту повинен мати спеціальні знання з управління проектами, бажано мати спеціальну освіту з цього напрямку підготовки [365, 370, 397]. Тому успішне проектування е-МСН, економічна ефективність його здійснення значною мірою залежать від правильного добору кандидатури менеджера проекту, створення умов для ефективної діяльності групи управління проектом.

Провідні функції менеджера проекту (за виконання яких на нього покладається основна відповідальність) полягають у тому, що він:

- формує пропозиції щодо складу ПК;
- планує робочі наради, зустрічі з користувачами створюваного продукту і членами ПК;
- планує (встановлює і координує) терміни виконання робіт як на рівні окремих робіт, які виконують члени ПК, так і на рівні робіт (кінцевих продуктів), які проводять педагогічна група і група комп'ютерного дизайну;
- готує пропозиції і контролює виконання бюджету проекту;
- координує виконання основних робіт з допоміжними службами;
- підтримує комунікації і формує необхідний «клімат» у ПК;
- «управляє часом» у проекті: здійснює моніторинг кожної стадії і фази проекту, коригує і контролює терміни виконання окремих робіт, стадій і фаз проекту;
- управляє процесом матеріально-технічного забезпечення проекту;
- здійснює керівництво процесом доопрацювання створеної е-МСН та її елементів за результатами її (їх) експериментальної перевірки.

Додаткові функції, у виконанні яких менеджер проекту бере участь, полягають у тому, що він залучається до:

- прийняття рішення щодо необхідності розроблення нових НММ;
- оцінювання рівня досягнення очікуваних результатів проектування е-МСН;
- участі у навчанні (за необхідності) членів ПК;
- розроблення проекту документів із захисту інтелектуальної власності на створені продукти;
- визначення шляхів, заходів і ресурсів щодо подальшого покращення навчальної одиниці та е-МСН в цілому.

Дуже важливою складовою діяльності групи управління проектом є «планування та управління часом» у проекті із створення е-МСН. Застосування методів і засобів планування та управління часом у проектах дозволяє визначити і впливати не тільки на загальні параметри проекту і його суттєвих складових, а й забезпечити ефективну реалізацію проекту в цілому в умовах апріорної невизначеності значної кількості параметрів і обставин, що виникли в процесі його здійснення і впливають на його успішне виконання [402, 403].

При управлінні проектом головний акцент робиться на ретельному плануванні і подальшому моніторингу таких його основних складових, як тривалість виконання робіт та їх суттєвих сукупностей, що впливають на загальні терміни виконання стадій і фаз проекту та проекту в цілому. Як правило, група управління проектом приймає управлінські рішення на підставі виявлених відхилень термінів виконання робіт (управління за відхиленнями), які відображають не тільки похибки планування,

але, в головному, відбивають апріорну невизначеність проекту, неврахування при його плануванні таких факторів, які виникли в ході його реалізації і об'єктивно не могли бути врахованими на етапі планування проекту. При цьому менеджер проекту визначає, які параметри планової і поточної моделі проекту можуть бути використані для прийняття відповідних управлінських рішень.

Організаційно-функціональна структура ПК та функцій, що виконуються її членами в процесі проектування е-МСН, зведені у таблицю 3.3.7-1. Перелік цих функцій визначає склад робіт, які необхідно здійснити ПК при проектування е-МСН, і, після оцінювання трудомісткості окремих робіт, надає можливість групі управління проектом забезпечити змістове наповнення календарних графіків (планів) і мережних діаграм – часового упорядкування робіт (послідовності і термінів виконання робіт, можливості паралельного виконання окремих робіт або їх сукупностей, мінімізації часу виконання стадій, фаз і проекту в цілому – пошуку критичного шляху виконання проекту та ін.).

Таблиця 3.3.7-1

**Організаційно-функціональна структура проектної команди (ПК)
та функцій, що виконуються її членами в процесі проектування
е-методичних систем навчання (е-МСН)**

Організаційно-функціональна одиниця ПК	Спрямування діяльності члена ПК	Провідні функції	Додаткові функції
Педагогічна група	Експерт з проблемної галузі	Розроблення змісту навчання	Визначення реальності і доцільності здійснення навчання за е-дистанційними технологіями (або їх частковим застосуванням);
		Здійснення навчально-виховної діяльності з учнями експериментальних і контрольних груп	Вивчення наявного вітчизняного і закордонного досвіду з розв'язування аналогічних проблем
			Прийняття рішення щодо необхідності розроблення нових НММ
			Визначення загальної характеристики навчальної одиниці
			Визначення навчальних цілей, яких необхідно досягти протягом вивчення навчальної одиниці
			Збирання та аналіз фрагментів навчальних матеріалів, які можуть бути корисними при проектуванні е-МСН
			Формування структури «навчальні цілі – фрагменти змістової частини» навчального матеріалу

Організаційно-функціональна одиниця ПК	Спрямування діяльності члена ПК	Провідні функції	Додаткові функції
			Визначення послідовності подання навчального матеріалу
			Вибір стратегій і методів навчання, розроблення педагогічної технології, визначення характеру діяльності учасників навчально-виховного процесу (суб'єктів навчання)
			Розроблення складу і структури навчального середовища
			Добір складу і формування списку основної і допоміжної літератури та інших джерел навчальних матеріалів (включаючи Інтернет джерела та джерела електронних бібліотек)
			Розроблення системи оцінювання навчальних досягнень
			Розроблення навчального плану, програми і методики навчання
			Розроблення рекомендацій, сценарію, визначення попередніх вимог до групи комп'ютерного дизайну ПК щодо дизайну навчального курсу
			Аналіз проміжних результатів комп'ютерного дизайну навчального курсу, обговорення цих результатів з групою комп'ютерного дизайну ПК та формування вимог щодо подальшого покращення дизайну навчального курсу
			Погодження та урахування вимог (обмежень) з боку групи комп'ютерного дизайну ПК щодо дизайну навчального курсу
			Розроблення методичних вказівок для учасників навчально-виховного процесу

Організаційно-функціональна одиниця ПК	Спрямування діяльності члена ПК	Провідні функції	Додаткові функції
			Визначення ключових індикаторів оцінювання якості створюваної е-МСН
			Визначення педагогічної ефективності навчальної одиниці
			Діагностика та визначення слабких місць навчальної одиниці
			Визначення шляхів, заходів і ресурсів щодо подальшого покращення навчальної одиниці та е-МСН в цілому
			Внесення коректив у продукти, що були розроблені протягом цільової і методичної фаз, а також фази організації впровадження е-МСН
			Оцінювання рівня досягнення очікуваних результатів проектування е-МСН
			Участь у навчанні (за необхідності) членів ПК
			Розроблення проекту документів із захисту інтелектуальної власності на створені продукти
		Відіграс роль джерела і носія знань з проблемної галузі	
		Протягом цільової і методичної фаз процесу проектування е-МСН переважно працює спільно з проектувальником-методистом	
		Протягом експериментально-корекційної фази проектування е-МСН працює разом з тьютором (тьюторами) і разом з ним (ними) може проводити навчання із значною кількістю (типово, десятками) студентів (учнів, слухачів)	
	Проектувальник-методист	Аналіз навчальних потреб майбутніх учнів	Розроблення змісту навчання
		Вивчення особистісних характеристик тих, хто планує навчатися	Визначення типу комп'ютерної оболонки системи оцінювання навчальних досягнень
		Визначає реальність і доцільність здійснення навчання за е-дистанційними технологіями (або їх частковим застосуванням)	Визначення типу комп'ютерної оболонки організації електронної мережної взаємодії учасників навчально-виховного процесу

Організаційно-функціональна одиниця ПК	Спрямування діяльності члена ПК	Провідні функції *	Додаткові функції
		Вивчення та аналіз наявних і потенційних умов навчання в навчальному закладі, на базі якого здійснюється (планується здійснювати) навчання	Розроблення вимог до системи ефективної підтримки клієнта (учня, тьютора, організатора навчання в е-МСН, адміністратора комп'ютерних інформаційно-комунікаційних засобів е-МСН), включаючи вимоги до засобів на його робочому місці
		Вивчення наявного вітчизняного і закордонного досвіду з розв'язування аналогічних проблем	Аналіз проміжних результатів комп'ютерного дизайну навчального курсу, обговорення цих результатів з групою комп'ютерного дизайну ПК та формування вимог щодо подальшого покращення дизайну навчального курсу
		Прийняття рішення щодо необхідності розроблення нових НММ	Оцінювання рівня досягнення очікуваних результатів проектування е-МСН
		Визначення загальних характеристик навчальної одиниці	Добір експериментальних і контрольних груп учнів
		Визначення навчальних цілей, яких необхідно досягти протягом вивчення навчальної одиниці	Здійснення навчально-виховної діяльності з учнями експериментальних і контрольних груп
		Організація (за необхідності) навчання членів ПК і участь у ньому	
		Збирання та аналіз фрагментів навчальних матеріалів, які можуть бути корисними при проектуванні е-МСН	
		Формування структури «навчальні цілі – фрагменти змістової частини» навчального матеріалу	
		Визначення послідовності подання навчального матеріалу	
		Вибір стратегій і методів навчання, розроблення педагогічної технології, визначення характеру діяльності учасників навчально-виховного процесу (суб'єктів навчання)	

Організаційно-функціональна одиниця ПК	Спрямування діяльності члена ПК	Провідні функції	Додаткові функції
		Добір складу і формування списку основної і допоміжної літератури та інших джерел навчальних матеріалів (включаючи Інтернет джерела та джерела електронних бібліотек)	
		Розроблення складу і структури навчального середовища	
		Розроблення системи оцінювання навчальних досягнень	
		Розроблення навчального плану, програми і методик навчання	
		Розроблення рекомендацій, сценарію, визначення попередніх вимог до групи комп'ютерного дизайну ПК щодо дизайну навчального курсу	
		Погодження та врахування вимог (обмежень) з боку групи комп'ютерного дизайну ПК щодо дизайну навчального курсу	
		Розроблення методичних вказівок для учасників навчально-виховного процесу	
		Визначення ключових індикаторів оцінювання якості створюваної е-МСН	
		Визначення вимог щодо діяльності персоналу, який повинен забезпечувати підтримку навчально-виховного процесу	
		Розроблення плану занять експериментальних і контрольних груп	
		Визначення вимог щодо організації зворотного зв'язку і корекції навчання	
		Визначення вимог щодо забезпечення серійної підтримки придатності до використання і захисту е-МСН	
		Розроблення проекту документів із захисту інтелектуальної власності на створені продукти	
		Визначення вимог щодо тиражування і розповсюдження НММ	
		Визначення вимог щодо реєстрації і добору тих, хто планує навчатися	

Організаційно-функціональна одиниця ГІК	Спрямовання діяльності члена ПК	Провідні функції	Додаткові функції
		Визначення педагогічної ефективності навчальної одиниці	
		Діагностика та визначення слабких місць навчальної одиниці	
		Визначення шляхів, заходів і ресурсів щодо подальшого покращення навчальної одиниці та е-МСН в цілому	
		Внесення коректив у продукти, що були розроблені протягом цільової і методичної фаз, а також фази організації впровадження е-МСН	
		Оцінювання рівня досягнення очікуваних результатів проектування	
		Визначення достатності і сумісності параметрів елементів моделі е-МСН на рівні «вхід – вихід»	
		Розроблення підходів і здійснення заходів щодо якісного і збалансованого (з педагогічної точки зору) проектування елементів моделі і моделі е-МСН в цілому	
		Розроблення проектів документів із захисту інтелектуальної власності на створені продукти	
		Визначення шляхів, заходів і ресурсів щодо подальшого покращення навчальної одиниці та е-МСН в цілому	
		Відіграє ключову роль у процесі створення е-МСН, забезпечуючи змістову координацію діяльності і взаємодію груп і членів проектної команди (ГІК)	
		Протягом цільової і методичної фаз процесу проектування е-МСН переважно працює спільно з експертом з проблемної галузі	
Група комп'ютерного дизайну	Постановник-режисер Розробник мультимедіа Розробник графіки	Збирання та аналіз фрагментів комп'ютерних статичних і динамічних об'єктів та шаблонів, які можуть бути використані при комп'ютерному проектуванні навчального курсу	Вивчення наявного вітчизняного і закордонного досвіду з розв'язування аналогічних проблем
	Розробник HTML-файлів з навчального курсу або його частини		

Організаційно-функціональна одиниця ПК	Спрямування діяльності члена ПК	Провідні функції	Додаткові функції
	Розробник системи мережних комунікацій		
		Визначення складу засобів і технологій, які необхідні для здійснення комп'ютерного дизайну	Прийняття рішення щодо необхідності розроблення нових НММ
		Визначення типу комп'ютерної оболонки організації електронної мережної взаємодії учасників навчально-виховного процесу	Визначення типу комп'ютерної оболонки системи оцінювання навчальних досягнень
		Розроблення рекомендацій, визначення попередніх вимог (обмежень) до педагогічної групи ПК щодо комп'ютерного дизайну навчального курсу	Оцінювання рівня досягнення очікуваних результатів проєктування е-МСН
		Погодження та врахування рекомендацій, сценарію і вимог з боку педагогічної групи ПК щодо комп'ютерного дизайну навчального курсу	Участь у навчанні (за необхідності) членів ПК
		Проектування (включаючи змістове наповнення) цілісного, насиченого мультимедіа фрагментами (включаючи ігрові та рольові ситуації, комп'ютерну імітацію статичної і динамічної дидактичних об'єктів та інш.) комп'ютерно та Інтернет орієнтованого навчального курсу (його модуля, блоку), максимально пристосованого до електронного, в тому числі телекомунікаційного використання	Аналіз проміжних результатів комп'ютерного дизайну навчального курсу, обговорення цих результатів з педагогічною групою ПК та формування вимог щодо подальшого покращення дизайну навчального курсу
		Розроблення вимог до системи ефективного підтримки клієнта (учня, тьютора, організатора навчання в е-МСН, адміністратора комп'ютерних інформаційно-комунікаційних засобів е-МСН), включаючи вимоги до засобів на його робочому місці	Розроблення проєкту документів із захисту інтелектуальної власності на створені продукти
		Забезпечення комп'ютерної захищеності створеного продукту	Визначення шляхів, заходів і ресурсів щодо подальшого покращення навчальної одиниці та е-МСН в цілому

Організаційно-функціональна одиниця ПК	Спрямування діяльності члена ПК	Провідні функції	Додаткові функції
		Підтримка і розвиток системних програмно-технічних засобів комп'ютерної інформаційно-комунікативної складової проектного середовища	
	Відіграє ключову роль у здійсненні комп'ютерного дизайну навчального курсу (його модуля, блоку та інш)		
Група управління проектом	Менеджер проекту	Формування пропозицій щодо складу ПК	Прийняття рішення щодо необхідності розроблення нових НММ
		Планування робочих нарад, зустрічей з користувачами створюваного продукту і членами ПК	Оцінювання рівня досягнення очікуваних результатів проектування е-методичної системи
		Планування (встановлення і координація) термінів виконання робіт як на рівні окремих робіт, які виконують члени ПК, так і на рівні робіт (кінцевих продуктів), які проводять педагогічна група і група комп'ютерного дизайну	Участь у навчанні (за необхідності) членів ПК
		Підготовка пропозицій і контроль виконання бюджету проекту	Розроблення проекту документів із захисту інтелектуальної власності на створені продукти
		Координація виконання основних робіт з допоміжними службами	Визначення шляхів, заходів і ресурсів щодо подальшого покращення навчальної одиниці та е-МСН в цілому
		Підтримка комунікацій і формування необхідного «клімату» у ПК	
		«Управління часом» у проекті: здійснення моніторингу кожної стадії і фази проекту, коригування і контроль термінів виконання окремих робіт, стадій і фаз проекту	
		Управління процесом матеріально-технічного забезпечення проекту	
		Керівництво процесом доопрацювання створеної е-МСН та її елементів за результатами її (їх) експериментальної перевірки	
		Відіграє ключову роль у загальному управлінні створенням е-МСН, загальному керівництві діяльністю груп ПК та її членів, управлінні ресурсами проекту	

Для проектів із створення середніх і великих е-МСН з метою підвищення ефективності управління їх здійсненням доцільно використовувати комп'ютерні засоби і технології управління проектами [402, 403].

Зазначимо, що для невеликих проектів створення е-МСН (наприклад, при проектуванні одного навчального модуля) виконання сукупності функцій різного спрямування можуть бути покладені на одного члена ПК (в такому разі є типовим, коли, наприклад, функції експерта з проблемної галузі і функції проектувальника методиста покладаються на одного члена ПК, тобто педагогічна група ПК включає тільки одного фахівця). У випадках виконання проектів середнього і великого розмірів (наприклад, при проектуванні одного або кількох навчальних курсів) для здійснення функцій одного спрямування можуть залучатися кілька членів ПК.

Зробимо деякі зауваження щодо організації взаємодії педагогічної групи і групи комп'ютерного дизайну ПК. Практично повинен бути створений і відпрацьований деякий формалізований організаційно-функціональний інтерфейс між цими двома групами ПК, який має сприяти підвищенню ефективності їх спільної діяльності.

Наведемо деякі рекомендації щодо формалізації, уніфікації і специфікації взаємодії педагогічної групи і групи комп'ютерного дизайну ПК.

Значна частина навчальних матеріалів, що використовується користувачами е-МСН у процесі навчання, формується ПК на екрані моніторів комп'ютерів.

З метою покращення сприйняття дидактичних матеріалів з монітора комп'ютера в межах навчального курсу (принаймні, в межах його однієї навчальної одиниці) слід (по можливості) забезпечити максимальну уніфікацію «оформлення» його змістового та екранного відображення.

У процесі проектування змістової частини навчального курсу педагогічній групі ПК доцільно дотримуватись таких основних рекомендацій:

- користуватись однаковими термінами і означеннями, на які спирається навчальна одиниця (для курсів із значною теоретичною частиною, при неоднозначності або несталості деяких термінів і означень та коли такі терміни або означення встановлюються або формулюються в межах даної навчальної одиниці, слід наводити такі терміни і означення у відповідному розділі курсу з посиланням на джерела відомостей);

- вводити аббревіатури і скорочення тільки там, де це є доцільним, не перевантажуючи читача, використовувати найбільш відомі навчальні приклади з наукової і освітньої практики.

При формуванні вимог до групи комп'ютерного дизайну ПК педагогічна група повинна вибрати і задати:

- санітарно-гігієнічно обґрунтовані розміри, кольори і типи шрифтів для відображення екранних об'єктів, які мають однакове змістове, функціональне або стилістичне призначення (заголовки відповідних розділів, навчальні цілі, опис навчальної діяльності, приклади, посилання на джерела відомостей та ін.);

- уніфіковані зображення однотипних графічних об'єктів (найбільш поширені в науковій і освітній практиці зображення, об'єкти бібліотек типових комп'ютерних графічних зображень і символів та ін.).

Обрані педагогічною групою ПК уніфіковані (за типом, розмірами і кольором) зображення відповідних текстових і графічних статичних і динамічних об'єктів виступають як деякі вихідні параметри *першого блоку формалізованих вимог* до групи комп'ютерного дизайну, яка здійснює медіа і веб-проекування навчальної одиниці.

Іншими параметрами *другого блоку формалізованих вимог* до групи комп'ютерного дизайну ПК, які визначає педагогічна група ПК, є вимоги щодо розташування на екрані статичних навчальних фрагментів і характеру подання та управління динамічними дидактичними об'єктами.

Для формування цього другого блоку вимог доцільно обговорити зазначені питання з членами ПК і визначитись з відповідями на такі питання:

- яку кількість (точне, максимальне, мінімальне, інтервальне значення) типів і розмірів шрифтів слід обирати (допускається) для відображення текстових об'єктів в межах одного екрану, навчального фрагменту, навчальної одиниці?

- яку кількість (точне, максимальне, мінімальне, інтервальне значення) кольорів слід обирати (допускається) для відображення об'єктів у межах одного екрану, навчального фрагменту, навчальної одиниці?

- які кольори та їх комбінації допускаються (вважаються бажаними або, навпаки, є неприпустимими) для відображення об'єктів в межах одного екрану, навчального фрагменту, навчальної одиниці?

- яке співвідношення текстових і графічних повідомлень (у відсотках до площини екрану – точне, максимальне, мінімальне значення) слід обирати (допускається) для відображення дидактичних об'єктів в межах одного екрану, навчального фрагмента, навчальної одиниці?

- яким медіа-засобам надається перевага? В яких фрагментах курсу їх бажано застосовувати?

- яка кількість гіпертекстових посилань (точне, максимальне, мінімальне, значення) допускається (вважається бажаним, доцільним) для відображення дидактичних об'єктів у межах одного екрану, навчального фрагмента, навчальної одиниці?

- які види анімації вважаються більш прийнятними для відображення специфічних дидактичних об'єктів?

- які обов'язкові вимоги (змістові, часові) до проектування аудіо- і відеосюжетів навчальної одиниці?

- чи плануєте Ви запросити професійних акторів для підготовки відеосюжетів і озвучення навчальної одиниці?

Другий блок формалізованих вимог багато в чому визначається сценарієм навчальної одиниці, який на практиці «визріває» в творчому процесі її створення.

Сценарій навчальної одиниці – це упорядкований за змістом і в часі опис статички і динаміки подання, формування, розгортання і руху дидактичних об'єктів на екрані комп'ютера.

Третій блок формалізованих вимог задається групою комп'ютерного дизайну і повинен бути врахований педагогічною групою при формуванні першого і другого блоків своїх вимог. Такими основними вимогами групи комп'ютерного дизайну ПК можуть бути:

- склад наявних розмірів, кольорів і типів шрифтів для можливого відображення екранних об'єктів;

- склад бібліотек і шаблонів уніфікованих зображень графічних об'єктів;

- рівень знань і досвіду проектування деяких екранних статичних або динамічних об'єктів;

- рівень знань і досвіду створення деяких медіафрагментів;

- склад певних аудіовізуальних засобів;

- системні характеристики програмно-технічних засобів та ін.

Сукупність параметрів першого, другого і третього блоків формалізованих вимог і наявність сценарію навчальної одиниці специфікує і формалізує взаємодію педагогічної групи і групи комп'ютерного дизайну ПК, спрощує і конкретизує процедури узгодження взаємодії цих груп, приймання результатів їх діяльності, покращує клімат в колективі ПК і в цілому сприяє підвищенню ефективності (в тому числі економічної) діяльності ПК, якості продуктів, що вона створює.

Процес формування формалізованих вимог має ітераційний характер. Тому зазначені формалізовані вимоги як першого, так і другого й третього блоків параметрів в процесі проектування навчального курсу можуть змінюватись (навіть суттєво). Це є результатом розвитку як педагогічних підходів до реалізації навчального курсу (наприклад, довизначенням навчальних цілей, поглибленням змістової частини курсу, запровадженням інших педагогічних методів, засобів і технологій), а тому і сценарію навчальної одиниці, так і розвитком можливостей групи комп'ютерного дизайну (наприклад, залученням до роботи фахівців більш високого рівня підготовки, розширенням бібліотек типових об'єктів, появою комп'ютерних засобів більш високої потужності та ін.).

3.4. Моделі навчальних середовищ

- Основні підходи до моделювання та додаткові поняття.
- Модель будови навчального середовища систем відкритої освіти.
- Моделі функціонування навчального середовища систем відкритої освіти.

Сучасний рівень розвитку науки і техніки формує технологічне та інформаційне середовище, визначає рівень можливостей людини на конкретному етапі науково-технічного прогресу.

Аналіз стану та тенденцій розвитку соціуму надає можливість прогнозувати подальший розвиток системи освіти (СО), структура, склад і характер функціонування якої повинні відповідати науковим, технологічним і соціальним цілям та умовам розвитку суспільства, а також внутрішнім потребам функціонування самої СО. Цей розвиток, насамперед, акумулюється і визначає проблему підвищення якості освіти.

Одним з визначальних напрямів з розв'язання проблеми підвищення якості освіти є розвиток педагогічних систем (ПС) – головних функціональних компонент освітньої системи, досягнення на цій основі нового, більш високого рівня навчально-виховного процесу. Це значною мірою задається рівнем і характером розвитку навчально-виховного середовища (далі – навчального середовища) – визначального компонента будь-якої ПС, зумовлює, по суті, формування його якісно нового складу і структури.

У теоретико-методологічному плані питання впливу характеристик навчального середовища (НС) на якість ПС безпосередньо пов'язане з дослідженням статистики і динаміки будови НС, визначенням його суттєвих складових, характеру і специфіки їх взаємозв'язків, чутливості (рівня залежності) як складових НС, так і зв'язків між ними до значень параметрів, що відображають «вхід і вихід» педагогічної системи, цілі її створення і функціонування, а також обмеження її існування, функціонування і розвитку. Теоретико-методологічними засобами дослідження НС можуть виступати психолого-педагогічні методи, системний і задачний підходи, методи і інструменти моделювання, використання яких потенційно і об'єктивно дозволяє знайти відповіді

на поставлені питання і, що головне, надає можливість визначити шляхи і підходи щодо ефективного розвитку НС, його складових і структури відповідно до вимог розвитку сучасних ПС.

У цьому розділі будуть розглянуті моделі навчальних середовищ, будова яких враховує специфіку їх складу і структури в системах відкритої освіти та відображає підходи, що вже були застосовані при моделюванні освітнього середовища, педагогічних і методичних систем навчання.

3.4.1. Основні підходи до моделювання та додаткові поняття

У психолого-педагогічній науці існує багато визначень навчального середовища, які відображають різні аспекти його розгляду і застосування. Смульсон М. Л., наприклад, визначає такі характеристики інтелектуально-насиченого середовища, яке проектується як комплексний навчальний вплив (під характеристиками середовища вона розуміє, зокрема, ті параметри учбової діяльності, які воно забезпечує): проблемність і невизначеність, надпредметність, метакогнітивний характер, процесуальність, інтелектуальну потенційність, інтегративно-діяльнісний характер, толерантність, взазв'язки плинного і кристалізованого інтелектів, децентрованість, груповий характер [372].

З позицій системного підходу визначимо [56, 57, 74, 92], що *навчальне середовище* – це штучно побудована система, структура і складові якої призначені для створення необхідних умов для досягнення цілей навчально-виховного процесу. Структура НС визначає його внутрішню організацію, взаємозв'язки і взаємозалежність між його елементами. Елементи (об'єкти, складові, компоненти, елементи – умовно неподільні частки) НС виступають, з одного боку, як його атрибути чи аспекти розгляду, що визначають змістову, інформаційну та матеріальну наповненість НС, а, з іншого – як ресурси НС, що використовуються в навчальній діяльності, набуваючи при цьому ознак засобів навчання і виховання (далі – засобів навчання – ЗН).

Дуже важливо зрозуміти і визначитись – відносно якого об'єкта чи процесу розглядається середовище, тобто суттєвий оточуючий простір об'єкта чи процесу, в якому ці об'єкти/процеси існують (діють, функціонують), перебігають або досліджуються.

Якщо у складі ПС як предмет дослідження виділити, наприклад, учасників навчально-виховного процесу (суб'єктів навчання), то стосовно них всі інші складові ПС будуть утворювати оточуюче середовище учасників навчально-виховного процесу: зміст навчання, засоби навчання, педагогічні технології, що використовуються в навчально-виховному процесі, приміщення навчального закладу, де цей процес розгортається, та інші складові ПС, що будуть визнані як суттєві в межах певного дослідження. За таким підходом проведено моделювання складу НС в [74]. Аналогічно, можна визначити склад оточуючого середовища щодо будь-яких складових ПС.

Сучасний етап розвитку суспільства визначає суттєві зміни в завданнях освіти: «Суспільство стає все більше людиноцентристським. Індивідуальний розвиток людини, особистості за таких умов стає, з одного боку, основним показником прогресу, а з іншого – головною передумовою подальшого розвитку суспільства». Розв'язання цих завдань на сучасному етапі розвитку освіти передбачає рішучі зміни засобів і технологій освітньої діяльності: «Відповідно до Національної доктрини

розвитку освіти, що була обговорена на II Всеукраїнському з'їзді освітян і затверджена Указом Президента України, в процесі модернізації освіти належить здійснити перегляд характеристик, звичних упродовж десятиліть і століть усталених норм освітньої діяльності» [246].

Виділимо низку важливих аспектів, що певною мірою відображають сучасні завдання національної і світової освіти, новітні результати психолого-педагогічних досліджень. Ці аспекти мають бути врахованими при моделюванні складу і структури сучасного НС.

По-перше. Суттєвих змін набуває діяльність викладача і учня, змінюються ролі, які вони виконують у процесі навчання і виховання. «Ми повинні якнайшвидше зробити все можливе для заміни авторитарної педагогіки педагогікою толерантності, суб'єкт-об'єктних відносин між учнем і вчителем – суб'єктно-суб'єктивними» [246].

По-друге. На відміну від спрощеного, але досить поширеного погляду на склад учасників навчально-виховного процесу (учень – вчитель), до цього складу, як окрему складову слід додати навчально-виховний або освітній мікросоціум, який утворюють учні навчального закладу і, передусім, учні, які входять до складу мікросоціуму тієї чи іншої навчально-організаційної одиниці (класу, навчальної групи, гуртка з позакласної роботи, громадських угруповань навчального закладу та ін.). Вплив цієї складової ПС на результати навчально-пізнавальної діяльності, особливо при використанні в навчально-виховному процесі колективних, групових форм навчання і виховання, може бути досить суттєвим і навіть визначальним.

По-третє. Сучасна освітня парадигма спирається на особистісно орієнтовану педагогіку, яка принципово передбачає, аби в епіцентрі навчально-виховного процесу перебував учень – той, на кого, в головному, спрямовані навчальні дії і заради якого, в інтересах якого, врешті-решт, здійснюється навчально-виховний процес, створюються ПС і система освіти в цілому. На сучасному етапі модернізації системи освіти необхідно забезпечити «утвердження особистісно орієнтованої педагогічної системи, яка могла б реалізувати принцип дитиноцентризму в навчально-виховному процесі як відображення людиноцентристської тенденції розвитку суспільства» [246].

Для врахування і відображення цих аспектів при моделюванні НС *інтелектуальну складову ПС* (див. рис. 3.2.1-4, с. 299) представимо у складі трьох її суттєвих компонент (підсистем):

- учнівської компоненти інтелектуальної складової ПС або, просто, учнівської складової ПС (учень, студент, слухач);
- учнівсько-групової компоненти інтелектуальної складової ПС або, просто, *учнівсько-групової складової ПС* (учні, студенти, слухачі, які утворюють особовий склад класу, навчальної групи, потоку тощо);
- вчительської компоненти інтелектуальної складової ПС або, просто, *вчительської складової ПС* (вчитель, викладач, тьютор, професор).

Підкреслимо, що врахування всіх зазначених аспектів сучасного етапу модернізації системи освіти НС інтегровано передбачає, що ПС повинні формуватися і розвиватися відповідно до вимог *учнівської складової ПС* (див. рис. 3.2.1-1–3.2.1-3, с. 296–298 рис. 3.2.1-5, с. 301). При такому підході учнівсько-групова та вчительська складові ПС належать до оточуючого середовища учнівської складової ПС. У межах цієї роботи ми будемо застосовувати саме такий підхід при моделюванні навчальних середовищ ПС.

Підсумовуючи сказане, введемо ще кілька означень НС, які, з одного боку, узагальнюють та розвивають, а з іншого – поглиблюють, конкретизують та системати-

зують уявлення про цей визначальний елемент ПС. Тим самим закладається концептуальна основа подальшого розгляду і моделювання НС.

Навчальне середовище людини, в загальному випадку, – це простір, елементи і зв'язки якого існують природно і/або створені штучно і які безпосередньо і/або опосередковано впливають, а їх властивості і можливості свідомо і/або підсвідомо використовуються людиною для навчання впродовж життя (в процесі інституційного і/або позитивного навчання).

Навчальне середовище навчального закладу – це штучно і цілеспрямовано побудований простір, в якому розгортається навчально-виховний процес і в якому створені необхідні і достатні умови для його учасників щодо ефективного досягнення цілей навчання і виховання.

Відображуючи людиноцентристську освітню парадигму, в центрі НС повинен бути учень, заради якого НС створюється, існує і розвивається, в інтересах якого НС повинно розглядатись і досліджуватись.

Спроектувати навчальне середовище – означає теоретично дослідити суттєві цільові і змістово-технологічні (методичні) аспекти навчально-виховного процесу, який повинен здійснюватись в НС, і на цій основі описати необхідний для цього склад і структуру НС (його статику і динаміку, в тому числі передбачити і врахувати розвиток будови НС, вплив і особливості взаємозв'язків складових НС з іншими елементами ПС, з елементами оточуючого середовища) відповідно до динаміки розвитку цілей його створення і використання, а також обмежень психолого-педагогічного, науково-технічного і ресурсного характеру.

Створити навчальне середовище – означає побудувати такий простір, в якому враховані (визначені на етапі його проектування) і реалізовані основні суттєві аспекти навчально-виховного процесу, який повинен здійснюватись в цьому НС, а також передбачена можливість адекватного розвитку цього простору щодо динаміки розвитку цілей і обмежень його створення та ефективного і безпечного використання.

Навчальне середовище може бути ефективним і неефективним.

Ефективне НС – це таке НС, в якому створені найбільш сприятливі для його користувачів необхідні і достатні умови щодо здійснення навчально-пізнавальної діяльності, творчого розвитку особистості учнів.

Ефективність НС визначається ступенем його відповідності меті створення, що підпорядкована меті створення і розвитку ПС, до складу якої це НС входить. Ефективність НС задається і визначається системою критеріїв (системою цільових функцій), що відображають цільові і змістово-технологічні вимоги щодо його складу, структури та інтегрованого, ефективного і безпечного використання в навчально-виховному процесі. Таким чином, ефективність НС визначається ступенем відповідності якісних і кількісних властивостей створеного НС або НС, що проектується, заданим цільовим функціям, за якими воно створюється і розвивається.

Оптимальне (з педагогічної точки зору, педагогічно виважене) НС – це ефективне НС, ресурси на створення і підтримку якого в актуальному стані є якомога мінімальними (тобто мінімізовані за тими або іншими критеріями, відповідають деякій системі обмежень). Таким чином, сукупність ресурсів, що необхідні для створення і забезпечення подальшої придатності використання та розвитку НС (психолого-педагогічних, матеріально-технічних, інформаційних та ін.), виступає в якості обмежень проектування і створення оптимального НС, утворюючи деяку систему обмежень будови оптимального НС. Разом з цільовими функціями ця система обмежень

задає необхідні умови для його проектування і подальшого формування та застосування. Достатність цих умов визначається можливостями інформаційного наповнення моделей, за якими проектується НС, а також наявністю інструментарію (необхідних засобів і технологій) для адекватного аналізу цих моделей стосовно невідомих – складу і структури оптимального НС.

Створити для розвитку творчої особистості *найбільш сприятливі умови* (тобто побудувати для неї ефективне, оптимальне НС) – означає зробити «практично все» для особистісного розвитку учня і «практично все» для максимально можливих результатів будь-якої його діяльності, що ініціюється зовні. Цьому можуть завадити тільки форс-мажорні обставини, тобто обставини, які від людини не залежать і які людина об'єктивно не може подолати (принаймні в деякий момент часу або протягом певного інтервалу часу).

Тому в психолого-педагогічних дослідженнях, що проводяться, помітна увага має приділятися вивченню педагогічних умов формування НС, моделюванню його складу і структури, визначенню ролі і місця, яке займають і відіграють в ньому ЗН.

3.4.2. Модель будови навчального середовища систем відкритої освіти

Спочатку визначимо суттєві з педагогічної точки зору аспекти будови і розвитку навчального середовища закладу системи освіти. Далі розглянемо, як сучасні підходи щодо створення і практичного застосування систем відкритої освіти розвивають це навчальне середовище, впливають на його склад і структуру, формують принципово нове навчальне середовище (НС), змінюють функції педагогічних систем (ПС), передбачають в них діяльність учасників навчально-виховного процесу.

До складу НС навчального закладу входять (компонентний склад НС визначають, характеризують, відображають такі аспекти, підсистеми НС) [319і, 327і]:

- *учнівсько-груповий компонент НС*, яку становить мікросоціум навчальної групи (груп) і яка взаємодіє з учнівською компонентою ПС як при здійсненні групових, колективних форм навчання і виховання, що передбачаються вчителем і відповідними методиками навчання і виховання, так і в межах додаткової (щодо дій вчителя) навчально-виховної діяльності, яку ініціюють і здійснюють самі учні;

- *вчительська компонента НС*, яка здійснює спрямоване на цілі освіти управління навчально-пізнавальною діяльністю учнів, що базується на педагогіці толерантності, особистісно орієнтованих методах навчання і виховання, інших сучасних психолого-педагогічних методах навчання і виховання та забезпечує формування і розвиток в учнів (учнівської компоненти ПС) знань, умінь і навичок, способів продуктивного мислення і пізнання, емоційної сфери, соціально значущих цінностей, рефлексивно-гуманістичного менталітету особистості, здатності до навчання і самонавчання впродовж життя тощо;

- *система засобів навчання*, до складу якої входить сукупність матеріальних та інформаційних об'єктів, які можуть (відповідно до методик навчання і за ініціативою вчителя і учнів) застосовуватися учнями і вчителями протягом навчання і в яких задовольняються вимоги щодо їх ефективного і безпечного використання (будова систем засобів навчання та їх можливі моделі розглянуті у розділі 3.5);

- *компонента навчального закладу*, яку становлять:

- мікросоціум навчального закладу,
- система основних фондів і засобів загального оснащення навчального закладу.

Мікросоціум навчального закладу – працівники навчального закладу (члени колективу навчального закладу – його керівники, вчителі, допоміжний учбовий персонал), з якими учні можуть суттєво взаємодіяти в межах даного навчального закладу.

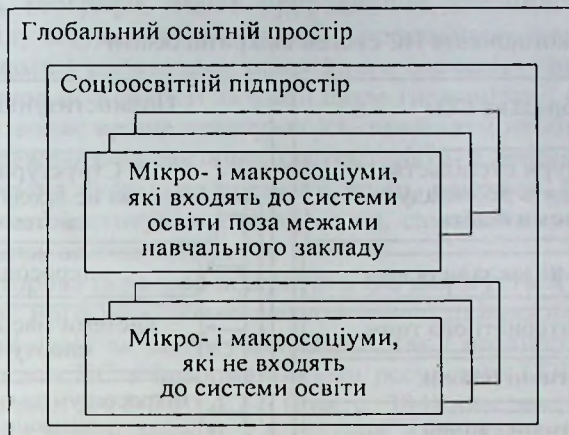
Систему основних фондів і засобів загального оснащення навчального закладу складають: загальні споруди, навчальні і допоміжні приміщення навчального закладів, в яких віддзеркалюються архітектурно-естетичні, санітарно-гігієнічні і психолого-педагогічні особливості їх будови і використання, загальне інженерне оснащення приміщень навчальних закладів (системи опалення, водопостачання, освітлення, електрозабезпечення та ін.), а також технології їх придатності для безпечного використання і розвитку. *Навчальні приміщення* закладу включають типові і нетипові (спеціалізовані) приміщення (шкільні кімнати, кабінети, аудиторії, лабораторії, навчальні майстерні, спортивні зали і майданчики та ін.), в яких розгортається навчально-виховний процес і в яких створюються необхідні умови (психолого-педагогічні, предметно-методичні, медико-біологічні, санітарно-гігієнічні, екологічні, архітектурно-естетичні та ін.) для його ефективного здійснення. Розвиненість структури навчального закладу, глобальне і локальне його розташування, рівень стану та пристосованості його капітальних будівель та навчальних приміщень мають великий (іноді визначальний) вплив на організацію, характер здійснення і результати навчання і виховання, на формування контингенту тих, хто навчається, та якісного складу викладацького і керівного персоналу навчального закладу і навіть на формування його матеріально-технічної бази. (Можливий склад *засобів оснащення навчального закладу загального призначення* розглянутий у розділі 3.5.1).

Нагадаємо: у розділі 3.1 зазначалося, що як інформаційно-технологічна підсистема глобального освітнього простору (ГОП) виступає єдиний інформаційний простір системи освіти (ЄПСО).

У свою чергу, *навчальне середовище закладу* – є спеціалізованим і цілеспрямованим підпростором ГОП, підсистемою ЄПСО, засоби і технології якого формуються навчальними закладами і підпорядковані цілям навчання і виховання з конкретної навчальної одиниці або їх сукупностей (навчальний модуль, предмет, методична система навчання, спеціальність та ін.) для певного контингенту тих, хто навчається, з урахуванням наявних обмежень навчального закладу щодо ресурсного забезпечення навчально-виховного процесу.

Глобальний освітній простір можна умовно поділити на соціоосвітній підпростір, природно-екологічний підпростір і предметно-технологічний підпростір, кожному з яких притаманні свої особливості і свої специфічні ознаки. Склад соціоосвітнього підпростору ГОП наведений на рис. 3.4.2-1, склад інших підпросторів, які утворюють ГОП, буде розглянутий далі.

Як кожен окремо, так і сукупність цих підпросторів у межах ГОП суттєво (реально і/або потенційно) впливають (можуть впливати) на функціонування ПС, на результати навчально-пізнавальної діяльності учнів, в багатьох випадках значно «підсилюючи» дидактичні характеристики ПС. Водночас, необмежений і неконтрольований доступ учнів до інформаційних ресурсів і технологій ГОП може суттєво знецінювати «зусилля навчального закладу, всієї інституціональної системи освіти» щодо досягнення визначених цілей навчання і виховання та прийнятих форм організації освіти. Враховуючи позитивний характер освіти людини, інформаційний вплив ГОП відчувається людиною впродовж всього її життя.



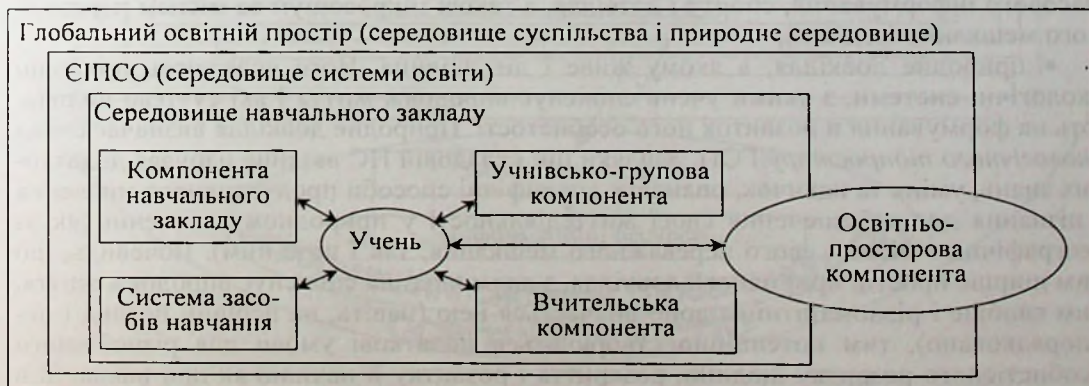
Р и с. 3.4.2-1. Склад соціоосвітнього підпростору глобального освітнього простору

Використання в ПС методів і засобів відкритого НС відображається в структурі ПС її освітньо-просторовою компонентою. Таким чином, до складу відкритого НС, в якому з педагогічною метою використовуються засоби і технології ГОП, окрім вищевизначених складових НС навчального закладу, слід віднести *освітньо-просторову компоненту НС*, до складу якої входять суспільні й екологічні системи, що існують і функціонують поза межами навчального закладу і які суттєво (реально і/або потенційно) впливають (можуть впливати) на хід навчально-виховного процесу, на результати навчально-пізнавальної діяльності учня і розвиток його особистості [328i].

Отже, наведемо визначення відкритого НС (НС систем відкритої освіти).

Відкрите НС – це таке НС, цілі створення і будова якого підпорядковані цілям створення відкритих ПС. Іншими словами, відкрите НС – це таке НС, будова якого передбачає цілеспрямоване використання в навчально-виховному процесі засобів, технологій та інформаційних ресурсів ГОП, що утворюють освітньо-просторову компоненту НС.

Модель компонентного складу НС закладу системи відкритої освіти наведена на рис. 3.4.2-2.



Р и с. 3.4.2-2. Модель компонентного складу навчального середовища закладу системи відкритої освіти

Освітньо-просторова компонента НС систем відкритої освіти

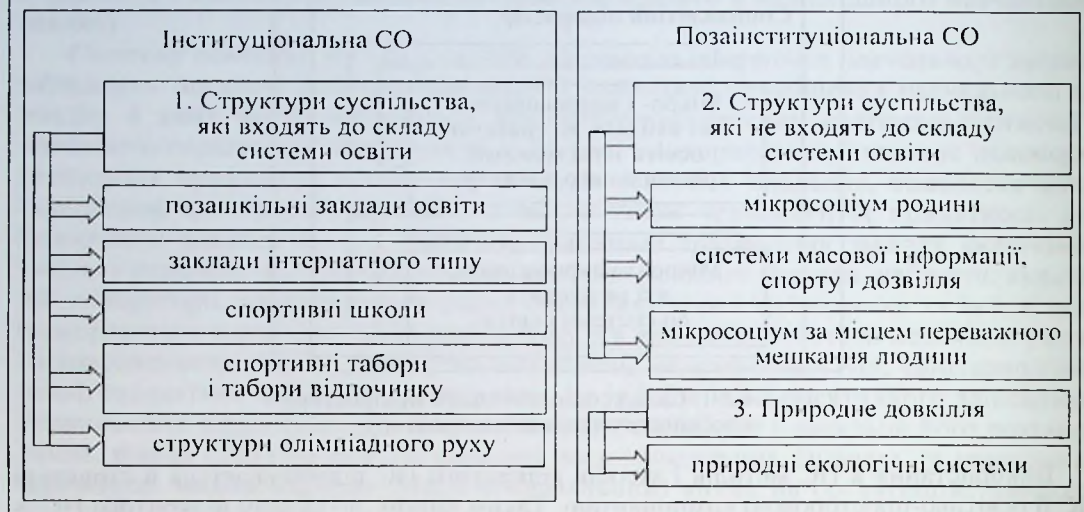


Рис. 3.4.2-3. Склад освітньо-просторової компоненти навчального середовища (НС) систем відкритої освіти

Склад освітньо-просторової компоненти НС систем відкритої освіти утворюють такі предметно-технологічні системи (рис. 3.4.2-3):

- навчально-виховні, інформаційно-технологічні та інші структури суспільства, які входять до складу системи освіти і з якими учні можуть мати справу поза межами даного навчального закладу (наприклад, структури позашкільних закладів освіти, заклади інтернатного типу, спортивні школи і структури олімпіадного руху, спортивні табори і табори відпочинку, що входять до системи освіти);
- навчально-виховні, соціально-економічні, інформаційно-технологічні та інші структури суспільства, які безпосередньо не входять до складу системи освіти, але які визначально впливають на формування і розвиток особистості (найважливішими з педагогічної точки зору такими структурами є мікросоціум родини, системи масового інформування, спорту і дозвілля, а також мікросоціум за місцем переважного мешкання людини);
- природне довкілля, в якому живе і діє людина. Його складають природні екологічні системи, з якими учень співіснує впродовж життя і які суттєво впливають на формування і розвиток його особистості. Природне довкілля визначає склад екологічного підпростору ГОП. Завдяки цій складовій НС людина набуває додаткових знань, умінь та навичок, опановує специфічні способи продуктивного мислення і пізнання для забезпечення своєї життєдіяльності у природному оточенні (як за географічним місцем свого переважного мешкання, так і поза ним). Вочевидь, що чим ширше простір природного довкілля, з яким людина співіснує впродовж життя, чим глибше і різноманітніше воно вивчається нею (навіть, на перший погляд і неупорядковано), тим потенційно створюються додаткові умови для різнобічного особистісного розвитку людини, розкриття і розвитку її нахилів як при навчанні в закладах інституціональної системи освіти впродовж обмеженого часу навчання (наприклад, при опануванні в навчальних закладах дисциплін з геології, біології,

ботаніки, зоології, географії, інших природничих дисциплін), так і при набутті практичного досвіду існування і діяльності у природному довкіллі, співіснування з різними підсистемами і елементами природного оточення впродовж всього життя. Це суттєво розширює можливості людини щодо гармонізації свого буття в природному оточенні, дозволяє краще адаптуватись, приймати необхідні рішення і раціонально (щодо збереження екологічних систем) діяти в різних життєвих ситуаціях, свідомо обирати місця суспільно корисної праці, напрями, форми і час здобуття основної і додаткової інституціональної освіти, самостійно вчитись і самовдосконалюватись впродовж всього життя.

Освітньо-просторова складова відкритого НС формується засобами і технологіями ГОП, визначає його *предметно-технологічний підпростір* і використовується людиною в процесі своєї як інституціональної, так і позаінституціональної освіти. Модель взаємозв'язків ПС з інформаційними ресурсами ГОП та ЄІПСО наведена на рис. 3.4.2-4. На рис. 3.4.2-5 і 3.4.2-6 (див. с. 384) наведені моделі розподіленого НС систем відкритої освіти. На рис. 3.4.2-7 (див. с. 385) наведена модель структури електронних комунікацій в розподіленому навчальному середовищі систем відкритої освіти.

Враховуючи бурхливий характер розвитку в останні роки методів і засобів інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), впровадження цих методів і засобів практично у всі сфери діяльності людини і суспільства в глобальних масштабах, зокрема широко масштаби інформатизації освіти, розвиток глобальної мережі Інтернет, ЄІПСО і глобальних електронних систем масового інформування, інтеграцію цих мереж



Рис. 3.4.2-4. Модель взаємозв'язків педагогічної системи з інформаційними ресурсами глобального освітнього простору



Р и с. 3.4.2-5. Модель розподіленого навчального середовища систем відкритої освіти



Р и с. 3.4.2-6. Модель розподіленого навчального середовища систем відкритої освіти, що відображає учнівсько-групову компоненту навчального середовища

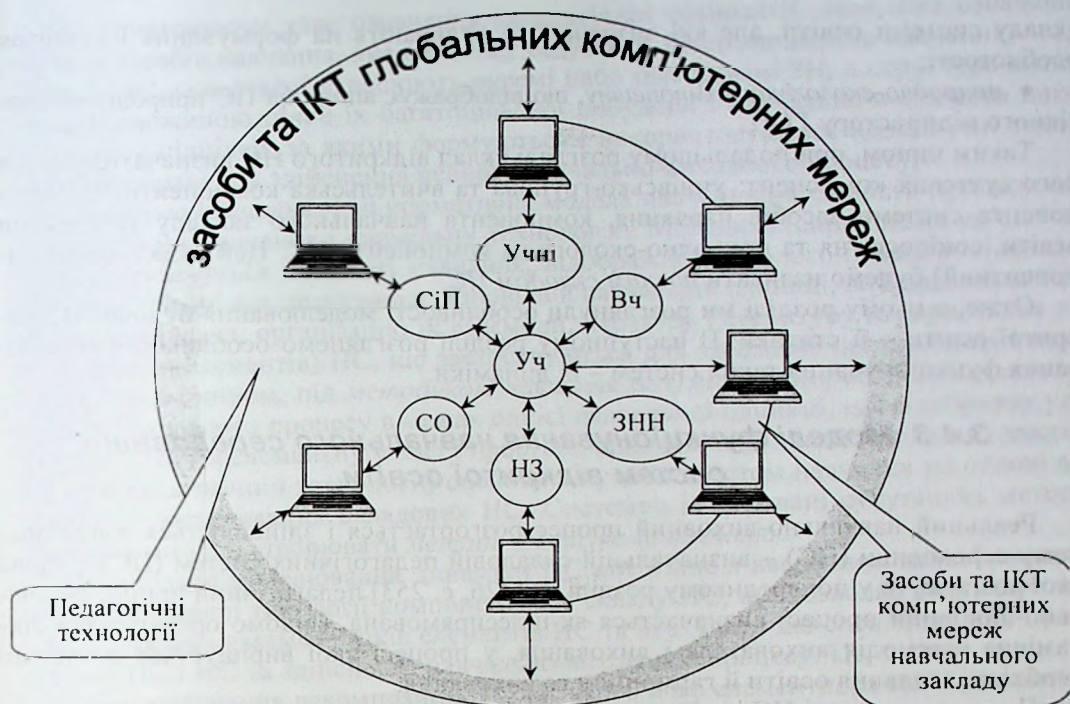


Рис. 3.4.2-7. Модель структури електронних комунікацій в розподіленому навчальному середовищі систем відкритої освіти

та систем, що поступово і неухильно поглиблюється, можна констатувати і стверджувати, що вплив освітньо-просторової складової НС, засобів і технологій ГОП на результати навчальної діяльності учнів в інституціональній системі освіти буде поступово і неухильно збільшуватись. Цей вплив має відстежуватись освітянами та враховуватись ними при проектуванні і застосуванні ПС. Науковці і педагоги повинні брати безпосередню активну участь у формуванні та експертизі інформаційних освітніх ресурсів ГОП, ЄПСО, використовуючи для їх створення новітні досягнення психолого-педагогічної науки і освітньої практики, науково-технічного прогресу, враховуючи при їх проектуванні і застосуванні соціально-економічні потреби суспільства, що розвивається, та індивідуальні загальноосвітні і професійні сьогоденні і перспективні потреби людини.

З урахуванням виділеного складу предметно-технологічних систем освітньо-просторової компоненти відкритого НС, що відображають предметно-технологічний підпростір ГОП (який значною мірою унормований загальнодержавними і, навіть, міжнародними стандартами), а також для забезпечення єдності підходів щодо утворення і подальшого використання компонентного складу НС, освітньо-просторову компоненту НС декомпозиємо (з педагогічної точки зору) ще на *три* компоненти:

- *компоненту системи освіти*, що відображає вплив на ПС тих структур суспільства, які входять до складу системи освіти і з якими (в межах яких) учні можуть мати справу поза межами певного навчального закладу;

- *соціоосвітню компоненту*, що відображає вплив на ПС соціоосвітнього підпростору ГОП – вплив тих структур суспільства, які безпосередньо не входять до

складу системи освіти, але які визначально впливають на формування і розвиток особистості;

- *природно-екологічну компоненту*, що відображує вплив на ПС природно-екологічного підпростору ГОП.

Таким чином, при подальшому розгляді склад відкритого НС визначатимуть *сім* його суттєвих компонент: учнівсько-групові та вчительські компоненти НС, компоненти системи засобів навчання, компоненти навчального закладу та системи освіти, соціоосвітня та природно-екологічна компоненти НС. Цей склад (семикомпонентний) будемо називати *повним складом НС*.

Отже, в цьому розділі ми розглянули особливості моделювання будови ПС відкритої освіти – її статичні. В наступному розділі розглянемо особливості моделювання функціонування таких систем – їх динаміку.

3.4.3. Моделі функціонування навчального середовища систем відкритої освіти

Реальний навчально-виховний процес розгортається і здійснюється в навчальному середовищі (НС) – визначальній складовій педагогічних систем (ПС), будова якої розглянута у попередньому розділі. В [326, с. 253] педагогічний процес (навчально-виховний процес) визначається як цілеспрямована, свідомо організована, динамічна взаємодія вихователя і вихованця, у процесі якої вирішується суспільно необхідні завдання освіти й гармонійного виховання.

При проектуванні ПС і здійсненні навчально-виховного процесу наявність у методиках навчання, в методичних системах навчання повного і доцільного (за обсягом та метою навчання і виховання) опису (моделі) педагогічної діяльності завдяки коректному моделюванню упорядкованої педагогічною технологією сукупності елементного складу ПС є визначальним фактором щодо забезпечення в ПС високої якості навчання і виховання учнів, типізації змісту навчання, педагогічних технологій і навчального середовища (НС), які застосовуються (можуть, повинні застосовуватись) в ПС, забезпечення на цій основі високого стандартизованого рівня підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації викладацьких кадрів і керівників освіти, поширення передового педагогічного досвіду тощо.

Оскільки НС є визначальною підсистемою ПС (розв'язувальною частиною педагогічної задачі), функціонування ПС слід розглядати спільно з функціонуванням НС, враховувати специфіку суттєвих взаємозв'язків його компонентів при здійсненні навчально-виховного процесу.

Навіть попередній розгляд функціонування НС є неможливим без застосування такої категорії ПС, як *педагогічна технологія*, сукупність яких утворює технологічну складову ПС і НС, та *методика навчання*, що інтегрує зміст навчання і педагогічну технологію. Ці категорії були нами визначені у розділі 3.3.1. Нагадаємо їх. Далі ці поняття будуть уточнені з урахуванням підходів і результатів моделювання ПС і НС, що проводитимуться у подальшому розгляді.

З позицій системного підходу і даного розгляду визначимо, що *педагогічна технологія* – це структура організації часових і просторових взаємозв'язків складових ПС і компонент НС, яка побудована відповідно до цілей навчання і виховання, змісту навчання та обраних методів навчання і виховання. Педагогічна технологія, таким чином, задає характер упорядкування взаємозв'язків між учнем, змістом навчання та множиною складових НС, визначає динаміку ПС і НС в цілому.

Використовуючи таке означення педагогічної технології, наведемо означення системи засобів навчання, яке на ньому базується. Система засобів навчання – підсистема НС, склад якої утворюють окремі і/або інтегровані ЗН, а структура визначається множиною цілей їх багатоцільової побудови і навчально-виховного використання – підцілей, за якими формуються і використовуються педагогічні технології, що обрані для здійснення певного навчально-виховного процесу.

Методика навчання – це нормативна модель навчально-виховного процесу, яка інтегрує зміст навчання і навчальну технологію. Методика: спрямована на цілі навчання; ґрунтується на змісті навчання, відображає психолого-педагогічні методи навчання, обрані для опанування відповідної навчальної одиниці; визначає діяльність учнів і викладача, організацію їх взаємодії, характер і структуру використання ними ресурсів (елементів) НС, що застосовуються для забезпечення навчання і виховання. Таким чином, під *методикою навчання* розуміється нормативна модель навчально-виховного процесу в межах однієї навчальної одиниці, що відображає упорядкованість (поелементну у часі і просторі, відповідно до цілей навчання і завдяки обраній педагогічній технології) оволодіння учнем змістом навчання на основі відповідного застосування складових НС. Системно інтегровані сукупності методик навчання можуть утворювати *методичні системи навчання*.

Поглиблене моделювання динаміки ПС пов'язане з введенням деякої додаткової продуктивної типології компонентного складу НС, що дозволяє визначити суттєву специфіку взаємозв'язків елементів НС та врахувати цю специфіку при проектуванні ПС і НС та здійсненні навчально-виховного процесу. Це, в свою чергу, передбачає здійснення декомпозиції НС до такого його елементного складу, на основі якого можна було б здійснити необхідний і достатній (з позицій наявного знання і запропонованого в цій роботі підходу) опис складу і структури декомпонованої моделі НС, використовувати результати моделювання в теоретичних роботах і в практичній освітній діяльності.

У попередньому підрозділі (3.4.2) було визначено сім суттєвих компонент відкритого НС: учнівсько-групову та вчительську компоненти НС, компоненту системи засобів навчання, компоненту навчального закладу та системи освіти, соціоосвітню та природно-екологічну компоненти НС. Такий склад НС було названо *повним складом НС*.

Всі зазначені компоненти НС одночасно виступають і як однойменні компоненти ПС, до складу якої це НС входить. Проте (відповідно до прийнятого вище припущення щодо центрального місця учня в сучасних ПС), учнівська компонента ПС не входить до складу НС. Тобто, *повний склад ПС* утворює вісім компонент (на одну – учнівську, більше). За таким припущенням НС виступає в ролі дидактичного оточення учнівської компоненти ПС.

У контексті функціонування ПС зазначені компоненти ПС визначають специфічні змістово-предметні риси, відображають технологічні особливості навчально-виховного процесу, передбачають специфічний характер взаємозв'язків як учня (учнівської компоненти ПС) з кожним з компонентів НС, так і специфіку взаємозв'язків окремих компонентів НС між собою. Тобто, при здійсненні навчально-виховного процесу передбачається і виникає різнотипове інформаційно-предметно-змістове навчально-виховне використання учнем (учнівської компоненти ПС) різних компонентів НС.

Для відображення в моделях ПС цієї специфіки та її подальшого вивчення і врахування при проектуванні ПС, здійсненні навчально-виховного процесу введемо деяку продуктивну типологію навчально-діяльнісних елементарних конструкцій ПС

(елементарних структурно упорядкованих компонент ПС, підструктур ПС). Відповідно до прийнятих в цій роботі припущень, елементарні конструкції ПС одночасно є елементами конструкціями НС.

Введемо цю типологію і визначимо за цією типологією елементарні конструкції ПС.

Педагогічну систему можна умовно поділити на деякі частки – специфічні області (сфери, зони, підсередовища) ПС, в межах яких існують (для яких характерні, можуть існувати, бути характерними) деякі структурні утворення, які задають і визначають суттєву специфіку змістово-технологічних зв'язків між компонентами ПС. Моделі цих утворень назвемо тут *доменами взаємозв'язків компонент ПС* (domain, англ. – область, сфера, зона).

Серед усіх можливих доменів взаємозв'язків компонент ПС виділимо *домени педагогічної взаємодії*, для відображення взаємозв'язків учасників навчально-виховного процесу, і *домени педагогічного використання НС*, для відображення зв'язків, що виникають з педагогічною метою між учнем та іншими компонентами НС, а також зв'язків інших компонент НС між собою. Ці домени позначимо тут ДПВ.

У свою чергу, серед множини ДПВ виділимо таку їх підмножину, яка обов'язково відображає *взаємозв'язки учня* з компонентами ПС. Домени, що входять до цієї підмножини, назвемо тут *доменами навчальної взаємодії*, для відображення взаємозв'язків учасників навчально-виховного процесу, і *домени навчального використання НС*, для відображення зв'язків, що виникають з навчально-пізнавальною метою між учнем та іншими компонентами НС. Ці домени позначимо тут ДНВ.

Враховуючи таке визначення ДНВ, ДПВ включають опис ДНВ, а також опис зв'язків інших компонент НС між собою.

Це дозволяє здійснити подальшу декомпозицію доменної моделі ПС за зазначеними критеріями і ввести до розгляду такі типи ДНВ. *Перший тип ДНВ*: учень – учень (учні – учнівсько-групова компонента НС); *другий тип ДНВ*: учень – вчитель (вчительська компонента НС); *третій тип ДНВ*: учень – засіб навчання; *четвертий тип ДНВ*: учень – навчальний заклад (компонента навчального закладу НС); *п'ятий тип ДНВ*: учень – система освіти (компонента системи освіти НС); *шостий тип ДНВ*: учень – суспільство (соціоосвітня компонента НС); *сьомий тип ДНВ*: учень – природа (природно-екологічна компонента НС).

При цьому не слід говорити про ієрархічність виділених типів ДНВ. Ієрархічність в принципі передбачає деяку «підлеглість» нижніх рівнів ієрархічної структури її верхнім рівням. Такі ієрархічні взаємозв'язки, безумовно, можуть мати місце при розгляді, наприклад, ланцюга: природа – суспільство – система освіти – навчальний заклад – засіб навчання – вчитель – учень (щодо врахування в ПС, наприклад, природно екологічних цілей навчання або соціально-економічних цілей розвитку суспільства). Водночас, реалізація людиноцентристської освітньої парадигми передбачає протилежний напрям зазначеної ієрархії – від людини (учня) до суспільства, природи. Тому суттєвими, з точки зору визначених цілей навчання і виховання, є не ієрархічність структури взаємозв'язків ДНВ, а досягнення взаємоузгодженості, взаємодоповнюваності і незаперечності системного впливу як окремих складових НС, так і їх сукупностей на зміст і характер навчальної діяльності в межах відповідних ПС.

Базуючись на вищенаведеному, визначимо, що *педагогічна технологія* – це структура організації часових і просторових взаємозв'язків різних типів ДПВ, що побудована відповідно до цілей навчання і виховання та обраних методів навчання

і виховання. Іншими словами, можна говорити, що в даному навчально-виховному процесі педагогічна технологія задає (відображає) упорядкованість зв'язків множини ДПВ. За таким розумінням, ДПВ є одними з можливих моделей елементів педагогічних технологій, визначають специфічні риси та характер (нормативний і творчий, індивідуалізований) використання учнем компоненту НС, зв'язки між компонентами НС.

У межах тієї чи іншої навчальної одиниці зміст і структура взаємозв'язків ДПВ визначаються відповідною методикою навчання.

Введемо подальшу типологію будови ПС.

При реалізації навчально-виховного процесу здійснюються (можуть здійснюватися) деякі різнозмістові навчальні взаємозв'язки в таких *видах парних міжкомпонентних утворень ПС: суб'єкт-суб'єкт, суб'єкт-об'єкт, об'єкт-об'єкт*. Описи моделей ДПВ змістово і технологічно враховують і відображують цю видову особливість будови ПС.

Для повного (з педагогічної точки зору) описування реального навчально-виховного процесу (методик навчання, методичних систем навчання, за якими він здійснюється) використання тільки ДПВ в якості «цеглинок» опису функціонування ПС виявляється недостатнім. За своїм призначенням (за прийнятим означенням ДПВ) ці структурні утворення моделі ПС описують тільки *безпосередні взаємозв'язки між складовими ПС*. Комплексні взаємозв'язки в ПС описується за простою доменною структурою.

Можливими і досить поширеними є *опосередковані взаємозв'язки між визначальними* (тобто такими, які є суттєвими для визначених зв'язків) складовими ПС, коли зв'язок між окремими складовими ПС здійснюється опосередковано за більш складною (ніж доменна), ланцюговою або циклічною структурою. Такі взаємозв'язки описуються (можуть описуватися) багатоконтактними ланцюговими або циклічними структурними утвореннями компонентного складу ПС, які назвемо тут *фреймами взаємозв'язків компонент ПС* [44] (frame, англ. – опис інформаційного повідомлення/моделі, достатній для його/її повної ідентифікації).

Серед усіх можливих фреймів взаємозв'язків компонент ПС виділимо *фрейми педагогічної взаємодії*, для відображення опосередкованих взаємозв'язків учасників навчально-виховного процесу, і *фрейми педагогічного використання НС*, для відображення опосередкованих зв'язків, що виникають з педагогічною метою між учнем та іншими компонентами НС, а також опосередкованих зв'язків інших компонентів НС між собою. Ці фрейми позначимо тут ФПВ.

У свою чергу, серед множини ФПВ виділимо таку їх підмножину, яка обов'язково відображає *опосередковані взаємозв'язки учня з компонентами ПС*. Фрейми, що входять до цієї підмножини, назвемо тут *фреймами навчальної взаємодії*, для відображення опосередкованих взаємозв'язків учасників навчально-виховного процесу, і *фрейми навчального використання НС*, для відображення опосередкованих зв'язків, що виникають з навчально-пізнавальною метою між учнем та іншими компонентами НС. Ці домени позначимо тут ФНВ.

Враховуючи таке визначення ФНВ, ФПВ включають опис ФНВ, а також опис опосередкованих зв'язків інших компонентів НС між собою.

Розгляд доменів і фреймів навчальної взаємодії є найважливішим і найбільш складним серед інших можливих доменів і фреймів взаємозв'язків компонент ПС, оскільки визначає специфіку *взаємозв'язків учня з компонентами НС*, задає характер навчальної діяльності учня. Саме упорядкована сукупність цих доменів і фреймів формує технологічний «стрижень» методичних систем навчання.

Враховуючи таке визначення ФНВ, ФПВ включають опис ФНВ, а також опис змістово-технологічних структур непрямих (опосередкованих) взаємозв'язків між компонентами НС.

У свою чергу, ДНВ призначені для опису взаємозв'язків такої неповної множини зазначених видових структур міжкомпонентних парних утворень ПС (суб'єкт – суб'єкт, суб'єкт – об'єкт), визначення якої передбачає *пряме (безпосереднє) педагогічне використання учнем* компонент НС, що застосовуються у даній ПС.

ДПВ включають опис ДНВ, а також опис суб'єкт-суб'єктних, суб'єкт-об'єктних і об'єкт-об'єктних змістово-технологічних структур взаємозв'язків між компонентами НС. З педагогічної точки зору, опис взаємозв'язків між такими компонентами НС (наприклад, взаємозв'язків вчитель – засіб навчання, вчитель – учні, учні – засіб навчання) є (може бути) дуже суттєвим для коректного проектування ПС і здійснення навчально-виховного процесу. Як приклад, можна навести застосування в ПС комп'ютерно орієнтованих засобів і технологій навчання, що суттєво і позитивно (при педагогічно виважені і коректні проектуванні і застосуванні) впливають на якість освіти.

Підкреслимо: призначення ФПВ полягає у можливості опису за їх допомогою таких взаємозв'язків повної множини видових структур міжкомпонентних утворень ПС (суб'єкт – суб'єкт, суб'єкт – об'єкт, об'єкт – об'єкт), на основі яких передбачається *непрямий педагогічний вплив на учня* використання компонент НС. За запропонованим підходом, ФПВ не включають ДНВ (тобто, не описують пряме використання учнем окремих компонент НС). Вони утворюють *ланцюг (цикл) з більш ніж одного ДПВ*, що зв'язані між собою деякою педагогічною технологією.

Декомпозиції ПС за множиною ДПВ і ДНВ утворюють деякі моделі ПС, які назвемо *доменними моделями ПС*. Зокрема, певні доменні моделі конкретної ПС описують навчально-виховний процес за допомогою множини (необхідної і можливої) компонентних структур педагогічної діяльності (навчальної діяльності, навчальних дій, операцій). Ці доменні моделі ПС є одними з можливих діяльнісних моделей ПС.

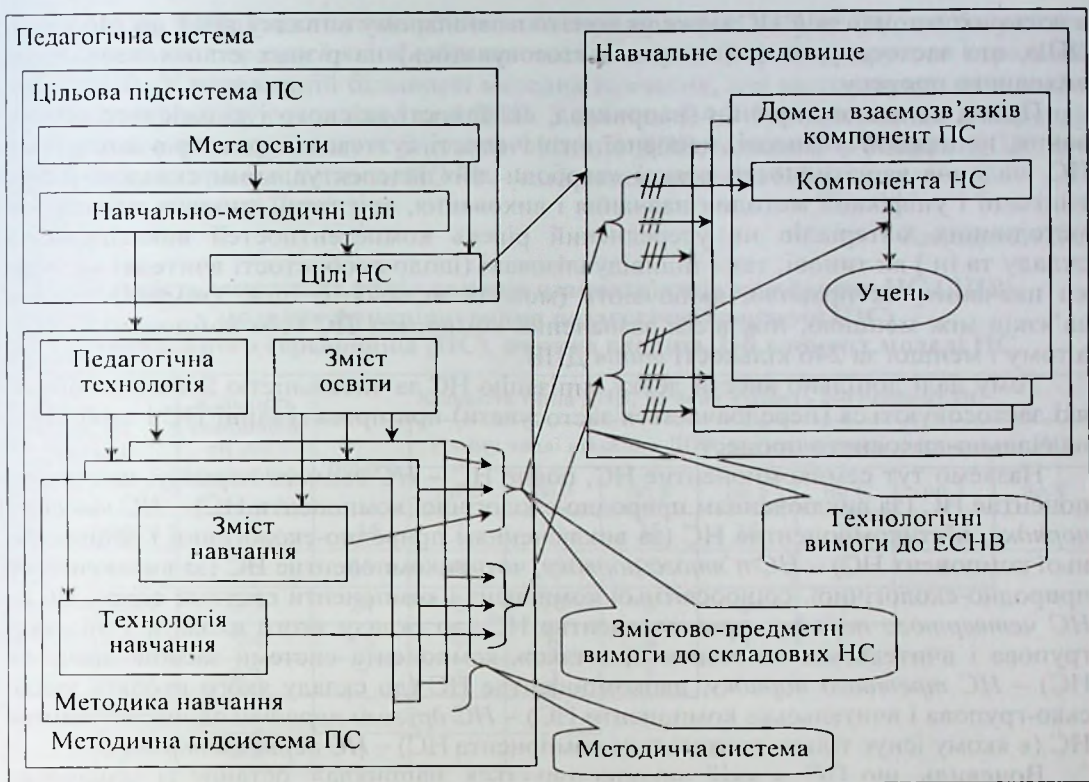
У свою чергу, доменна модель НС є такою часткою доменної моделі ПС, в якій наявні тільки ті її ДПВ, до складу яких не входить учнівська компонента моделі ПС. Доменна модель НС в структурі моделі ПС наведена на рис. 3.4.3-1.

Повний опис моделі функціонування ПС за допомогою упорядкованої на основі педагогічної технології необхідної сукупності ДНВ, ДПВ, ФНВ і ФПВ назвемо тут *доменно-фреймовою моделлю ПС*. Приклад доменно-фреймової моделі ПС наведена на рис. 3.4.3-2.

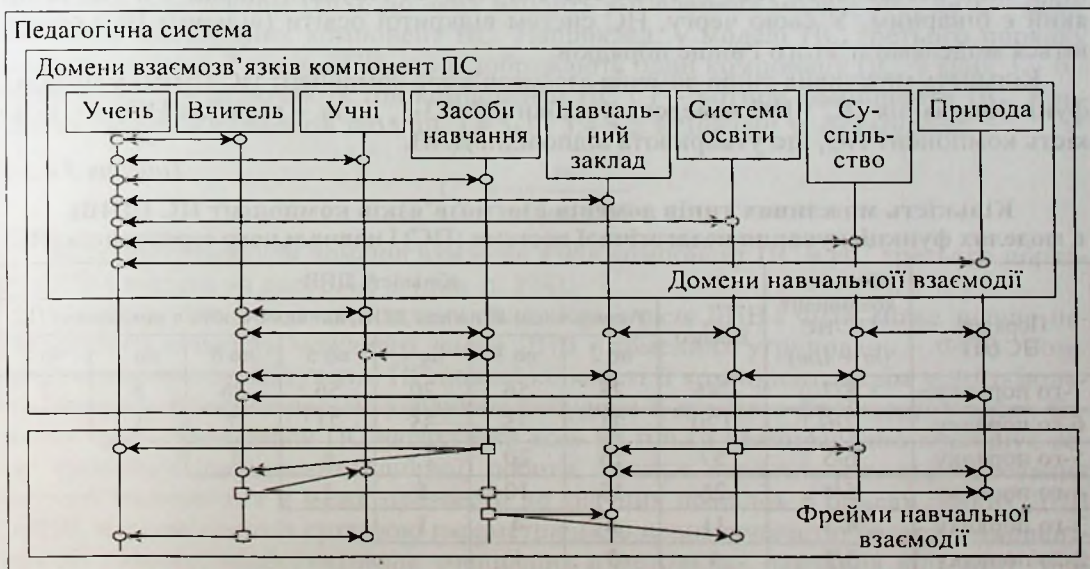
Нагадаємо, що за обраним у цій роботі підходом учнівська компонента ПС не входить до складу НС. Тому кількість компонент ПС на одну компоненту більше, ніж відповідна кількість компонент НС, які застосовуються (планується застосувати) в цій ПС.

Залежно від кількості компонент ПС, які утворюють її відповідні ДПВ, можна вирахувати, що у восьмикомпонентній ПС (з семикомпонентним НС) можуть існувати 246 типів ДПВ – можливих типів підструктур навчальних взаємозв'язків, з яких 28 – бінарні ДПВ, що включають два компоненти ПС, 56 – які включають три компоненти ПС, 70 – чотири компоненти ПС, 56 – п'ять компонент ПС, 28 – шість компонент ПС, 8 – сім компонент ПС і 1 – вісім компонент ПС.

Залежно від психолого-педагогічних методів, що обрані для навчання (опанування) тієї чи іншої навчальної одиниці (в будові тої чи іншої ПС), глибини проектування, аналізу і подальшого використання ПС, повноти методичного опрацювання навчально-виховного процесу модель навчальної діяльності (методика навчання)



Р и с. 3.4.3-1. Доменна модель навчального середовища (НС) в структурі моделі педагогічної системи (ПС)



Р и с. 3.4.3-2. Приклад доменно-фреймової моделі педагогічної системи

в восьмикомпонентній ПС може включати в загальному випадку від 1 до 246 *типів* ДПВ, що застосовуються (можуть застосовуватись) на різних етапах навчально-виховного процесу.

Проте, за деяких причин (наприклад, складності якісного і кількісного описування, непередбачуваності, неповної визначеності суттєвих параметрів компонент ПС, надання варіативності, деякої «свободи дій» інтелектуальним складовим ПС, типізації і уніфікації методик навчання і виховання, орієнтації типових навчально-методичних матеріалів на усереднений рівень компетентностей викладацького складу та ін.) як типові, так і індивідуалізовані (щодо особистості вчителя) методики навчання, як правило, включають (можуть включати) опис (моделі) взаємозв'язків між меншою, ніж вісім зазначених компонент ПС (сім компонент її НС), а тому і меншою за 246 кількості *типів* ДПВ.

Тому далі доцільно ввести деяку типізацію НС за чисельністю його компонент, які застосовуються (передбачається застосувати) при проектуванні ПС і здійсненні навчально-виховного процесу.

Назвемо тут семикомпонентне НС, повне НС – *НС сьомого порядку*, шестикомпонентне НС (за виключенням природно-екологічної компоненти НС) – *НС шостого порядку*, п'ятикомпонентне НС (за виключенням природно-екологічної і соціоосвітньої компоненти НС) – *НС п'ятого порядку*, чотирикомпонентне НС (за виключенням природно-екологічної, соціоосвітньої компоненти і компоненти системи освіти НС) – *НС четвертого порядку*, трикомпонентне НС (до складу якого входять учнівсько-групова і вчительська компоненти, а також компоненти системи засобів навчання НС) – *НС третього порядку*, двокомпонентне НС (до складу якого входять учнівсько-групова і вчительська компоненти НС) – *НС другого порядку*, однокомпонентне НС (в якому існує тільки вчительська компоненти НС) – *НС першого порядку*.

Вочевидь, що ПС, в якій використовується, наприклад, останнє із зазначених НС – НС першого порядку, визначає таку будову навчально-виховного процесу, в якому передбачена взаємодія тільки учня і вчителя та не планується застосовувати ніякі інші компоненти НС. У такій системі можуть існувати тільки 1-й тип ДНВ, який є бінарним. У свою чергу, НС систем відкритої освіти (відкриті НС) описуються моделями п'ятого і вище порядків.

Кількість можливих типів доменів взаємозв'язків компонент ПС (ДПВ) у моделях функціонування ПС і НС наведена у таблиці 3.4.3-1, де m – порядок НС, n – кількість компонент ПС, що утворюють відповідні ДПВ.

Таблиця 3.4.3-1

Кількість можливих типів доменів взаємозв'язків компонент ПС (ДПВ) в моделях функціонування педагогічної системи (ПС) і навчального середовища (НС)

Порядок НС (m)	Кількість компонент ПС/НС ($m + 1/m$)	Кількість ДПВ							
		Всього	У тому числі кількість ДПВ, які включають n компонент ПС:						
			по 2	по 3	по 4	по 5	по 6	по 7	по 8
7-го порядку	8/7	246	28	56	70	56	28	8	1
6-го порядку	7/6	120	21	35	35	21	7	1	
5-го порядку	6/5	57	15	20	15	6	1		
4-го порядку	5/4	26	10	10	5	1			
3-го порядку	4/3	11	6	4	1				
2-го порядку	3/2	4	3	1					
1-го порядку	2/1	1	1						

Сьогодні найбільшого поширення в освітній практиці набули ПС, які базуються на НС третього порядку і які відображаються моделями першого, другого і третього типів ДНВ. У переважній більшості методик навчання, що застосовуються в освітній практиці, описуються саме такі ДПВ. З таблиці 3.4.3-1 випливає, що в моделях НС третього порядку можуть існувати 11 типів ДПВ, з яких 6 – бінарні ДПВ, 4 – відображають три компоненти ПС і 1 – чотири компоненти ПС.

Таблиця 3.4.3-2

Кількість можливих типів доменів взаємозв'язків компонент ПС (ДПВ) у моделях функціонування педагогічної системи (ПС) і навчального середовища (НС), до яких входить k -й елемент моделі НС

Порядок НС (m)	Кількість компонент ПС/НС ($m + 1/m$)	Кількість типів ДПВ, до яких входить k -й елемент НС							
		Всього	У тому числі кількість ДПВ, які включають n компонент ПС:						
			по 2	по 3	по 4	по 5	по 6	по 7	по 8
7-го порядку	8/7	116	7	21	35	25	20	7	1
6-го порядку	7/6	63	6	15	20	15	6	1	
5-го порядку	6/5	24	5	10	8	5	1		
4-го порядку	5/4	15	4	6	4	1			
3-го порядку	4/3	7	3	3	1				
2-го порядку	3/2	3	2	1					
1-го порядку	2/1	1	1						

У таблиці 3.4.3-2 наведена кількість можливих типів доменів взаємозв'язків компонент ПС (ДПВ) у моделях функціонування педагогічної системи (ПС) і навчального середовища (НС), до яких входить k -й елемент моделі НС, де k – ідентифікатор відповідних компонент ПС. Наприклад, у моделі НС третього порядку можуть існувати 7 типів ДПВ, що відображають один компонент ПС, з яких 3 – бінарні ДПВ, 3 – включають три компоненти ПС і 1 – чотири компоненти ПС. Конкретні значення елементів таблиць 3.4.3-1 і 3.4.3-2 визначені за формулою:

$$C_m^n = \frac{m!}{n!(m-n)!}.$$

Можливі структури доменів взаємозв'язків компонент ПС в НС третього порядку ДПВ наведені на рис. 3.4.3-3 (див. с. 394).

У методичних системах навчання кількість *описів* ДПВ і ФПВ може значно перевищувати кількість можливих *типів* ДПВ і доменних угруповань – ФПВ. Тому врахування при проектуванні ПС повної кількості її компонент, окрім усього іншого, значно ускладнює процес коректної побудови її доменно-фреймової моделі. Бажання проектувальників ПС «врахувати все» не тільки невиправдано підвищує обсяг проектної (науково-методичної) роботи, знижує варіативність спроектованих методик навчання, а й може призвести до значних помилок в описах деяких ДПВ і ФПВ, що пов'язано із суттєвою параметричною невизначеністю багатоконтактних НС. Проте, необгрунтоване зменшення в методиках навчання кількості ДПВ і ФПВ, що можуть бути коректно описані, призводить до «поверховості» і тому

Навчальне середовище третього порядку

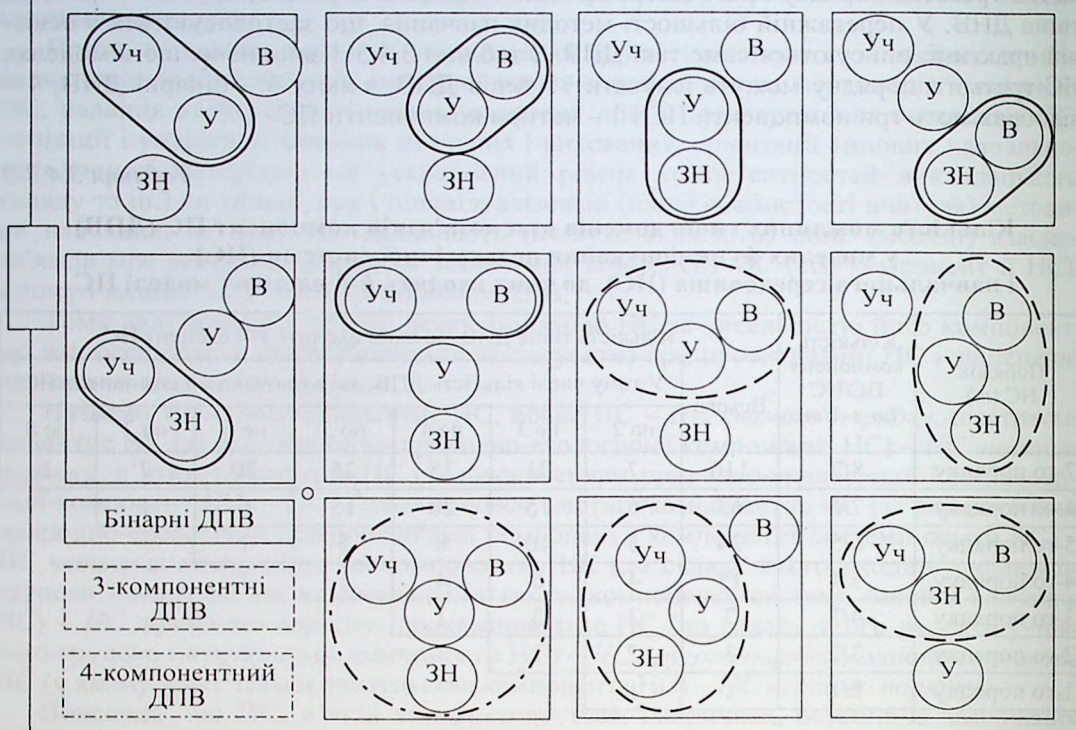


Рис. 3.4.3-3. Можливі структури доменів взаємозв'язків компонент ПС в навчальному середовищі третього порядку

малої практичної цінності, навіть помилковості таких методик. Тому проектувальники ПС повинні намагатися ввести в методики навчання таку мінімально необхідну кількість компонент НС і, відповідно до цього, таку кількість описів ДПВ і ФПВ, в яких можна було б реально врахувати більшість відомих і педагогічно доцільних чинників, параметрів компонент НС, до яких ПС є чутливою (перш за все, щодо результатів навчально-виховної діяльності учнів) і які є науково обґрунтованими та можуть бути вірогідно отримані.

Базуючись на запропонованій типології елементарних конструкцій моделі функціонування ПС і НС, визначимо, що *методика навчання* – це упорядкована за педагогічною технологією сукупність ДПВ і ФПВ, які застосовуються для її опису. Саме ця упорядкованість зазначених педагогічних відносини між компонентами ПС і НС визначає «змістово-технологічне наповнення» ДПВ і ФПВ.

За таким розумінням, у межах деякого навчально-виховного процесу можна вважати, що однією з можливих моделей навчальної діяльності, моделей функціонування ПС і НС є упорядкована за педагогічною технологією сукупність ДНВ і ФНВ, що застосовуються (можуть застосовуватись) при здійсненні даного навчально-виховного процесу.

Запропонована в цьому розділі доменно-фреймова модель ПС є одним з можливих видів моделей навчально-виховного процесу, що були нами розглянуті у розділі 3.2.2 при моделюванні функціонування педагогічних систем відкритої освіти.

3.5. Моделі систем засобів навчання

- Класифікація засобів навчання.
- Системи засобів навчання та моделі їх будови.
- Засоби навчання нового покоління, їх функції та сучасні форми організації їх створення та впровадження.

Засоби навчання є невід'ємною складовою того середовища, де розгортається навчально-пізнавальна діяльність учасників навчально-виховного процесу. Вони є складовою навчального середовища, впливають на діяльність суб'єктів навчання та організацію дидактичного процесу, на їх основі створюються умови для забезпечення можливості досягнення цілей навчання та виховання.

М. Д. Ярмаченко визначає засоби навчання (дидактичні засоби) як предмети, що викликають сенсорні стимули (впливають на зір, слух, дотик тощо) і полегшують учням безпосереднє та опосередковане сприйняття реальності. Це можуть бути як предмети реальної дійсності, так і модельні, образні, словесні чи символічні заміники [326, с. 203]. Ю. О. Жук пропонує таке означення: «Засоби навчання – будь-які засоби, прилади, обладнання та устаткування, що використовуються для передачі інформації в процесі навчання» [200, с. 313].

Введемо таке поняття засобів навчання: «Засоби навчання (ЗН) – природні і штучні (спеціально і не спеціально створені) матеріальні та інформаційні об'єкти, які використовуються для матеріально-технічного та інформаційно-процесуального забезпечення навчально-виховного процесу, є важливими складовими навчального середовища, застосовуються учасниками навчально-виховного процесу для досягнення педагогічних цілей відповідно до державних освітніх стандартів. Причому, ефективність використання засобів навчання визначається не самим фактом їх використання, а тим, якою мірою вони сприяють розв'язанню педагогічних задач». «Найбільша ефективність використання засобів в тих випадках, коли наочний матеріал (засоби навчання. – *Авт.*) виступає для учнів не як предмет споглядання, а як засіб розв'язування прийнятих ними задач» [342].

На кожному етапі розвитку психолого-педагогічної науки адекватно розвиваються і засоби навчання, в яких акумулюються і відтворюються науково-технічні, психолого-педагогічні та соціально-економічні досягнення свого часу. Еволюція використання ЗН визначається потребами педагогічної практики, а їх розвиток спрямовується на задоволення цих потреб. Засобам навчання завжди притаманна різноманітність форм їх реалізації та методик їх застосування, вони підпорядковуються тій парадигмі освіти, що склалася у суспільстві на даний час.

Зокрема, існуючий рівень науки і техніки формує технологічне та інформаційне середовище, яке використовує людина, впливає на буття людини в оточуючому її природному і соціальному середовищі, визначає рівень можливостей людини на конкретному етапі науково-технічного прогресу, соціально-економічного розвитку суспільства. Аналіз стану та тенденцій науково-технічного прогресу надає можливість прогнозувати подальший розвиток засобів навчання, що мають формуватися та розвиватися у навчальних закладах, та бути основою такого навчального середовища, яке відповідало би науковим, технологічним і соціальним умовам розвитку суспільства та потребам освіти.

Вплив наукових і технічних досягнень людства на зміст, структуру та організацію процесу навчання опосередковується і має матеріальний вираз у засобах

навчання, як знаряддя навчальної діяльності. Вплив використання засобів навчання на результати навчально-виховного процесу найбільш яскраво виявляється у процесі навчання природничо-математичних і технологічних дисциплін у загальноосвітніх навчальних закладах.

Формуючи структуру і зміст навчальних програм, зокрема з предметів природничо-математичного і технологічного циклу загальноосвітньої школи, їх автори враховують необхідність експериментальної компоненти навчальної діяльності, яка реалізується, перш за все, через обов'язкове виконання учнями фронтальних лабораторних і практичних робіт. Педагогічну доцільність використання у дидактичному процесі з природничих наук самостійного навчального експерименту переконливо доведено психолого-педагогічною наукою та освітньою практикою. Не потребує доведень і той факт, що на результати навчання позитивно впливає використання тих продуктивних методів та способів пізнання навколишнього світу, які формуються у процесі вивчення природничих дисциплін при здійсненні самостійного навчального дослідження. Необхідними складовими навчального середовища є також аудіовізуальні засоби, засоби інформаційно-комунікаційних технологій, прилади, устаткування, інші засоби навчання для проведення демонстраційних експериментів, навчально-методичні матеріали тощо.

Навчальні експерименти вимагають створення відповідного навчального середовища, складовими якого мають бути відповідні прилади, обладнання та устаткування, без яких принципово неможливо проводити навчальні дослідження в їх сучасному розумінні. Всі матеріально-технічні складові навчального середовища, які, відповідно до педагогічної ситуації, використовуються в навчально-виховному процесі, набувають ознак засобів навчальної діяльності. Таким чином, забезпечення навчального дослідження в процесі вивчення природничо-математичних і технологічних дисциплін, насамперед, визначається наявністю в навчальному закладі необхідних засобів навчання.

Для поглиблення розуміння місця засобів навчання у складі навчального середовища, ролі, яка їм відведена в його структурі, необхідно провести систематизацію засобів навчання, розробити їх продуктивну (з точки зору виробництва засобів навчання та їх застосування в освітній практиці) типологію, побудувати моделі систем засобів навчання, які відображали би підходи, що вже були використані у цій роботі при моделюванні педагогічних систем та їх складових, і на цій основі і з урахуванням досягнень науково-технічного прогресу і психолого-педагогічної науки визначити критерії створення новітніх ЗН та їх систем.

3.5.1. Класифікація засобів навчання

Систематика знань про природні і штучні об'єкти та процеси дозволяє не тільки поглибити розуміння їх сутності та взаємозалежності (взаємозумовленості і взаємопов'язаності) і на цій основі розвинути теоретико-методологічний апарат їх подальшого дослідження, визначити теоретичні проблеми їх розвитку відповідно до призначення систем, до складу яких ці об'єкти і процеси входять, але й має суто практичний результат – дозволяє сформулювати підходи для удосконалення цих об'єктів і процесів (підвищити їх ефективність і якість), створити новітні засоби і технології діяльності, які враховували б і спиралися на наявні досягнення соціально-економічного і науково-технічного розвитку цивілізації.

Це стосується і засобів навчання (ЗН), як засобів діяльності людини при опануванні нею загальної і професійної освіти, як знарядь підвищення ефективності і якості навчання і виховання в інституціональних педагогічних системах і позитивній освіті. Доцільна класифікація ЗН дозволяє не тільки поглибити розуміння місця, яке займають, і ролі, яку відіграють ЗН та їх системи при здійсненні навчально-виховного процесу, але й створити теоретичний фундамент подальшого розвитку як окремих ЗН, так і їх комплектів й комплексів, закрити «білі плями», і усунути дублювання їх функцій, сформулювати вимоги до новітніх ЗН і їх систем, спроектувати і впровадити в практику освіти передові педагогічні технології. Такий підхід «буде ще одним «містком» між користувачами ЗН, їх розробниками і виробниками» [169].

Питанням класифікації ЗН присвячена значна кількість робіт вітчизняних і зарубіжних авторів. М. Д. Ярмаченко поділяє ЗН на такі: *візуальні* (зорові) – природні предмети, машини, прилади, препарати, рухомі і неруомі моделі, кольорові і чорно-білі схеми, символи (слова, букви та цифри) тощо; *аудіальні* (слухові) – магнітофонні стрічки разом з приладами, які полегшують користування ними, радіоапаратура, музичні інструменти тощо; *аудіовізуальні* (зорово-слухові) – телевізійні апарати, кінопроектори; такі, за допомогою яких частково *автоматизують* процес навчання, – програмовані підручники, дидактичні машини, лабораторії для вивчення мов, автоматизовані класи, комп'ютери тощо [326, с. 203]. У роботах колективом авторів: А. М. Гуржія, М. І. Орлової, М. І. Шута, В. В. Самсонова, що вийшли останнім часом, здійснено значний внесок у розроблення теоретико-методологічних проблем класифікації ЗН, запропоновано класифікацію ЗН та навчального обладнання загальноосвітніх навчальних закладів [169]. В цій роботі, зокрема, подано критичний аналіз підходів різних авторів до класифікації ЗН, досліджуються методологічні проблеми класифікації ЗН та навчального обладнання, пропонуються підходи до визначення їх внутрішньовидової різноманітності, визначаються закономірності внутрішньовидової різноманітності друкованих ЗН, і на цій основі здійснена видова класифікація ЗН та навчального обладнання загальноосвітніх навчальних закладів.

Водночас, як справедливо відзначено в [218], «жоден автор не може зробити з матеріалу, який систематизується, таких узагальнених висновків, які могли би бути прийнятними для всіх». Тобто, можливі класифікації можуть відображати різні аспекти їх розгляду і застосування. Еволюція класифікацій повинна враховувати теоретичну можливість появи і практичні факти створення нових об'єктів класифікації, які у вже здійснених класифікаціях не відображені і не можуть бути відображені за прийнятими в них класифікаційними ознаками. В цих випадках слід вводити інші необхідні класифікаційні ознаки (ознаки систематизації) і на цій основі формувати нові угруповання і різноманітності, по суті, будувати нові продуктивні класифікації.

Сучасні уявлення про ЗН та системи ЗН, їх об'єктивний розвиток, їх нові функції в новітніх педагогічних системах, зокрема в навчальному середовищі систем відкритої освіти, результати моделювання педагогічних і методичних систем та навчального середовища, що розглянуті в попередніх розділах цієї роботи, вимагають дещо змінити, модифікувати відомі підходи до класифікації ЗН, ввести нові класифікаційні ознаки. Необхідно врахувати особливості сучасного етапу розвитку ЗН, впровадження їх в освітню практику, зокрема визначити місце ЗН в структурі матеріально-технічної бази навчальних закладів, врахувати можливості їх багатоструктурного використання, зокрема для автоматизації навчальної діяльності, підтримки

дистанційних технологій навчання, забезпечити комп'ютерну орієнтованість сучасних ЗН, впровадження в освіту комп'ютерно орієнтованих технологій навчання. Відомі класифікації ЗН не дають повної відповіді на ці питання, не враховують цих особливостей.

Запропонований у цій роботі підхід до класифікації ЗН слід розглядати як подальший розвиток підходів, що використовувалися у попередніх роботах, присвячених цій проблемі, зокрема, у [169]. При створенні нових ЗН в межах запропонованої класифікації (введених класифікаційних ознак) видовий склад ЗН в кожній з класифікаційних гілок може бути змінений (розширений, звужений), утворюючи тим самим нову будову запропонованої класифікаційної моделі, однак, не руйнуючи її загальну структуру.

Спочатку визначимо місце оснащення навчального закладу (НЗ) в структурі його матеріально-технічної бази. Для цього здійснимо класифікацію матеріально-технічної бази НЗ за спеціалізацією призначення її об'єктів (К1) та оснащення НЗ – за характером його впливу на навчальну діяльність (К2), рис. 3.5.1-1.

За класифікаційною ознакою К1 матеріально-технічна база НЗ поділяється на такі об'єкти:

- будинки та споруди;
- закріплену територію та її територіально-ландшафтні об'єкти;
- інженерну, протипожежну та комунальну інфраструктуру.

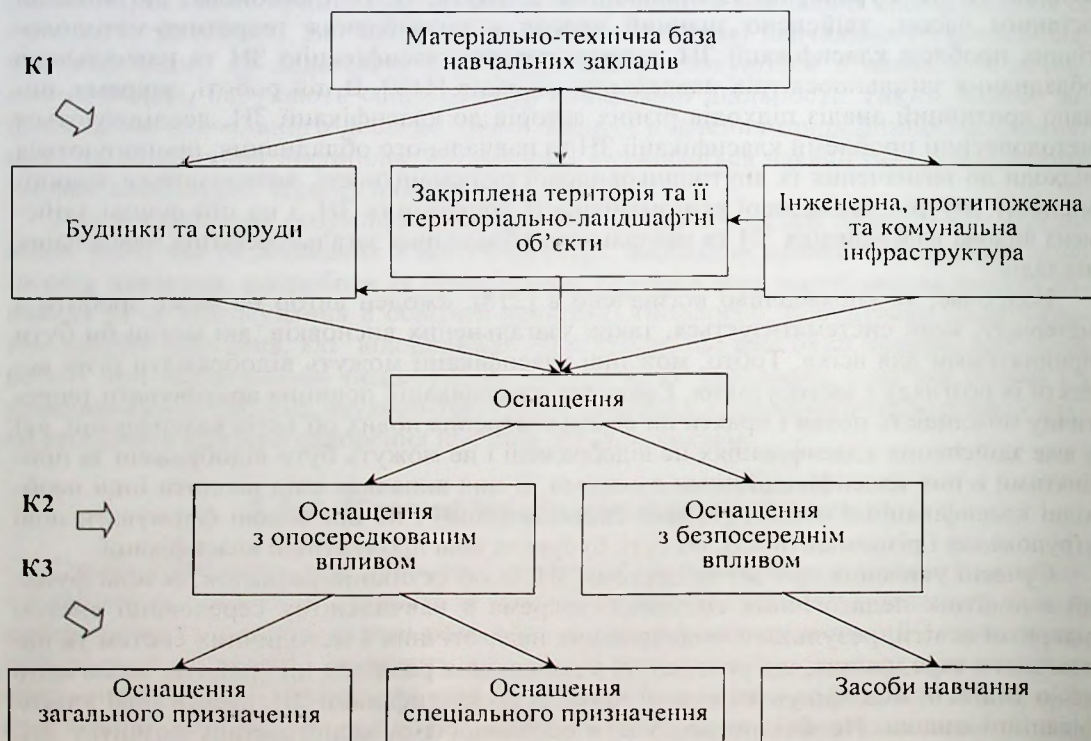


Рис. 3.5.1-1. Класифікація матеріально-технічної бази навчального закладу за спеціалізацією призначення її об'єктів (К1), оснащення – за характером його впливу на навчальну діяльність (К2), оснащення – за специфікою його призначення (К3)

Кожен з цих об'єктів НЗ включає відповідне оснащення (забезпечується цим оснащенням), яке за класифікаційною ознакою **К2** поділяється на:

- оснащення, використання якого забезпечує безпосередній вплив на навчальну діяльність (оснащення з безпосереднім впливом);
- оснащення, використання якого забезпечує опосередкований вплив на навчальну діяльність (оснащення з опосередкованим впливом).

За специфікою призначення (**К3**) оснащення НЗ з опосередкованим впливом на навчальну діяльність поділяється на такі об'єкти:

- оснащення загального призначення;
- оснащення спеціального призначення;
- засоби навчання.

Здійснено класифікацію оснащення НЗ загального призначення (рис. 3.5.1-2). За спрямованістю використання оснащення НЗ загального призначення поділяється на такі об'єкти (**К4**):

- загальнонавчальне оснащення;
- загальногосподарське оснащення;
- загальне інженерно-комунальне оснащення.

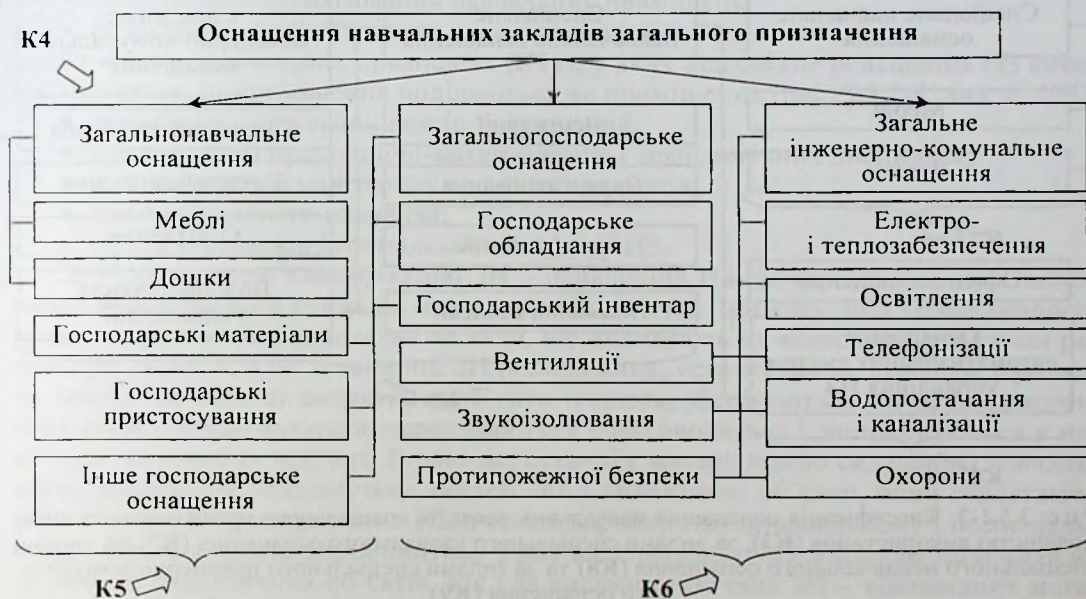


Рис. 3.5.1-2. Класифікація оснащення навчальних закладів загального призначення за спрямованістю використання (**К4**), за видами загальнонавчального (**К5**) та за типами загальногосподарського і загального інженерно-комунального оснащення (**К6**)

За видами загальнонавчального оснащення (**К5**) таке оснащення поділяється на такі об'єкти (рис. 3.5.1-2):

- меблі;
- дошки.

За типами загальногосподарського оснащення (**К6**) таке оснащення поділяється на такі об'єкти (рис. 3.5.1-2):

- господарське обладнання;

- господарський інвентар;
- господарські матеріали;
- господарські пристосування;
- інше господарське оснащення.

За типами інженерно-комунального оснащення (К6), оснащення НЗ загального призначення поділяється на такі об'єкти (рис. 3.5.1-2, див. с. 399):

- оснащення електро- і теплозабезпечення;
- оснащення освітлення;
- оснащення телефонізації;
- оснащення водопостачання і каналізації;
- оснащення вентиляції;
- оснащення звукоізолювання;
- оснащення протипожежної безпеки;
- оснащення охорони.

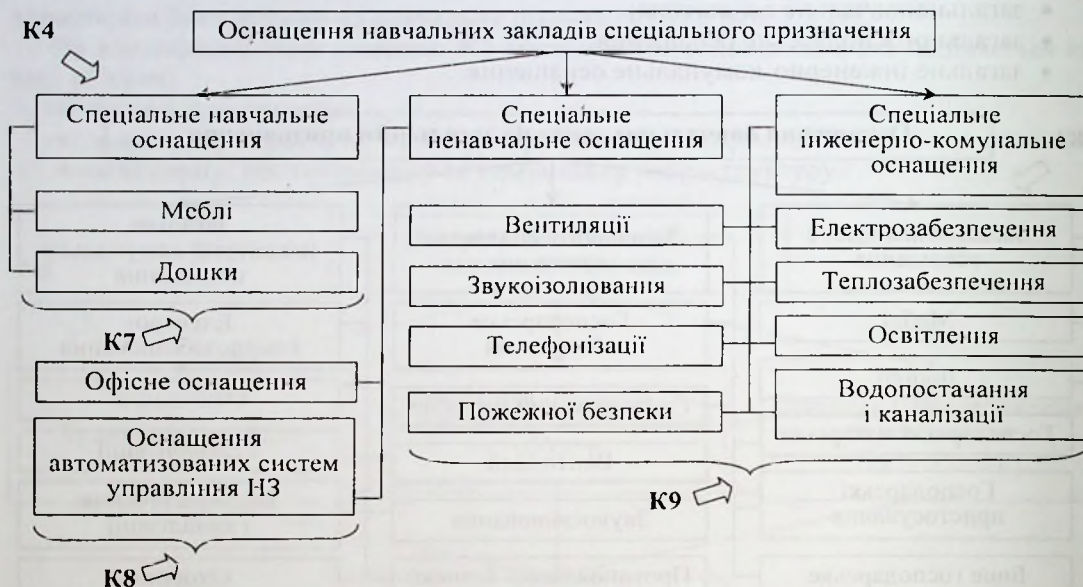


Рис. 3.5.1-3. Класифікація оснащення навчальних закладів спеціального призначення за спрямованістю використання (К3), за видами спеціального навчального оснащення (К7), за типами спеціального ненавчального оснащення (К8) та за типами спеціального інженерно-комунального оснащення (К9)

Здійснено класифікацію оснащення НЗ спеціального призначення (рис. 3.5.1-3). За спрямованістю використання оснащення НЗ спеціального призначення поділяється на такі об'єкти (К4):

- спеціальне навчальне оснащення;
- спеціальне ненавчальне оснащення;
- спеціальне інженерно-комунальне оснащення.

За видами спеціального навчального оснащення (К7) таке оснащення поділяється на такі об'єкти (рис. 3.5.1-3):

- меблі;
- дошки.

За типами спеціального ненавчального оснащення (**К8**) таке оснащення поділяється на такі об'єкти (рис. 3.5.1-3):

- офісне оснащення;
- оснащення автоматизованих систем управління НЗ.

За типами інженерно-комунального оснащення (**К9**), оснащення спеціального призначення поділяється на такі об'єкти (рис. 3.5.1-3):

- оснащення електро- і теплозабезпечення;
- оснащення освітлення;
- оснащення телефонізації;
- оснащення водопостачання і каналізації;
- оснащення вентиляції;
- оснащення звукоізолювання;
- оснащення протипожежної безпеки;
- оснащення охорони.

За спеціалізацією навчальних приміщень (**К10**) оснащення НЗ поділяється на такі об'єкти (рис. 3.5.1-4, див. с. 402):

- оснащення неспеціалізованих навчальних приміщень;
- оснащення спеціалізованих навчальних приміщень;
- оснащення спеціалізованих ненавчальних приміщень.

За видами навчальних приміщень (**К11**), у яких відповідне оснащення НЗ використовується, ці приміщення поділяються на приміщення (рис. 3.5.1-4, див. с. 402):

- звичайних навчальних класів та аудиторій;
- для навчання природничо-математичних і технологічних дисциплін;
- для навчання гуманітарних та інших предметів;
- для професійного навчання;
- офісів керівників і громадських структур НЗ.

Далі, проведемо класифікацію ЗН – оснащення НЗ, використання яких забезпечує безпосередній вплив на навчальну діяльність. Причому, цей вплив безпосередньо справляють дидактичні об'єкти, що впливають на відповідні почуттєві рецептори людини, а не ті технічні ЗН (обладнання, устаткування, прилади, приладдя тощо), на яких ці дидактичні об'єкти існують, зберігаються чи за допомогою яких вони опрацьовуються, пересилаються і/або вводяться і застосовуються в навчально-виховному процесі. Водночас, останні є матеріальною складовою навчального середовища педагогічних систем. Як і дидактичні об'єкти, вони підлягають розробленню і впровадженню в НЗ, а також виробництву (спеціальному і неспеціальному – ЗН загального виробництва). Тому класифікацію ЗН доцільно здійснити як за видами дидактичних об'єктів, так і за видами технічних ЗН – відповідних матеріальних об'єктів, що входять (можуть, повинні входити) до складу навчального середовища.

За спрямованістю застосування у загальній і/або спеціальній педагогіці (**К12**) ЗН поділяються на (рис. 3.5.1-5, див. с. 403):

- ЗН загальної педагогіки (використовуються в загальноосвітніх і звичайних професійних НЗ);
- ЗН спеціальної педагогіки (використовуються в спеціальних НЗ).

Всю множину різноманітних ЗН, які використовуються в навчально-виховному процесі, за ознакою їх дидактичного призначення (**К13**) можна поділити на такі підмножини (рис. 3.5.1-5, див. с. 403):

- засоби, для подання навчального матеріалу;

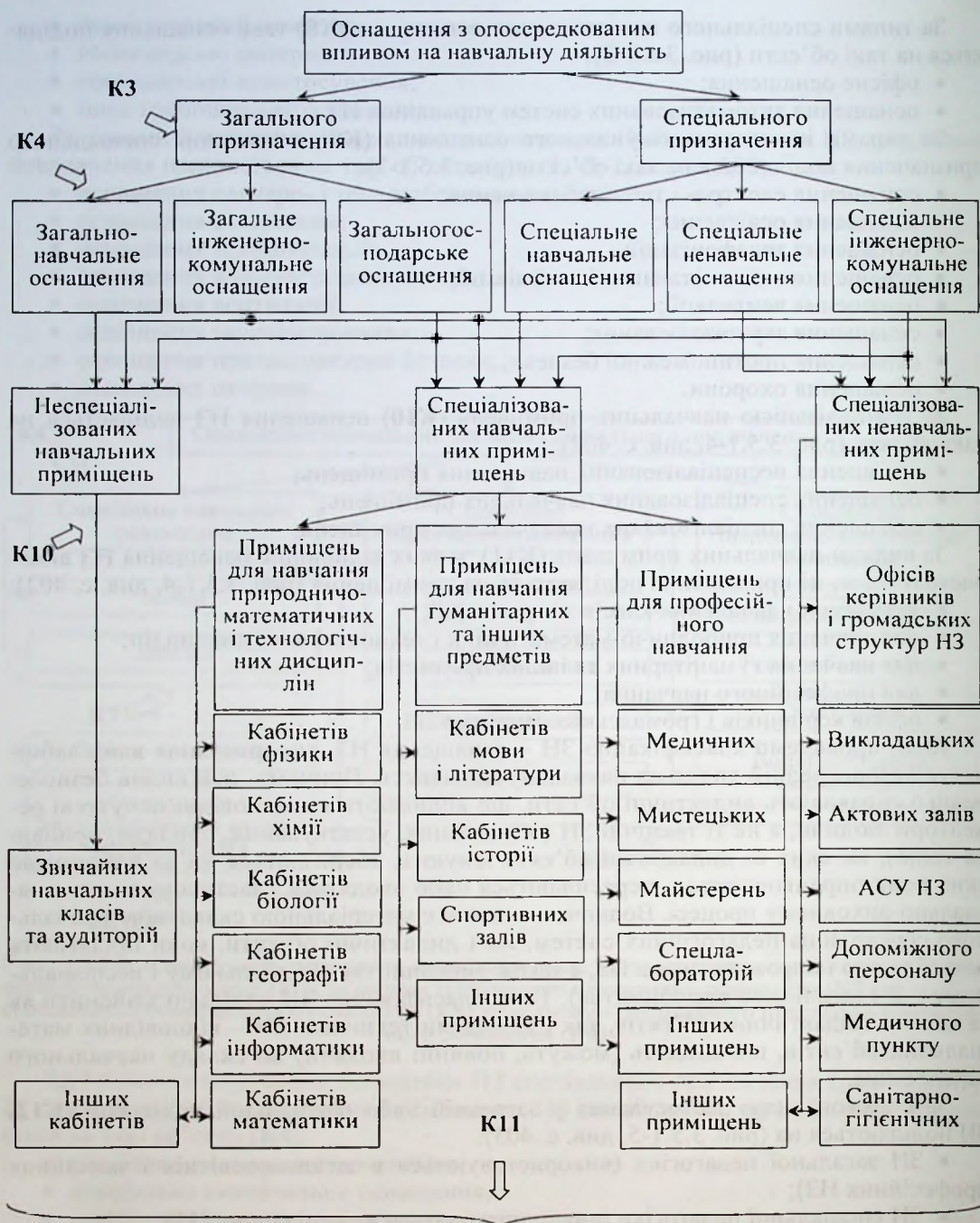


Рис. 3.5.1-4. Класифікація оснащення навчальних закладів з опосередкованим впливом на навчальну діяльність за специфікою його призначення (К3), за спрямованістю використання (К4) у відповідних за спеціалізацією навчальних приміщень (К10) та за видами навчальних приміщень (К11), у яких це оснащення використовується

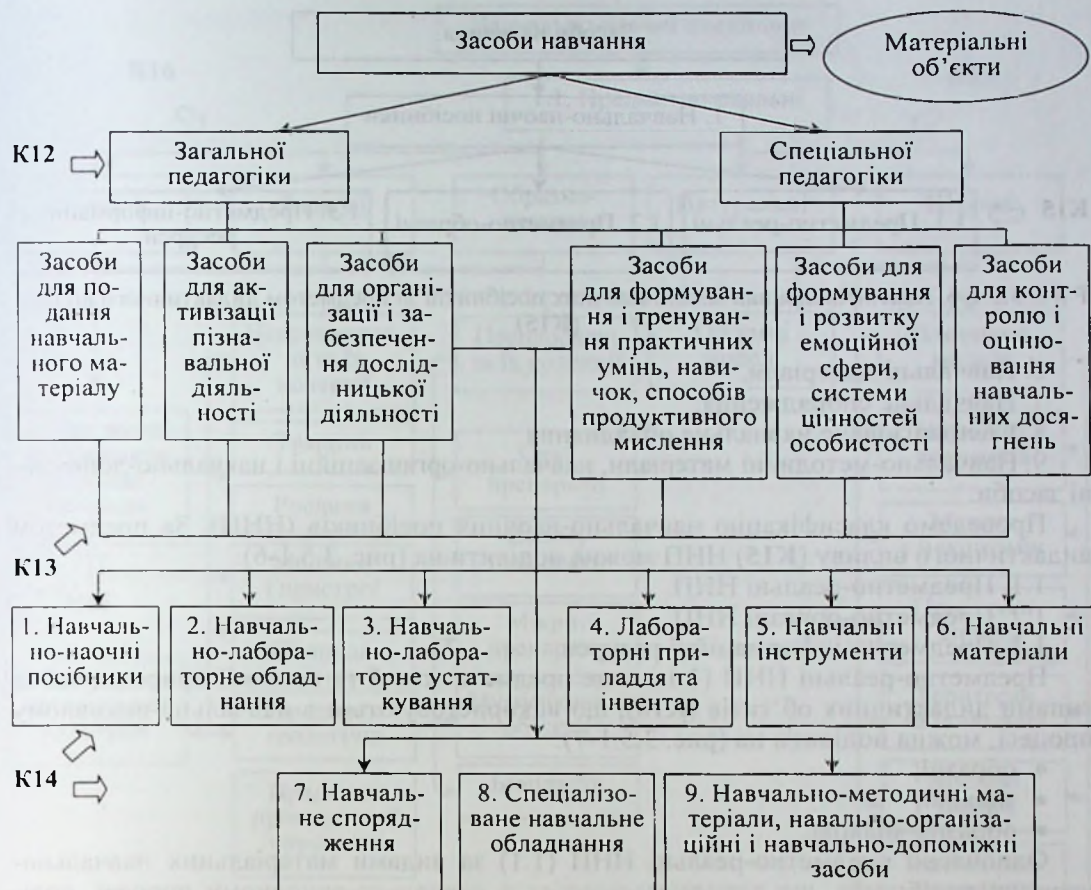


Рис. 3.5.1-5. Класифікація засобів навчання за спрямованістю застосування у загальній і/або спеціальній педагогіці (K12), за їх дидактичним призначенням (K13) та за специфікою створення і напрямками дидактичного використання в навчально-виховному процесі (K14)

- засоби, для активізації пізнавальної діяльності;
- засоби для організації і забезпечення дослідницької діяльності;
- засоби для формування і тренування практичних умінь, навичок, способів продуктивного мислення;
- засоби для формування і розвитку емоційної сфери, системи цінностей учня;
- засоби для контролю і оцінювання навчальних досягнень.

У кожну з цих підмножин входять ЗН (із всієї множини їх різноманітності), які за іншою ознакою своєї різноманітності – за специфікою створення і напрямками дидактичного використання в навчально-виховному процесі (K14) можна поєднати у такі групи (рис. 3.5.1-5):

1. Навчально-наочні посібники.
2. Навчально-лабораторне обладнання.
3. Навчально-лабораторне устаткування.
4. Навчальне приладдя.
5. Навчальні інструменти.

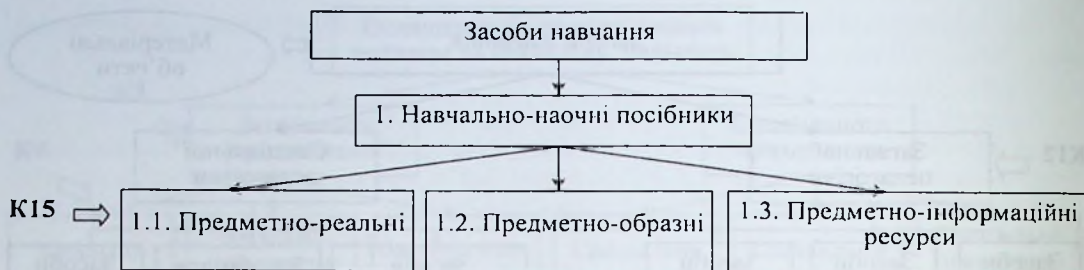


Рис. 3.5.1-6. Класифікація навчально-наочних посібників за предметом дидактичного впливу (К15)

6. Навчальні матеріали.
7. Навчальне спорядження.
8. Спеціалізоване навчальне обладнання.
9. Навчально-методичні матеріали, навчально-організаційні і навчально-допоміжні засоби.

Проведемо класифікацію навчально-наочних посібників (ННП). За предметом дидактичного впливу (К15) ННП можна поділити на (рис. 3.5.1-6):

- 1.1. Предметно-реальні ННП.
- 1.2. Предметно-образні ННП.
- 1.3. Предметно-інформаційні ресурси.

Предметно-реальні ННП (1.1.) – це предмети живої та неживої природи, які за типами дидактичних об'єктів (К16), що використовуються в навчально-виховному процесі, можна поділити на (рис. 3.5.1-7):

- образні;
- знакові;
- образно-знакові.

Одночасно предметно-реальні ННП (1.1) за видами матеріальних навчально-наочних посібників, що використовуються в навчально-виховному процесі, поділяються (К17) на натуральні і штучні предметно-реальні ННП.

Серед натуральних предметно-реальних ННП можна виділити (К17):

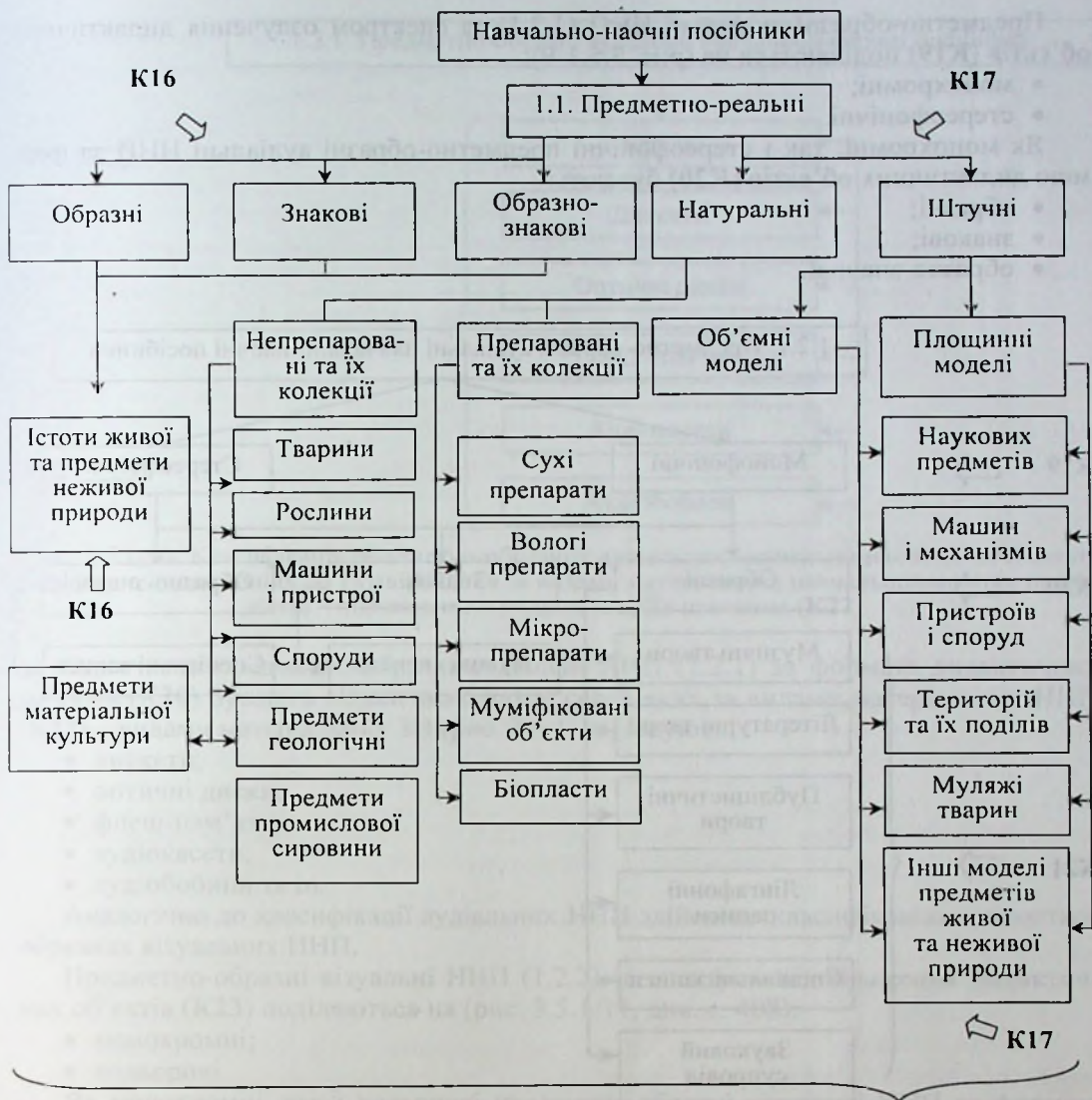
- непрепаровані ННП та їх колекції (тварини, рослини, машини і пристрої, споруди, предмети геологічні, предмети промислової сировини та ін.);
- препаровані ННП та їх колекції (сухі та вологі препарати, мікропрепарати, муміфіковані об'єкти, біопласти та ін.).

Серед штучних предметно-реальних ННП можна виділити (К17) об'ємні і площинні моделі (наукових предметів, машин і механізмів, пристроїв, споруд, територій та їх поділів, муляжі тварин, інші моделі істот живої та предметів неживої природи).

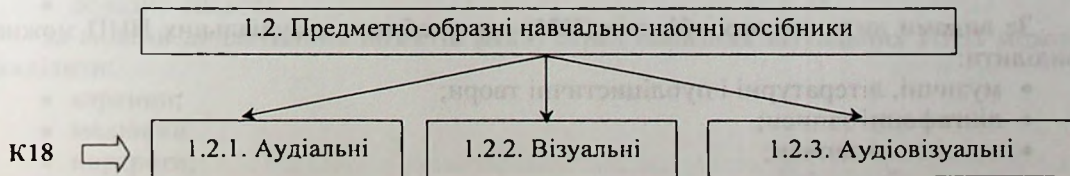
Предметно-реальні ННП (1.2) за характером формування дидактичних об'єктів і способом сприйняття їх людиною (К18) можна поділити на (рис. 3.5.1-8):

- 1.2.1. Аудіальні.
- 1.2.2. Візуальні.
- 1.2.3. Аудіовізуальні.

Аудіальні, візуальні та аудіовізуальні засоби навчання в [161, 33 с.] визначаються як дидактичні слухові, зорові та слухо-зорові дидактичні засоби, які застосовуються в навчанні і використанні яких дає можливість унаочнити реальні предмети, явища та їх модельні відображення (наприклад, схеми, карти).



Р и с. 3.5.1-7. Класифікація предметно-реальних навчально-наочних посібників за видами дидактичних об'єктів (К16) та за видами матеріальних навчально-наочних посібників (К17)



Р и с. 3.5.1-8. Класифікація предметно-образних навчально-наочних посібників за характером формування дидактичних об'єктів і способом сприйняття їх людиною (К18)

Предметно-образні аудіальні ННП (1.2.1) за спектром озвучення дидактичних об'єктів (К19) поділяються на (рис. 3.5.1-9):

- монохромні;
- стереофонічні.

Як монохромні, так і стереофонічні предметно-образні аудіальні ННП за формою дидактичних об'єктів (К20) бувають:

- образні;
- знакові;
- образно-знакові.

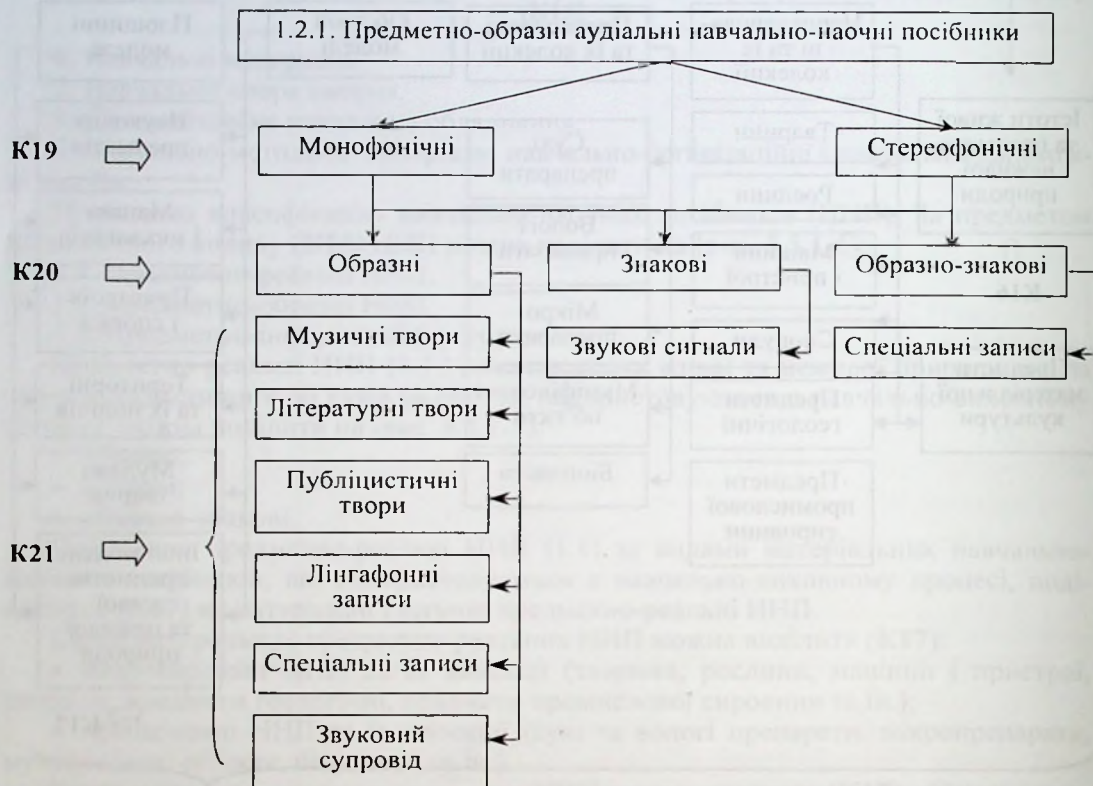


Рис. 3.5.1-9. Класифікація предметно-образних аудіальних навчально-наочних посібників за спектром озвучення дидактичних об'єктів (К19), за формою дидактичних об'єктів (К20) та за видами дидактичних об'єктів (К21)

За видами дидактичних об'єктів (К21) серед образних аудіальних ННП можна виділити:

- музичні, літературні і публіцистичні твори;
- лінгафонні записи;
- спеціальні записи;
- звуковий супровід.

За тією ж класифікаційною ознакою (К21) серед знакових аудіальних ННП можна виділити звукові сигнали, а серед образно-знакових – спеціальні записи.

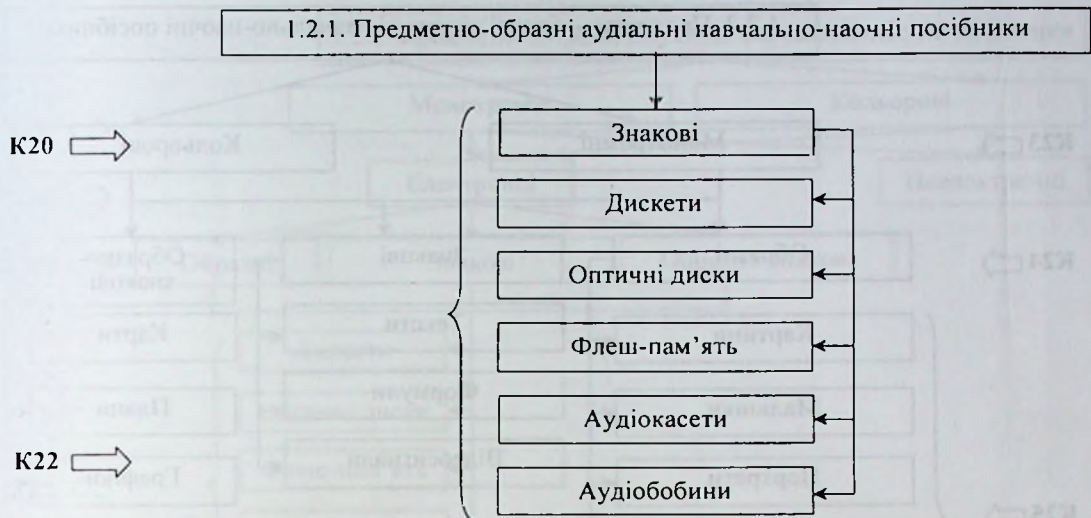


Рис. 3.5.1-10. Класифікація предметно-образних аудіальних навчально-наочних посібників за формою дидактичних об'єктів (**K20**) та за видами матеріальних навчально-наочних посібників – відповідними видами засобів навчання (**K22**)

Одночасно предметно-образні аудіальні ННП (1.2.1) за формою дидактичних об'єктів (**K20**) бувають тільки знаковими, серед яких за видами матеріальних ННП (**K22**) – видами матеріальних ЗН (рис. 3.5.1-10) існують:

- дискети;
- оптичні диски;
- флеш-пам'ять;
- аудіокасети;
- аудіобобини та ін.

Аналогічно до класифікації аудіальних ННП здійснімо класифікацію предметно-образних візуальних ННП.

Предметно-образні візуальні ННП (1.2.2) за спектром відображення дидактичних об'єктів (**K23**) поділяються на (рис. 3.5.1-11, див. с. 408):

- монохромні;
- кольорові.

Як монохромні, так і кольорові предметно-образні візуальні ННП за формою дидактичних об'єктів (**K24**) бувають:

- образні;
- знакові;
- образно-знакові.

За видами дидактичних об'єктів (**K25**) серед образних візуальних ННП можна виділити:

- картини;
- малюнки;
- портрети;
- фотозображення;
- анімації;
- зображення предметів.

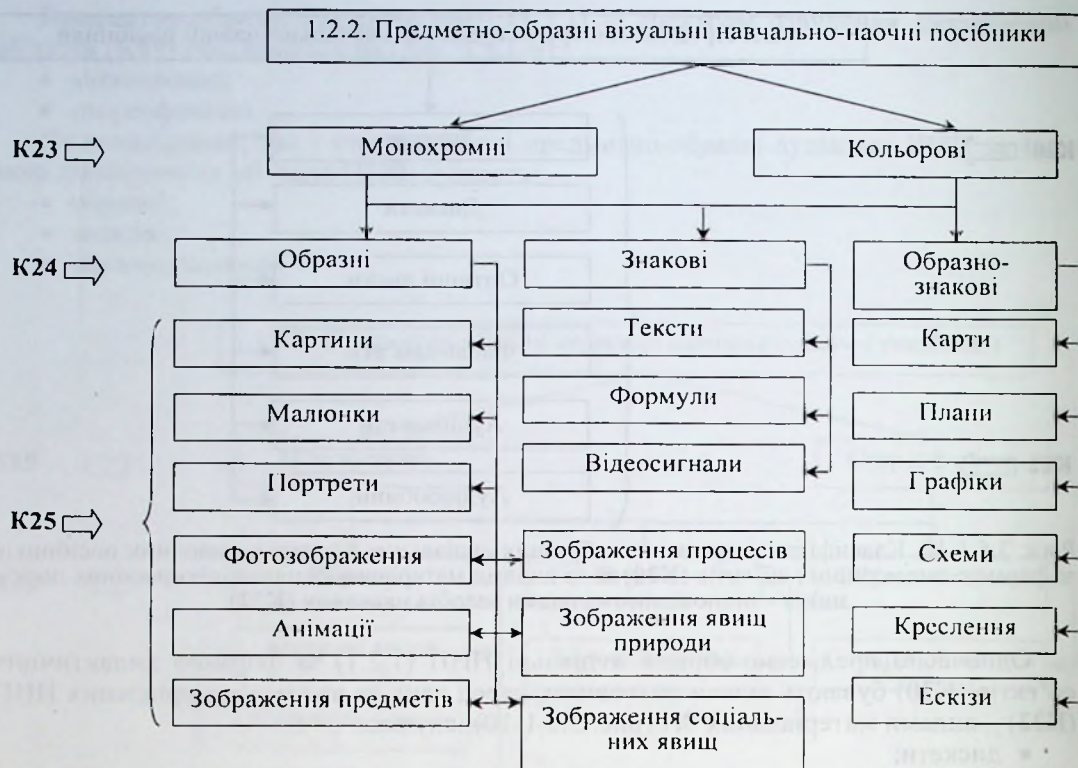


Рис. 3.5.1-11. Класифікація предметно-образних візуальних навчально-наочних посібників за спектром відображення дидактичних об'єктів (К23), за формою дидактичних об'єктів (К24) та за видами дидактичних об'єктів (К25)

За тією ж класифікаційною ознакою (К25) серед знакових візуальних ННП можна виділити:

- тексти;
- формули;
- відеосигнали;
- зображення процесів;
- зображення явищ природи;
- зображення соціальних явищ.

За тією ж класифікаційною ознакою (К25) серед образно-знакових візуальних ННП можна виділити:

- карти;
- плани;
- графіки;
- схеми;
- креслення;
- ескізи.

За способом фіксації повідомлень (за типом носія повідомлень, формою існування ННП) як монохромні, так і кольорові образні, знакові та образно-знакові візуальні ННП бувають електронними і неелектронними (К26) (рис. 3.5.1-12).

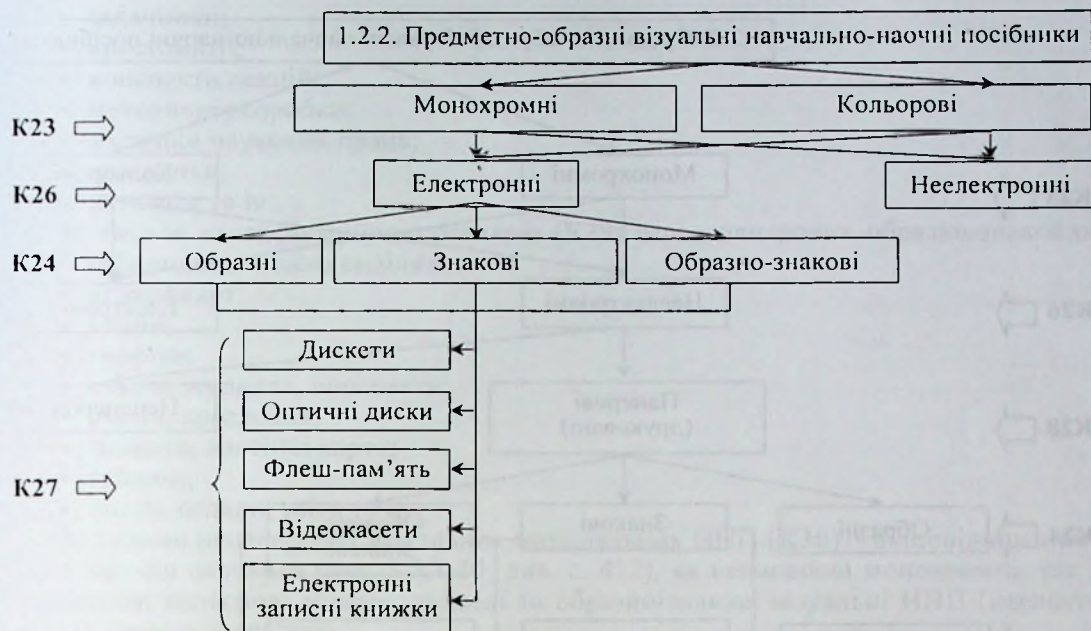


Рис. 3.5.1-12. Класифікація предметно-образних візуальних навчально-наочних посібників за спектром відображення дидактичних об'єктів (K23), за способом фіксації повідомлень (за типом носія повідомлень, формою існування навчально-наочних посібників) (K26), за формою дидактичних об'єктів (K24) та за видами електронних матеріальних навчально-наочних посібників – відповідними видами засобів навчання (K27)

За видами матеріальних ННП (K27) – відповідними видами ЗН (рис. 3.5.1-12), як електронні монохромні, так і електронні кольорові образні, знакові та образно-знакові візуальні ННП існують у вигляді:

- дискет;
- оптичних дисків;
- флеш-пам'яті;
- відеокасет;
- електронних записних книжок та ін.

За формою існування (зберігання) неелектронних ННП образні, знакові та образно-знакові візуальні ННП існують (K28) у паперовій (друкованій) і непаперовій формах (рис. 3.5.1-13, див. с. 410).

Серед паперових образних ННП за їх видами (K29) можна виділити:

- картини, малюнки;
- портрети;
- голограми;
- аплікації;
- плакати;
- фотографії та ін.

За тією ж класифікаційною ознакою (K29) серед паперових знакових ННП за їх видами можна виділити:

- підручники;
- посібники;

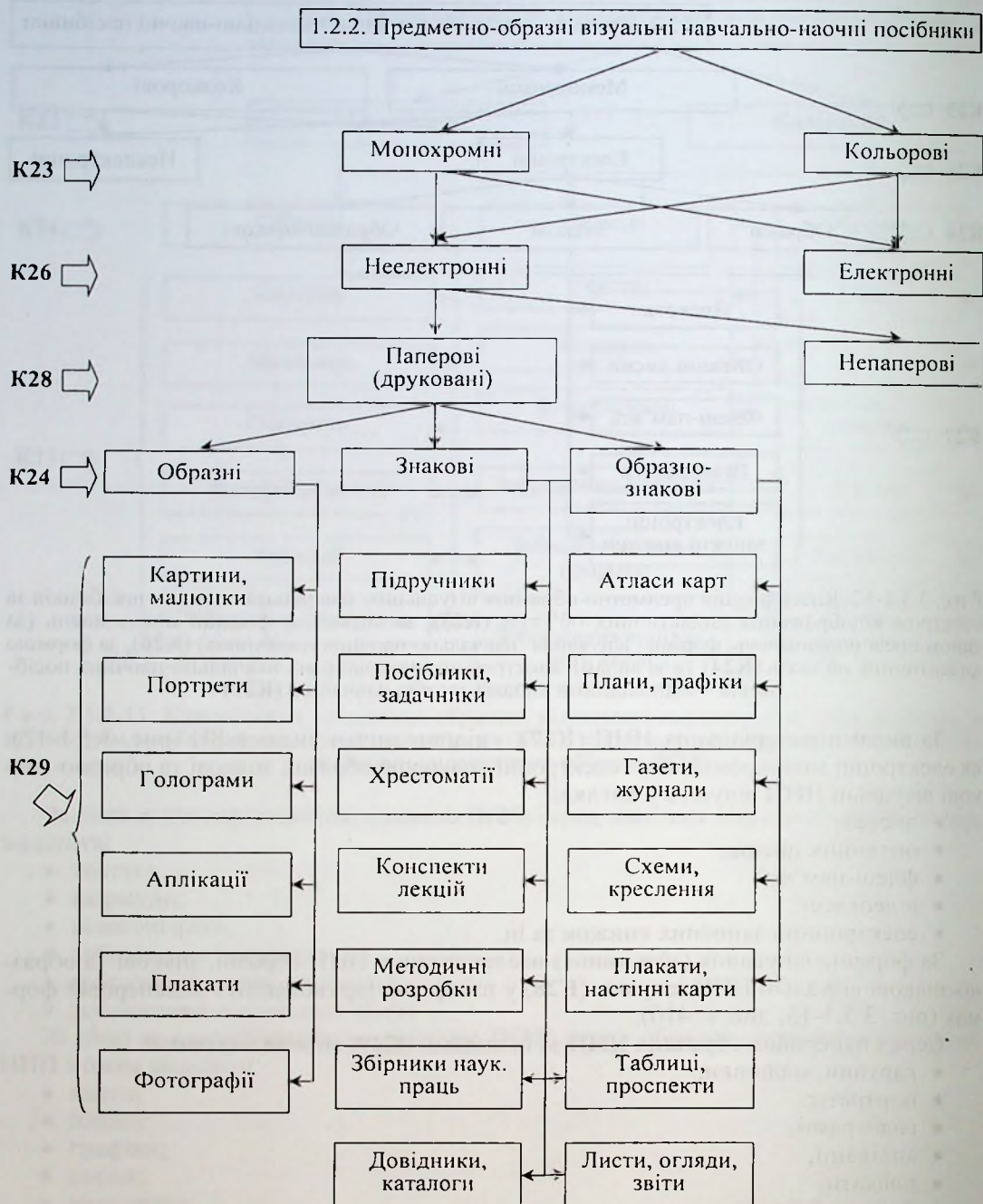


Рис. 3.5.1-13. Класифікація предметно-образних візуальних навчально-наочних посібників за спектром відображення дидактичних об'єктів (К23), за способом фіксації повідомлень (за типом носія повідомлень, формою існування навчально-наочних посібників) (К26), за типом носіїв даних (К28), за формою дидактичних об'єктів (К24) та за видами паперових матеріальних візуальних навчально-наочних посібників – відповідними видами засобів навчання (К29)

- задачники;
- хрестоматії;
- конспекти лекцій;
- методичні розробки;
- збірники наукових праць;
- довідники;
- каталоги та ін.

За тією ж класифікаційною ознакою (**К29**) серед паперових образно-знакових ННП за їх видами можна виділити:

- атласи карт;
- плани;
- графіки;
- газети, журнали, проспекти;
- схеми, креслення;
- плакати, настінні карти;
- таблиці;
- листи, огляди, звіти та ін.

За видами непаперових візуальних матеріальних ННП (**К30**) – відповідними видами засобів навчання (рис. 3.5.1-14, див. с. 412), як непаперові монохромні, так і непаперові кольорові образні, знакові та образно-знакові візуальні ННП (неелектронні) існують у вигляді:

- транспарантів, фолі;
- діафільмів;
- діапозитивів;
- кінострічок;
- мультфільмів на стрічках та ін.

Аналогічно до класифікації візуальним ННП здійснено класифікацію предметно-образних аудіовізуальних ННП, які бувають тільки електронними.

Предметно-образні аудіовізуальні ННП (1.2.3) за спектром озвучення і відображення дидактичних об'єктів (**К19**) поділяються на (рис. 3.5.1-15, див. с. 412):

- монофонічні;
- стереофонічні;

а за відображенням дидактичних об'єктів (**К23**) поділяються на (рис. 3.5.1-15, див. с. 412):

- монохромні;
- кольорові.

Всі типи предметно-образних аудіовізуальних ННП (монофонічні, стереофонічні, монохромні та кольорові) за формою дидактичних об'єктів (**К24**) бувають:

- образні;
- знакові;
- образно-знакові.

За видами дидактичних об'єктів (**К31**) серед образних аудіовізуальних ННП можна виділити:

- кінозображення;
- озвучені анімації;
- озвучені відеорепортажі;
- озвучені відеоз'йомки;
- спеціальні озвучені відеозаписи.

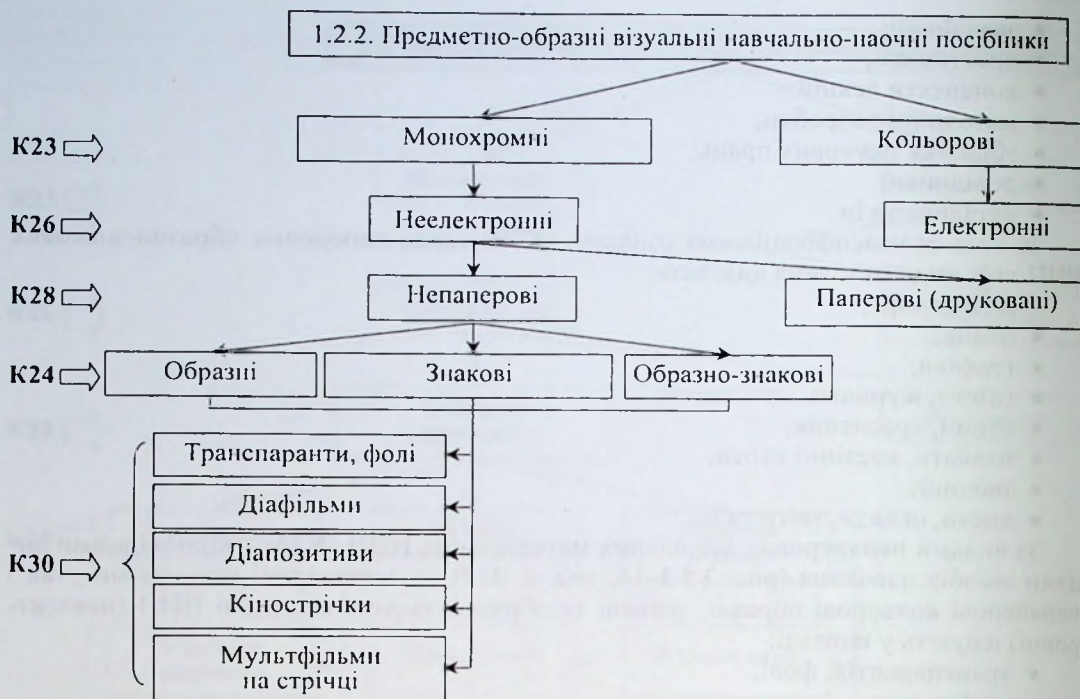


Рис. 3.5.1-14. Класифікація предметно-образних візуальних навчально-наочних посібників за спектром відображення дидактичних об'єктів (К23), за способом фіксації повідомлень (за типом носія повідомлень, формою існування навчально-наочних посібників) (К26), за типом носіїв даних (К28), за формою дидактичних об'єктів (К24) та за видами непаперових візуальних матеріальних навчально-наочних посібників (К30) – відповідними видами засобів навчання

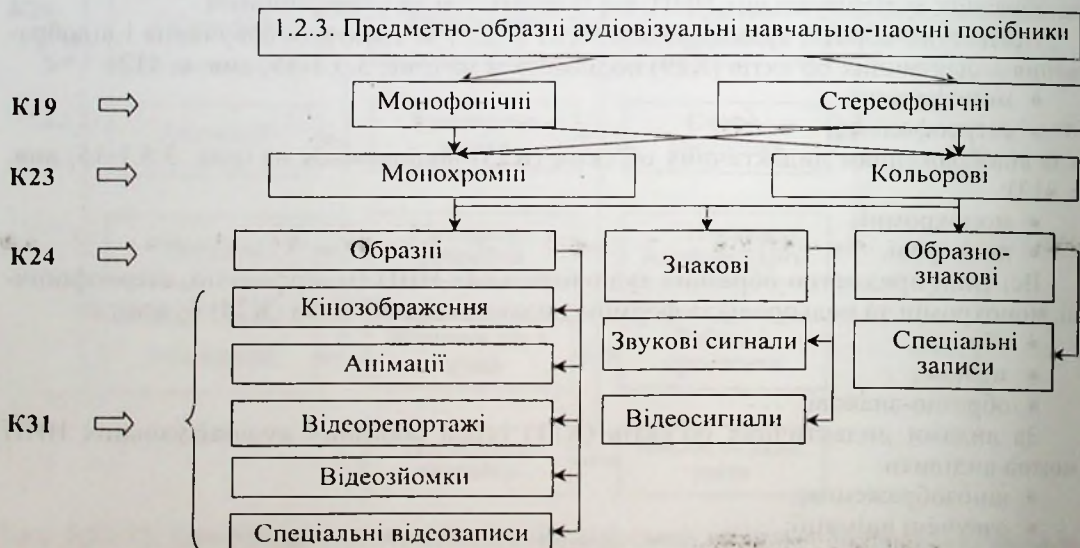


Рис. 3.5.1-15. Класифікація предметно-образних аудіовізуальних навчально-наочних посібників за спектром озвучення (К19) та спектром відображення (К23) дидактичних об'єктів, за формою дидактичних об'єктів (К24) та за видами дидактичних об'єктів (К31)

За тією ж класифікаційною ознакою (**К31**) серед знакових аудіовізуальних ННП можна виділити:

- звукові сигнали;
- відеосигнали;

а серед образно-знакових аудіовізуальних ННП за тією ж класифікаційною ознакою (**К31**) можна виділити спеціальні аудіовізуальні записи.

За способом фіксації повідомлень (за типом носія повідомлень, формою існування ННП) як монохромні, так і кольорові предметно-образні аудіовізуальні ННП бувають електронними і неелектронними (**К26**) (рис. 3.5.1-16).

У свою чергу, як електронні, так і неелектронні предметно-образні аудіовізуальні ННП можуть бути (**К24**):

- образні;
- знакові;
- образно-знакові.

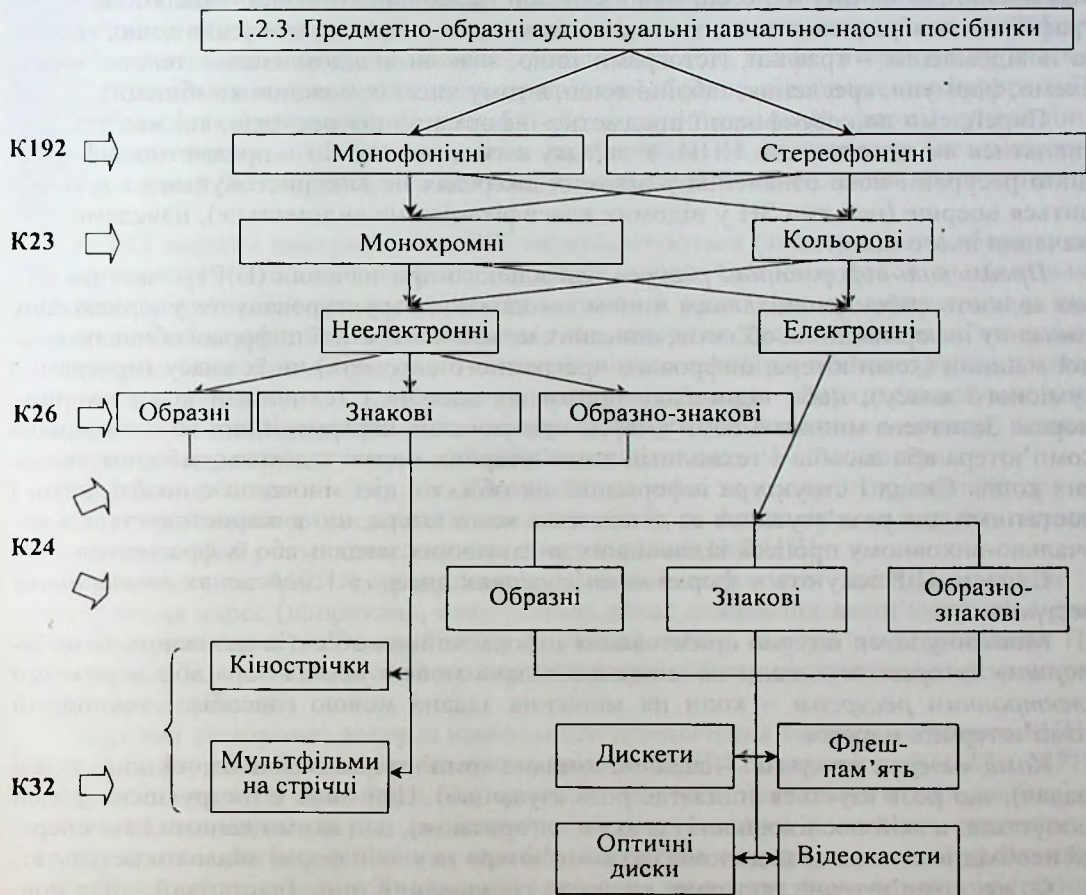


Рис. 3.5.1-16. Класифікація предметно-образних аудіовізуальних навчально-наочних посібників за спектром озвучення (**К19**) та спектром відображення (**К23**) дидактичних об'єктів, за способом фіксації повідомлень (за типом носія повідомлень, формою існування навчально-наочних посібників) (**К26**), за формою дидактичних об'єктів (**К24**) та за видами матеріальних навчально-наочних посібників – відповідними видами засобів навчання (**К32**)

Серед електронних предметно-образних аудіовізуальних ННП за видами аудіовізуальних матеріальних ННП – за відповідними видами ЗН (К32) можна виділити:

- відеокасети;
- дискети;
- оптичні диски;
- флеш-пам'ять;

а серед неелектронних предметно-образних аудіовізуальних ННП за тією ж класифікаційною ознакою (К32) можна виділити:

- кінострічки;
- мультфільми на стрічці.

Зазначимо, що при здійсненні навчально-виховного процесу предметно-образні непаперові ННП (ті, що існують, зберігаються на фотослайдах, діапозитивах, фолі, аудіо, відеоносіях повідомлень) потребують спеціального обладнання, за допомогою якого забезпечується відображення і/або озвучення статичних і/або динамічних повідомлень, що на них нанесені і/або записані (відеоповідомлення – малюнки, фотографії, відеозображення тощо, звукові повідомлення – музика, мовлення тощо, графічні повідомлення – графіки, гістограми тощо, знакові повідомлення – тексти, карти, схеми, формули, креслення, таблиці тощо, в тому числі їх можливі комбінації).

Перейдемо до класифікації предметно-інформаційних ресурсів, які можуть розглядатися як один з типів ННП. У зв'язку з тим, що термін – предметно-інформаційні ресурси і його означення у відомих джерелах не використовується і тут вводиться вперше (цей тип ЗН у відомих класифікаціях не виділяється), наведемо тлумачення цього поняття.

Предметно-інформаційні ресурси навчального призначення (ПІР) – частина ЗН, що являють собою спеціальним чином закодовану, структуровану та упорядковану множину інформаційних об'єктів, описаних мовою конкретної цифрової обчислювальної машини (комп'ютера, цифрового програмного автомата) чи їх класу (програмно сумісного класу), і/або відповідає протоколу засобів і технологій комп'ютерних мереж. Зазначена множина комп'ютерно орієнтованих інформаційних об'єктів мовою комп'ютера або засобів і технологій комп'ютерних мереж є деяким набором числових кодів. Склад і структура інформаційних об'єктів цієї множини є необхідними і достатніми для розв'язування за допомогою комп'ютера, що використовується в навчально-виховному процесі, відповідних дидактичних завдань або їх фрагментів.

Сучасні ПІР існують у формі *комп'ютерних програм* і *мережних електронних ресурсів*.

Множину комп'ютерно орієнтованих інформаційних об'єктів називають *комп'ютерною програмою* – коли ця множина задана мовою комп'ютера або *мережним електронним ресурсом* – коли ця множина задана мовою «засобів і технологій комп'ютерних мереж».

Комп'ютерна програма – заданий «мовою комп'ютера» закодований опис задачі (задач), що розв'язується (підлягає розв'язуванню). Цей опис є інструкцією, у якій вказується, в якій послідовності (за яким алгоритмом), над якими даними і які операції необхідно виконати за допомогою комп'ютера та у якій формі видавати результат.

Отже, комп'ютерна програма включає закодований опис (частковий – для повністтю невизначених задач або повний) формувальної частини навчальної задачі (див. розділ 2.1):

- даних (значення, склад і структура) та їх сукупностей (баз даних), у тому числі всі або деякі параметри задачі (задач), які підлягають введенню, телекомуніка-

ційному отриманню і/або передаванню, опрацюванню, зберіганню і/або відображенню (числа, тексти, таблиці, графіка, звук, фото, відео тощо);

- способів (алгоритмів) розв'язування задачі (задач деякого класу);

а також спеціальних додаткових даних:

- адрес мережних електронних ресурсів;

• типу пристрою (пристроїв), з якого (яких) можуть вводитися (отримуватися) і на який (які) повинен (може) видаватися (передаватися) результат (результати) розв'язування задачі.

Комп'ютерну програму, яка використовується разом з комп'ютером для розв'язування певного дидактичного завдання або його фрагмента, називають *комп'ютерною програмою навчального призначення* (КПНП).

Використання КПНП, як ЗН, відповідно до цілей дидактичних завдань і за допомогою спеціального (базового) програмного (операційних систем комп'ютера, пакетів прикладних програм, програм управління зовнішніми пристроями тощо) та апаратного забезпечення комп'ютера дозволяє здійснити: збереження інформаційних об'єктів, їх реорганізацію, опрацювання, комунікацію, гнучке та адаптивне формування статичних та динамічних дидактичних об'єктів, інтерактивну взаємодію учасників навчального процесу, предметно-образне відображення інформаційних об'єктів (в аудіальній, візуальній або в аудіовізуальній формі), управління зовнішніми типовими і спеціальними пристроями та приладами (комп'ютерно орієнтованими ЗН), що входять до складу лабораторних комплектів або комплексів тощо.

КПНП завдяки використанню ІКТ матеріалізуються (записуються і зберігаються) на електронних носіях даних. Як об'єкти, що застосовуються в навчально-виховному процесі, вони вводяться та існують в навчальному середовищі у виді локальних електронних носіїв даних (дискет, лазерних дисків, флеш-пам'яті тощо).

Мережні електронні ресурси – заданий мовою засобів і технологій комп'ютерних мереж (локальних і глобальних) закодований опис упорядкованої множини електронних об'єктів, що існують і зберігаються у комп'ютерних мережах, а також електронної адреси доступу до цієї множини за допомогою комп'ютера.

Мережні електронні ресурси, використання яких за допомогою комп'ютера забезпечує виконання дидактичного завдання або його фрагмента, називають *мережним електронним ресурсом навчального призначення* (МРНП).

Посилання на МРНП вводяться в навчально-методичні матеріали у виді їх електронних адрес (наприклад, електронних адрес локальних комп'ютерних мереж і/або Інтернет-адрес), за якими може бути здійснений доступ до відповідних ПІР (наприклад, до тих, що існують екстериторіально, тобто у відкритому електронному освітньому просторі).

Мережні електронні ресурси навчального призначення можуть включати КПНП. У свою чергу, КПНП можуть включати адреси МРНП. Сукупність КПНП і МРНП утворює *електронні предметно-інформаційні ресурси* навчального середовища сучасних педагогічних систем, які існують (зберігаються) на локальних електронних носіях даних і/або на відповідних засобах відкритого електронного освітнього простору. Педагогічні технології спільного застосування в навчально-виховному процесі КПНП і МРНП передбачаються відповідними методиками навчання.

Отже, при здійсненні навчально-виховного процесу ПІР (що існують, зберігаються на електронних носіїв даних або у комп'ютерних мережах), так само, як і предметно-образні навчальні посібники, потребують спеціальних апаратних засобів

ІКТ (комп'ютери, зовнішні пристрої, мережні засоби, навчальні комп'ютерні комплекси тощо), наявність яких забезпечує використання електронних носіїв даних та засобів комп'ютерних мереж.

Для підвищення дидактичної ефективності застосування ПІР ці ЗН застосовуються в навчально-виховному процесі спільно з іншими навчально-методичними матеріалами (наприклад, методичними рекомендаціями для вчителів, учнів), утворюючи комп'ютерно орієнтовані *програмно-методичні комплекси*. Педагогічні технології такого спільного застосування передбачаються відповідними методиками навчання.

Модель предметно-інформаційного підсередовища у структурі навчального середовища Єдиного інформаційного освітнього простору наведена на рис. 3.5.1-17. Тут навчальне середовище закладу включає предметно-інформаційне та суб'єктне підсередовища. Суб'єктне підсередовище навчального середовища закладу утворюють люди, які є безпосередніми учасниками навчально-виховного процесу (учні, викладачі), а також ті, які забезпечують його успішне здійснення (методисти, працівники, керівники навчального закладу та ін.). Іншими словами, при здійсненні навчально-виховного процесу предметно-інформаційне підсередовище навчального закладу завдяки комп'ютеру використовується складовими суб'єктного підсередовища.

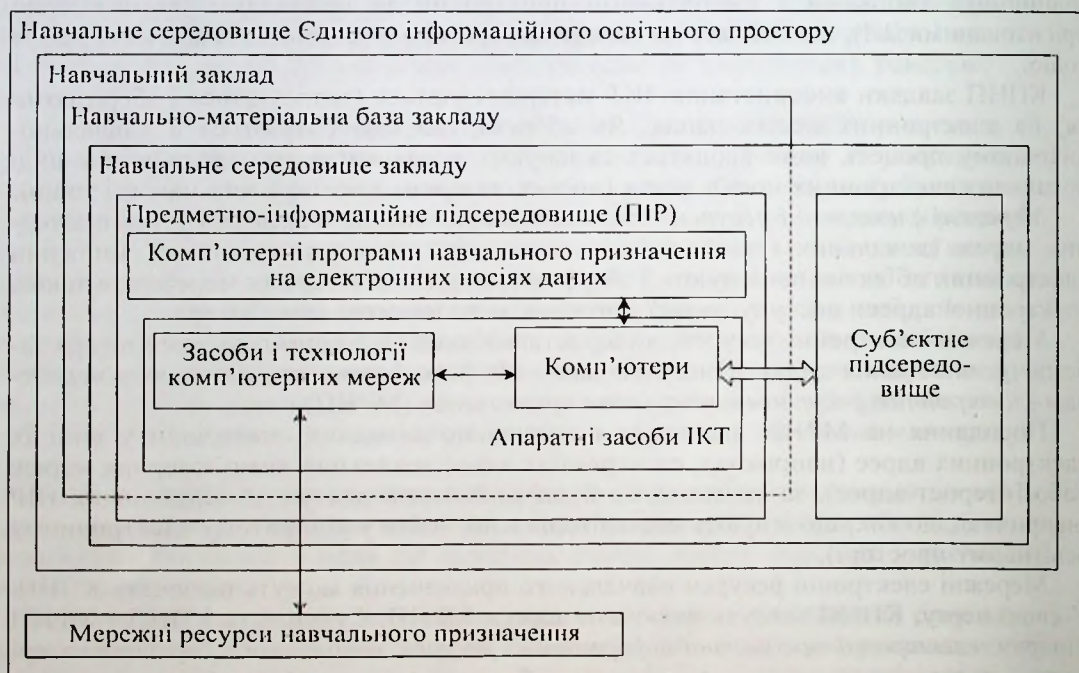


Рис. 3.5.1-17. Модель предметно-інформаційного підсередовища у структурі навчального середовища Єдиного інформаційного освітнього простору

Предметно-інформаційне підсередовище навчального середовища закладу включає предметно-інформаційні ресурси, що розміщені на електронних носіях даних та засоби для забезпечення використання цих ресурсів. Тобто, предметно-інформа-

ційне підсередовище являє собою систему інформаційних і матеріальних об'єктів, яку утворюють:

- комп'ютерні програми навчального призначення (педагогічні програмні засоби) на електронних носіях даних;
- апаратні засоби ІКТ.

У свою чергу, апаратні засоби ІКТ включають:

- комп'ютери та інші пристрої (проектори, принтери, електронні дошки та ін.);
- засоби і технології комп'ютерних мереж.

Електронні носії даних та апаратні засоби ІКТ входять до складу навчально-матеріальної бази навчального закладу.

Мережні електронні ресурси навчального призначення входять до складу Єдиного інформаційного освітнього простору і використовуються в навчальному середовищі закладу за допомогою програмно-апаратних засобів ІКТ (що належать як навчальному закладу – комп'ютери, так і Єдиному інформаційному освітньому простору – інформаційні ресурси комп'ютерних мереж).

Отже, проведемо класифікацію ПІР (рис. 3.5.1-18) як одного з типів ННП (ННП типу 1.3, рис. 3.5.1-6, див. с. 404).



Рис. 3.5.1-18. Класифікація предметно-інформаційних ресурсів за мережною орієнтацією (K33), за спрямованістю застосування (K34), за класами предметно-інформаційних об'єктів (K35) та за типами предметно-інформаційних об'єктів (K36)

За мережною орієнтацією ПІР поділяються (К33) на:

- немережні (локальні) електронні ресурси;
- мережні електронні ресурси.

За спрямованістю застосування як мережні, так і немережеві ПІР включають (К34):

- ПІР загального застосування;
- ПІР прикладного (спеціального) застосування.

Програмно-інформаційні ресурси загального застосування включають (К35):

- операційні системи (стандартні і спеціальні – К36);
- програмні засоби, призначені для розширення складу функцій операційних систем.

У свою чергу, операційні системи за типами предметно-інформаційних об'єктів (К36) бувають:

- стандартними;
- спеціальними.

За тією ж класифікаційною ознакою (К36) програмні засоби, призначені для розширення складу функцій операційних систем, включають:

- системи управління базами даних;
- програми для управління локальними мережами;
- програми для управління комунікаціями в глобальних мережах;
- інформаційно-пошукові системи (у тому числі автоматизовані бібліотечні системи);
- сервісні засоби.

Програмно-інформаційні ресурси прикладного (спеціального) застосування поділяються (К35) на:

- комп'ютерні програми навчального призначення;
- програми для управління комп'ютерно орієнтованими засобами навчання (стандартні і спеціальні – К36);
- пакети прикладних програм (ППП) математичних методів розв'язування і аналізу типових навчальних задач (стандартні і спеціальні – К36).

Комп'ютерні програми навчального призначення (КПНП) включають описи (К36):

- алгоритмів розв'язування навчальних задач;
- даних (баз даних);
- зовнішніх пристроїв (у тому числі ЗН), що застосовуються (планується застосувати);
- адрес локальних і мережних електронних ресурсів, що використовуються (планується використовувати).

Предметно-інформаційні ресурси за видами носіїв предметно-інформаційних об'єктів (К37) – відповідними видами засобів навчання існують у виді (рис. 3.5.1-19):

- відеокасет;
- дискет;
- оптичних дисків;
- флеш-пам'яті.

Проведемо класифікацію навчально-лабораторного обладнання (ЗН типу 2, рис. 3.5.1-5, див. с. 403).

За спрямованістю створення і виробництва (К38) навчально-лабораторне обладнання поділяється на обладнання (рис. 3.5.1-20):

- загального виробництва;
- спеціального виробництва.

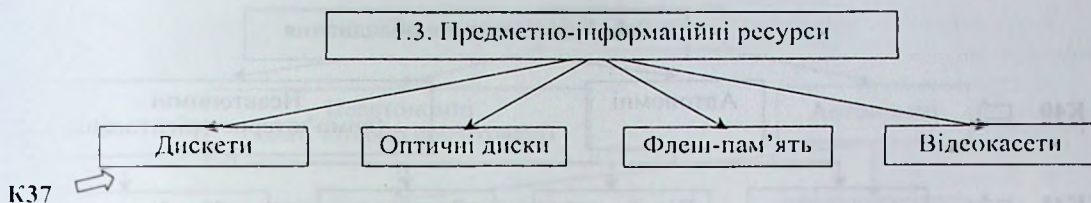


Рис. 3.5.1-19. Класифікація предметно-інформаційних ресурсів за видами носіїв предметно-інформаційних об'єктів (К37) – відповідними видами засобів навчання

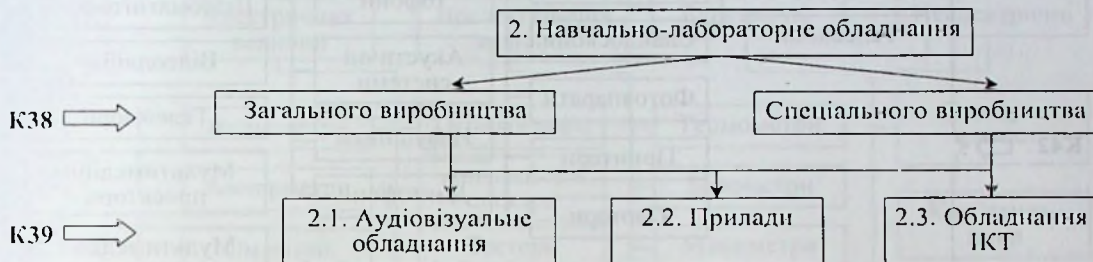


Рис. 3.5.1-20. Класифікація навчально-лабораторного обладнання за спрямованістю створення і виробництва (К38) та за типами (К39)

Навчально-лабораторне обладнання як загального, так і спеціального виробництва за типами поділяється на (К39):

2.1. Аудіовізуальне обладнання.

2.2. Прилади.

2.3. Обладнання, орієнтоване на використання інформаційно-комунікаційних технологій (обладнання ІКТ).

Аудіовізуальне навчально-лабораторне обладнання (рис. 3.5.1-21, див. с. 420) за автономністю функціонування – комп'ютерно орієнтованою спрямованістю, буває (К40):

- автономним;
- неавтономним (комп'ютерно орієнтованим).

Як автономне, так і неавтономне (комп'ютерно орієнтоване) аудіовізуальне навчально-лабораторне обладнання за напрямом навчального використання поділяється (К41) на обладнання:

- спостереження;
- відображення і запису;
- озвучення і запису;
- комбіноване.

Аудіовізуальне обладнання спостереження включає такі засоби (К42):

- мікроскопи;
- телескопи.

Аудіовізуальне обладнання відображення і запису включає такі засоби (К42):

- кодоскопи;
- слайдоскопи;
- фотоапарати;
- принтери;
- плотери та ін.

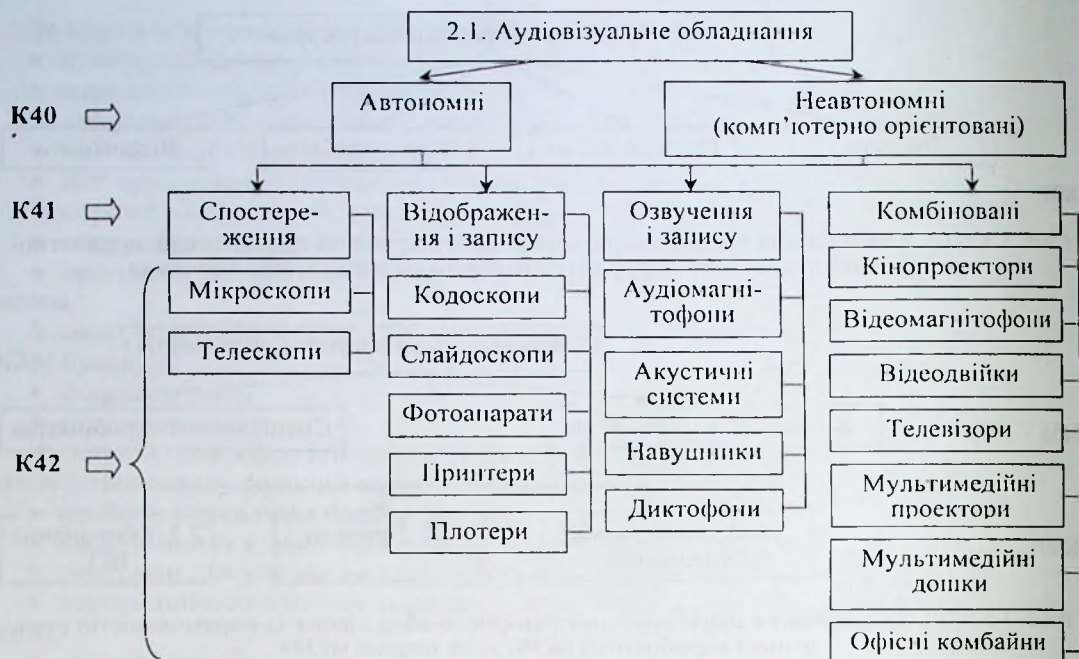


Рис. 3.5.1-21. Класифікація аудіовізуального навчально-лабораторного обладнання за автономністю функціонування – комп'ютерно орієнтованою спрямованістю (К40), за напрямом навчального використання (К41) та за видами (К42) – відповідними видами засобів навчання

Аудіовізуальне обладнання озвучення і запису включає такі засоби (К42):

- аудіомагнітофони;
- акустичні системи;
- навушники;
- диктофони та ін.

Комбіноване аудіовізуальне обладнання включає (К42):

- кінопроектори;
- відеомагнітофони;
- відеодвійки;
- телевізори;
- мультимедійні проектори;
- мультимедійні дошки;
- офісні комбайни та ін.

Проведемо класифікацію приладів (навчально-лабораторного обладнання типу 2.2, рис. 3.5.1-22).

За автономністю функціонування – комп'ютерно орієнтованою спрямованістю (К43) прилади бувають:

- автономними;
- неавтономними (комп'ютерно орієнтованими).

За напрямом навчального використання (К44) прилади поділяються на:

- контролюючо-вимірювальні і генеруючі, які бувають як автономними, так і неавтономними;
- допоміжні, які бувають тільки автономними.

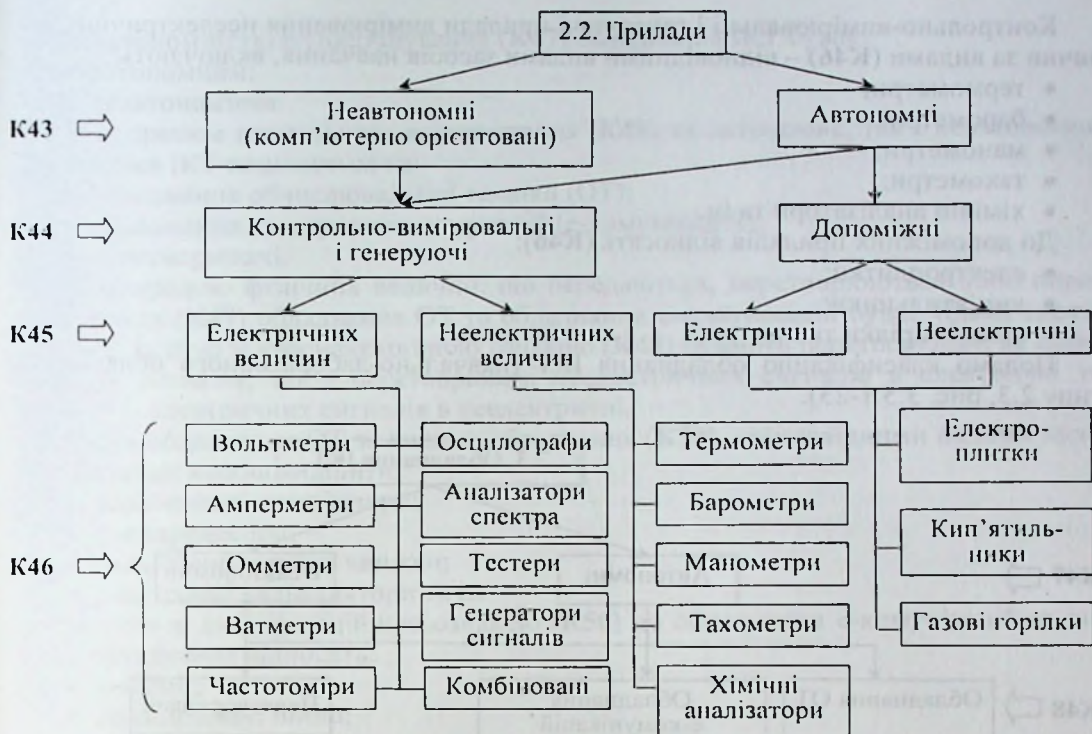


Рис. 3.5.1-22. Класифікація приладів за автономністю функціонування (комп'ютерно орієнтованою спрямованістю) – (К43), за напрямками навчального використання (К44), за природою фізичних величин, що вимірюються, і видом енергії, що використовується (К45), за видами приладів (К46) – відповідними видами засобів навчання

Контрольно-вимірювальні і генеруючі прилади за природою вимірювальних величин (К45) поділяються на прилади вимірювання:

- електричних величин;
- неелектричних величин.

Допоміжні прилади за видом енергії, що використовується, поділяються на прилади:

- електричні;
- неелектричні.

Контрольно-вимірювальні і генеруючі прилади вимірювання електричних величин за видами (К46) – відповідними видами ЗН включають:

- вольтметри;
- амперметри;
- омметри;
- ватметри;
- частотоміри;
- осцилографи;
- аналізатори спектра;
- тестери;
- генератори сигналів;
- комбіновані прилади та ін.

Контрольно-вимірювальні і генеруючі прилади вимірювання неелектричних величин за видами (К46) – відповідними видами засобів навчання, включають:

- термометри;
- барометри;
- манометри;
- тахометри;
- хімічні аналізатори та ін.

До допоміжних приладів відносять (К46):

- електроплитки;
- кип'ятильники;
- газові горілки та ін.

Подано класифікацію обладнання ІКТ (навчально-лабораторного обладнання типу 2.3, рис. 3.5.1-23).

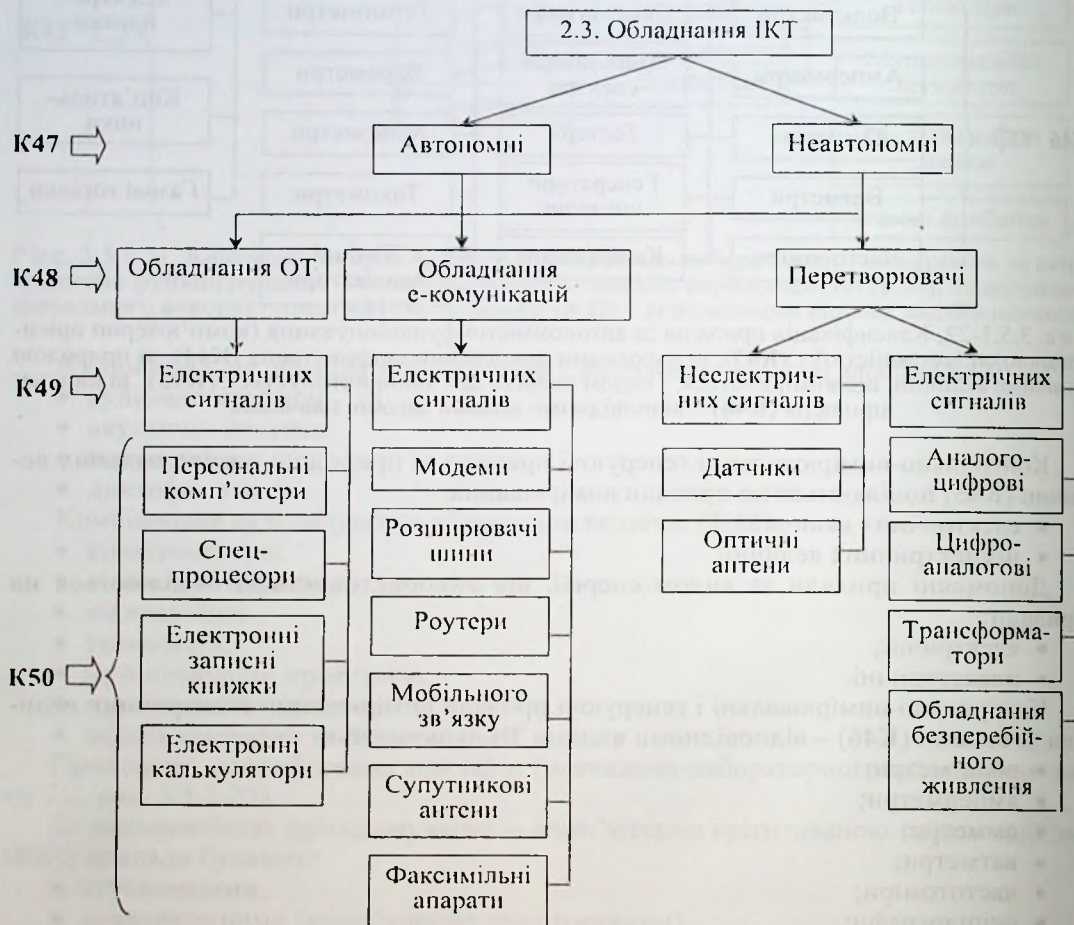


Рис. 3.5.1-23. Класифікація обладнання ІКТ за автономністю функціонування (К47), за напрямом навчального використання (К48), за природою фізичних величин, що передаються, перетворюються і/або опрацьовуються (К49), за видами обладнання (К50) – відповідними видами засобів навчання

За автономністю функціонування (**K47**) обладнання ІКТ буває:

- автономним;
- неавтономним.

За напрямом навчального використання (**K48**) як автономне, так і неавтономне обладнання ІКТ поділяється на:

- обладнання обчислювальної техніки (ОТ);
- обладнання електронних комутацій (е-комунікацій);
- перетворювачі.

За природою фізичних величин, що передаються, перетворюються і/або опрацьовуються (**K49**) обладнання ОТ та обладнання е-комунікацій буває тільки електричним. За тією ж класифікаційною ознакою (**K49**) бувають перетворювачі як електричних сигналів, так і перетворювачі неелектричних сигналів в електричні та навпаки – електричних сигналів в неелектричні.

Серед обладнання ОТ за видами обладнання (**K50**) – відповідними видами засобів навчання можна виділити:

- персональні комп'ютери;
- спецпроцесори;
- електронні записні книжки;
- електронні калькулятори та ін.

За тією ж класифікаційною ознакою (**K50**) до обладнання е-комунікацій за видами обладнання відносять:

- модеми;
- розширювачі шини;
- роутери;
- обладнання мобільного зв'язку;
- супутникові антени;
- факсимільні апарати та ін.

За тією ж класифікаційною ознакою (**K50**) до перетворювачів електричних величин за видами обладнання відносять:

- аналого-цифрові перетворювачі;
- цифро-аналогові перетворювачі;
- трансформатори;
- обладнання безперебійного живлення та ін.

За тією ж класифікаційною ознакою (**K50**) до перетворювачів неелектричних величин в електричні та електричних величин в неелектричні за видами обладнання відносять:

- датчики;
- оптичні антени та ін.

У цілому зазначимо, що склад обладнання ІКТ утворює сукупність комп'ютерно орієнтованих ЗН, для яких доцільно застосовувати термін *е-засіб навчання* (e-teaching aids, e-resources of learning) [74] – матеріально-технічна складова навчального середовища, яка принципово базується на ІКТ.

Подано класифікацію навчально-лабораторного устаткування (ЗН типу 3, рис. 3.5.1-5, див. с. 403), рис. 3.5.1-24 (див. с. 424).

За спрямованістю створення і виробництва (**K51**) навчально-лабораторне устаткування буває тільки спеціального виробництва, а за можливістю багатоструктурного використання (**K52**) серед навчально-лабораторне устаткування виділяють:

- навчально-лабораторні комплекти;

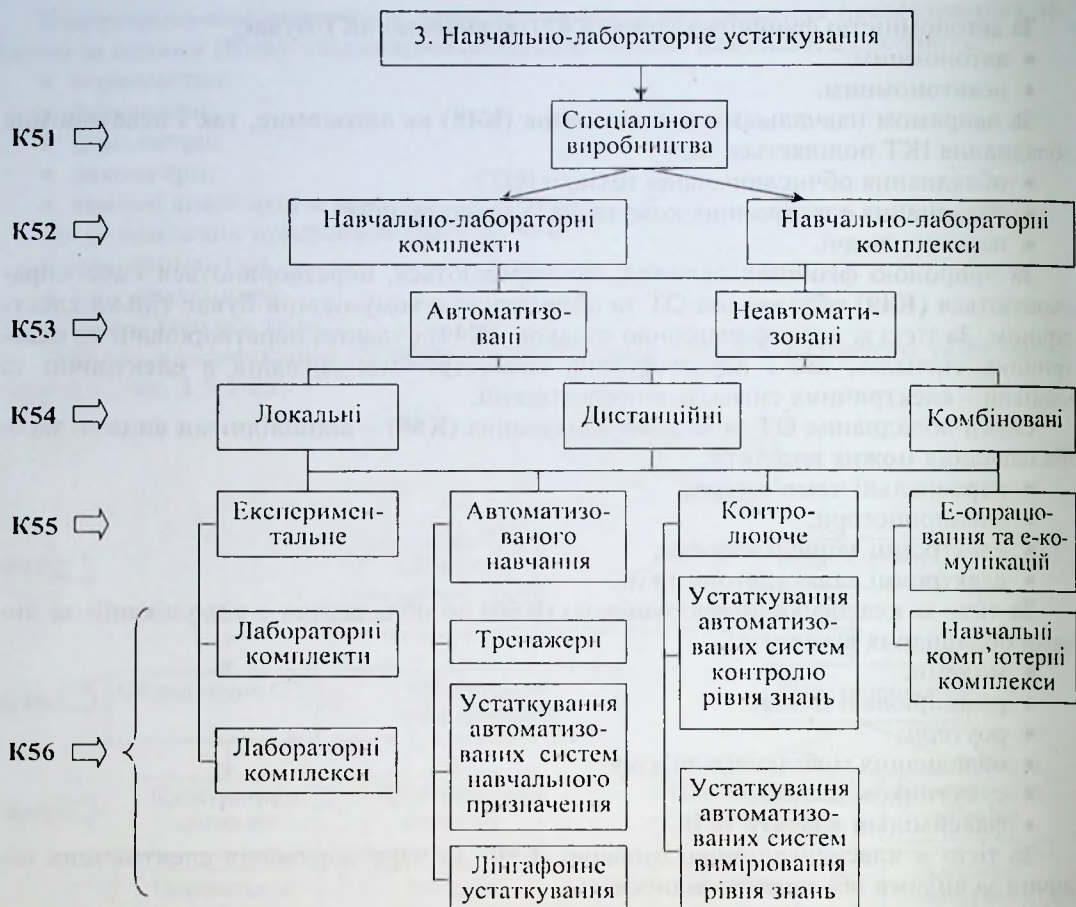


Рис. 3.5.1-24. Класифікація навчально-лабораторного устаткування за спрямованістю створення і виробництва (К51), за можливістю багатоструктурного використання (К52), залежно від автоматизації навчальної діяльності (К53), залежно від можливості здійснення дистанційної навчальної діяльності (К54), за характером застосування (К55), за видами навчального устаткування (К56) – відповідними видами засобів навчання

- навчально-лабораторні комплекси.

Залежно від автоматизації навчальної діяльності (К53) навчально-лабораторні комплекти і комплекси бувають:

- автоматизованими;
- неавтоматизованими.

У свою чергу, залежно від можливості здійснення дистанційної навчальної діяльності (К54), навчально-лабораторні комплекти і комплекси бувають:

- локальні;
- дистанційні;
- комбіновані.

За характером застосування (К55) навчально-лабораторні комплекти і комплекси поділяються на:

- експериментальні;

- автоматизованих систем навчального призначення;
- контролюючі;
- е-опрацювання та е-комунікацій.

За видами навчального устаткування (**К56**) – відповідними видами засобів навчання – експериментальні навчально-лабораторні комплекти і комплекси включають:

- лабораторні комплекти;
- лабораторні комплекси.

За тією ж класифікаційною ознакою (**К56**) навчальне устаткування автоматизованого навчання (комплекти і комплекси) включає:

- тренажери;
- устаткування автоматизованих систем навчального призначення;
- лінгафонне устаткування та ін.

За тією ж класифікаційною ознакою (**К56**) контролююче навчальне устаткування (комплекти і комплекси) включає:

- устаткування автоматизованих систем контролю рівня знань;
- устаткування автоматизованих систем вимірювання рівня знань та ін.

Нарешті, за тією ж класифікаційною ознакою (**К56**) навчальне устаткування е-опрацювання та е-комунікацій включає навчальні комп'ютерні комплекси та ін.

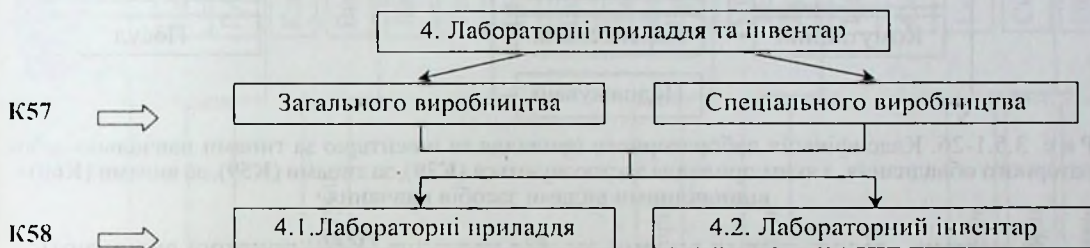


Рис. 3.5.1-25. Класифікація лабораторного приладдя та інвентарю за спрямованістю створення і виробництва (**К57**) та за їх типами (**К58**) – напрямами використання

Подано класифікацію лабораторного приладдя та інвентарю (ЗН типу 4, рис. 3.5.1-5, див. с. 403).

Лабораторне приладдя та інвентар за спрямованістю створення і виробництва (**К57**) поділяється на приладдя (рис. 3.5.1-25):

- загального виробництва;
- спеціального виробництва.

Лабораторне приладдя та інвентар як загального, так і спеціального виробництва за типами – напрямами використання (**К58**) поділяється на (рис. 3.5.1-25):

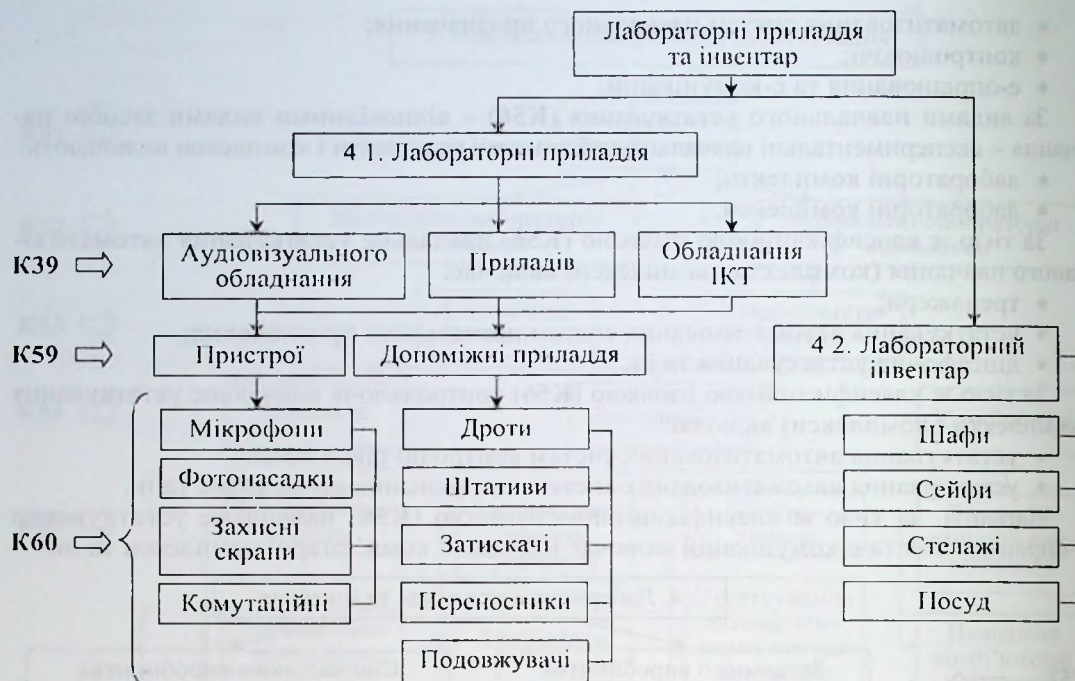
- лабораторні приладдя;
- лабораторний інвентар.

Лабораторні приладдя за типами навчально-лабораторного обладнання, з якими вони застосовуються (**К39**), поділяється на приладдя для (ЗН типу 4.1, рис. 3.5.1-26, див. с. 426):

- аудіовізуального обладнання;
- приладів;
- обладнання ІКТ.

За типами (**К59**) лабораторні приладдя поділяються на:

- пристрої;
- допоміжні лабораторні приладдя.



Р и с. 3.5.1-26. Класифікація лабораторного приладдя та інвентарю за типами навчально-лабораторного обладнання, з яким приладдя застосовуються (К39), за типами (К59), за видами (К60) – відповідними видами засобів навчання

За видами – відповідними видами засобів навчання (К60) пристрої включають:

- мікрофони;
- фотонасадки;
- захисні екрани;
- комутаційні шафи, стійки та ін.

За тією ж класифікаційною ознакою (К60) допоміжні приладдя включають:

- дроти;
- штативи;
- затискачі;
- переносники;
- подовжувачі та ін.

За тією ж класифікаційною ознакою (К60) лабораторний інвентар, що необхідний для комплектування навчального середовища, включає:

- шафи;
- сейфи;
- стелажі;
- посуд та ін.

Наведемо класифікацію навчальних інструментів (ЗН типу 5, рис. 3.5.1-5, див. с. 403).

Навчальні інструменти за спрямованістю створення і виробництва (К61) поділяється на інструменти (рис. 3.5.1-27):

- загального виробництва;
- спеціального виробництва.

5. Навчальні інструменти

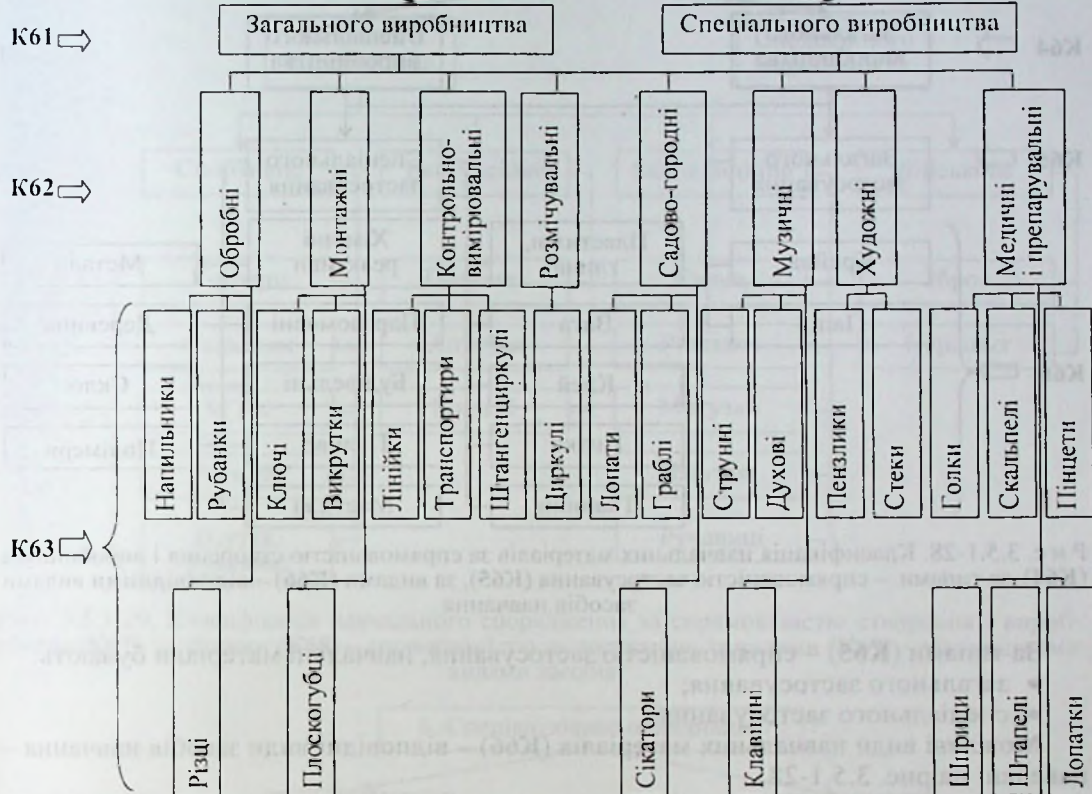


Рис. 3.5.1-27. Класифікація навчальних інструментів за спрямованістю створення і виробництва (К61), за напрямом навчального використання (К62), за видами інструментів (К63) – відповідними видами засобів навчання

За напрямом навчального використання (К62) інструменти бувають [441]:

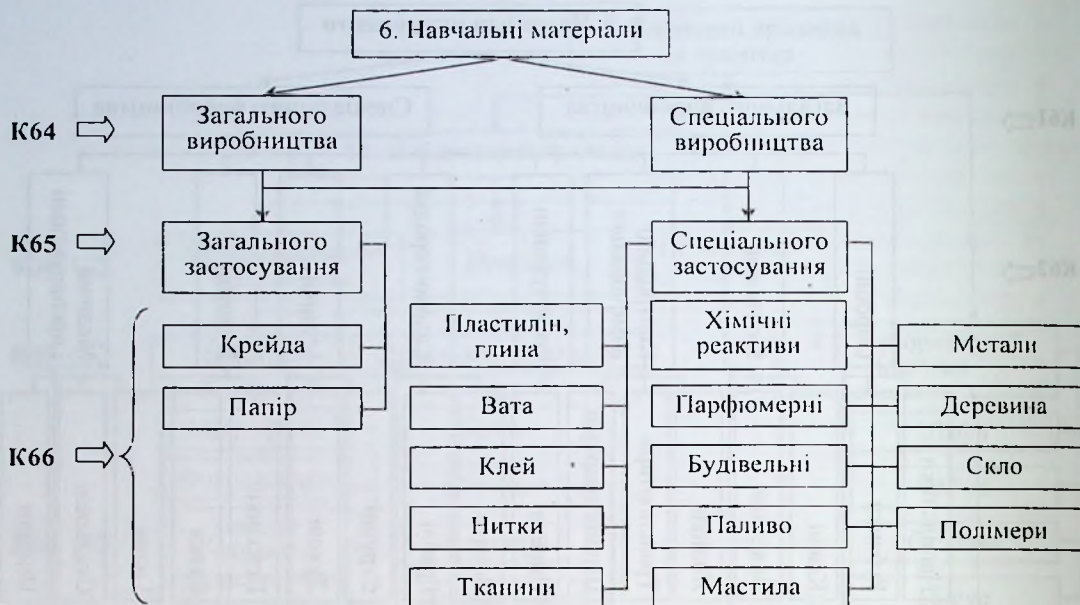
- обробні;
- монтажні;
- контрольно-вимірвальні;
- розмічувальні;
- садово-городні;
- музичні;
- художні;
- медичні і препарувальні.

Можливі види навчальних інструментів (К63) – відповідні види засобів навчання – наведені на рис. 3.5.1-27.

Подамо класифікацію навчальних матеріалів (ЗН типу 6, рис. 3.5.1-5, див. с. 403).

Навчальні матеріали за спрямованістю створення і виробництва (К64) поділяється на матеріали (рис. 3.5.1-28, див. с. 428):

- загального виробництва;
- спеціального виробництва.



Р и с. 3.5.1-28. Класифікація навчальних матеріалів за спрямованістю створення і виробництва (К64), за типами – спрямованістю застосування (К65), за видами (К66) – відповідними видами засобів навчання

За типами (К65) – спрямованістю застосування, навчальні матеріали бувають:

- загального застосування;
- спеціального застосування.

Можливі види навчальних матеріалів (К66) – відповідні види засобів навчання – наведені на рис. 3.5.1-28.

Подамо класифікацію навчального спорядження (ЗН типу 7, рис. 3.5.1-5, див. с. 403).

Навчальне спорядження за спрямованістю створення і виробництва (К67) поділяється на спорядження (рис. 3.5.1-29):

- загального виробництва;
- спеціального виробництва.

За типами (К68) – спрямованістю застосування навчальне спорядження буває [441]:

- спортивне;
- екскурсійне;
- експедиційне;
- військове.

Можливі види навчального спорядження (К69) – відповідні види засобів навчання – наведені на рис. 3.5.1-29.

Подамо класифікацію спеціального навчального обладнання (ЗН типу 8, рис. 3.5.1-5, див. с. 403).

Спеціальне навчальне обладнання за спрямованістю створення і виробництва (К70) поділяється на спорядження (рис. 3.5.1-30):

- загального виробництва;
- спеціального виробництва.



Рис. 3.5.1-29. Класифікація навчального спорядження за спрямованістю створення і виробництва (К67), за типами (К68) – спрямованістю застосування, за видами (К69) – відповідними видами засобів

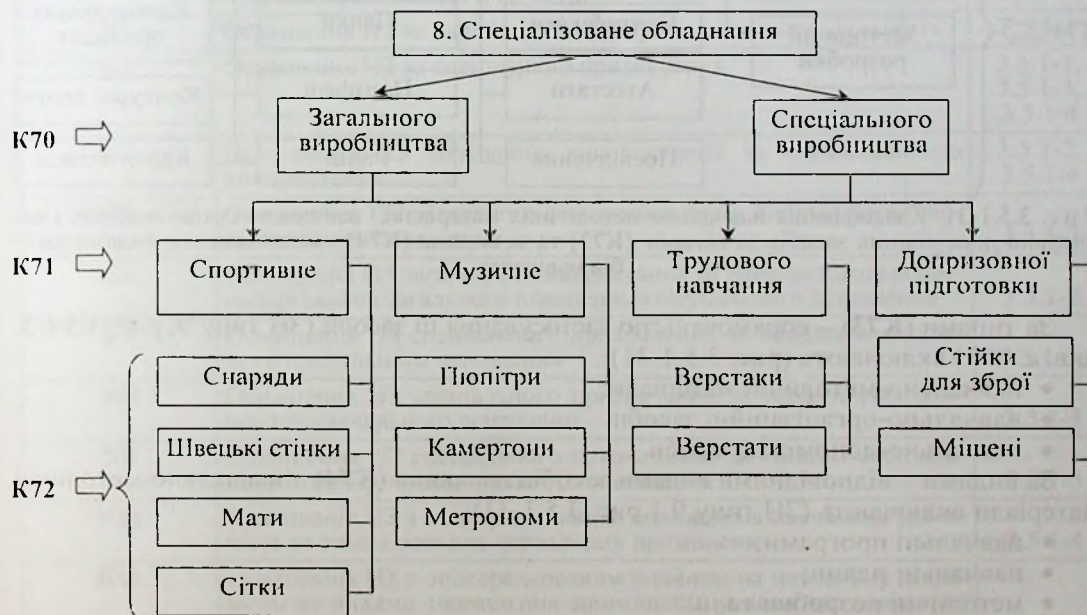


Рис. 3.5.1-30. Класифікація спеціалізованого навчального обладнання за спрямованістю створення і виробництва (К70), за типами – спрямованістю застосування (К71), за видами (К72) – відповідними видами засобів навчання

За типами (К71) – спрямованістю застосування спеціальне навчальне обладнання буває [441]:

- спортивне;
- музичне;
- трудового навчання;
- допризовної підготовки.

Можливі види спеціального навчального обладнання (К72) – відповідні види засобів навчання – наведені на рис. 3.5.1-30 (див. с. 429).

Подамо класифікацію навчально-методичних матеріалів навчально-організаційних та навчально-допоміжних засобів (ЗН типу 9, рис. 3.5.1-5, див. с. 403).

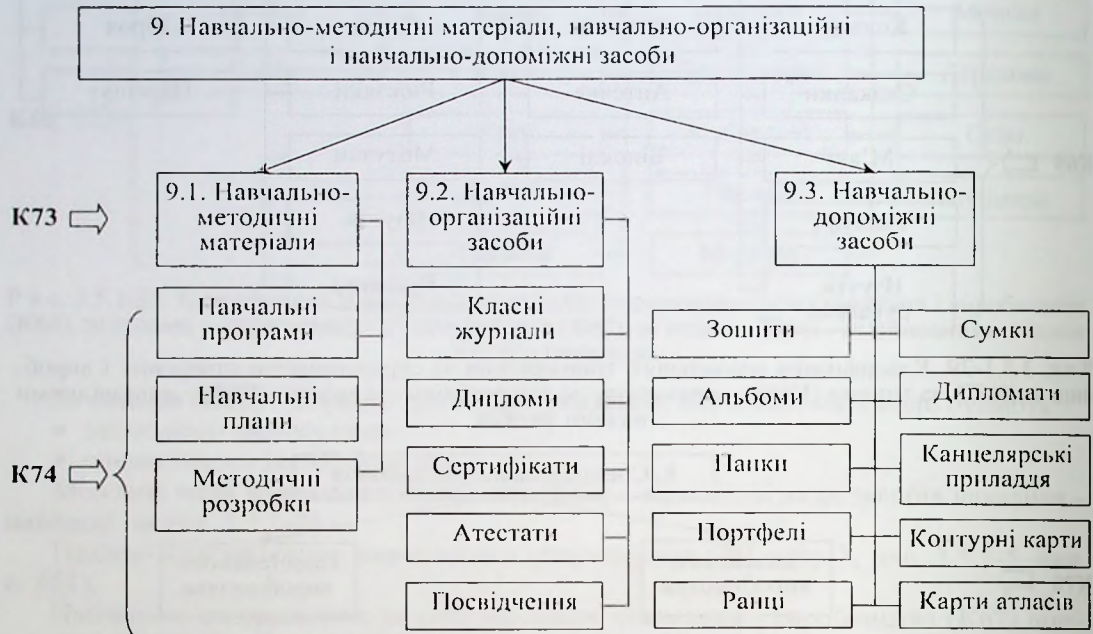


Рис. 3.5.1-31. Класифікація навчально-методичних матеріалів, навчально-організаційних і навчально-допоміжних засобів за типами (К73) та за видами (К74) – відповідними видами засобів навчання

За типами (К73) – спрямованістю застосування ці засоби (ЗН типу 9, рис. 3.5.1-5, див. с. 403) включають (рис. 3.5.1-31):

- навчально-методичні матеріали;
- навчально-організаційні засоби;
- навчально-допоміжні засоби

За видами – відповідними видами засобів навчання (К74) – навчально-методичні матеріали включають (ЗН типу 9.1 рис. 3.5.1-31):

- навчальні програми;
- навчальні плани;
- методичні розробки та ін.

За тією ж класифікаційною ознакою (К74) навчально-організаційні засоби (ЗН типу 9.2, рис. 3.5.1-31) включають:

- класні журнали;

- дипломи;
- сертифікати;
- атестати;
- посвідчення та ін.

За тією ж класифікаційною ознакою (К74) навчально-допоміжні засоби (ЗН типу 9.3, рис. 3.5.1-31) включають:

- зошити;
- альбоми;
- папки;
- портфелі, ранці, сумки, дипломати;
- канцелярські засоби;
- контурні карти;
- карти атласів та ін.

Подамо зведену таблицю 3.5.1-1 об'єктів класифікації та класифікаційних ознак утворення їх різноманітностей.

Таблиця 3.5.1-1

Зведена таблиця об'єктів класифікації та класифікаційних ознак утворення їх різноманітностей

Ідентифікатор класифікаційної ознаки	Об'єкт класифікації та класифікаційна ознака утворення його різноманітностей (ознака поділу, систематизації)	Рисунок
К1	Матеріально-технічна база навчального закладу (НЗ) за спеціалізацією призначення її об'єктів	3.5.1-1
К2	Оснащення НЗ за характером впливу на навчальну діяльність	3.5.1-1
К3	Оснащення НЗ за специфікою призначення	3.5.1-1, 3.5.1-3, 3.5.1-4
К4	Оснащення НЗ загального використання за спрямованістю використання	3.5.1-2, 3.5.1-4
К5	Оснащення НЗ загального використання за видами загально-навчального оснащення	3.5.1-2
К6	Оснащення НЗ загального використання за типами загальногосподарського і загального інженерно-комунального оснащення	3.5.1-2
К7	Оснащення НЗ спеціального призначення за видами спеціального навчального оснащення	3.5.1-3,
К8	Оснащення НЗ спеціального призначення за типами спеціального ненавчального оснащення	3.5.1-3
К9	Оснащення НЗ спеціального призначення за типами спеціального інженерно-комунального оснащення	3.5.1-3
К10	Оснащення НЗ з опосередкованим впливом на навчальну діяльність за спеціалізацією навчальних приміщень	3.5.1-4
К11	Оснащення НЗ з опосередкованим впливом на навчальну діяльність за видами навчальних приміщень, у яких це навчальне оснащення використовується	3.5.1-4
К12	ЗН за спрямованістю застосування у загальній і/або спеціальній освіті	3.5.1-5

Ідентифікатор класифікаційної ознаки	Об'єкт класифікації та класифікаційна ознака утворення його різноманітностей (ознака його поділу, систематизації)	Рисунок
K13	ЗН за дидактичним призначенням	3.5.1-5
K14	ЗН за специфікою створення і напрямками дидактичного використання в навчально-виховному процесі	3.5.1-5
K15	Навчально-наочні посібники (ННП) за предметом дидактичного впливу	3.5.1-6
K16	Предметно-реальних ННП за видами дидактичних об'єктів	3.5.1-7
K17	Предметно-реальних ННП за видами матеріальних ННП	3.5.1-7
K18	Предметно-образних ННП за характером формування дидактичних об'єктів і способом сприйняття їх людиною	3.5.1-8
K19	Предметно-образних аудіальних ННП за спектром озвучення дидактичних об'єктів	3.5.1-9, 3.5.1-15, 3.5.1-16
K20	Предметно-образних аудіальних ННП за формою дидактичних об'єктів	3.5.1-9, 3.5.1-10
K21	Предметно-образних аудіальних ННП за видами дидактичних об'єктів	3.5.1-9
K22	Предметно-образних аудіальних ННП за видами матеріальних ННП – відповідними видами засобів навчання	3.5.1-10
K23	Предметно-образних візуальних ННП за спектром відображення дидактичних об'єктів	3.5.1-11, 3.5.1-12, 3.5.1-13, 3.5.1-14, 3.5.1-15, 3.5.1-16
K24	Предметно-образних візуальних ННП за формою дидактичних об'єктів	3.5.1-11, 3.5.1-12, 3.5.1-13, 3.5.1-14, 3.5.1-15, 3.5.1-16
K25	Предметно-образних візуальних ННП за видами дидактичних об'єктів	3.5.1-11
K26	Предметно-образних візуальних ННП за способом фіксації повідомлень (за типом носія повідомлень, формою існування ННП)	3.5.1-12, 3.5.1-13, 3.5.1-14, 3.5.1-16
K27	Предметно-образних візуальних ННП за видами електронних матеріальних ННП – відповідними видами засобів навчання	3.5.1-12
K28	Предметно-образних візуальних ННП за типом носіїв даних	3.5.1-13, 3.5.1-14
K29	Предметно-образних візуальних ННП за видами паперових матеріальних ННП – відповідними видами засобів навчання	3.5.1-13
K30	Предметно-образних візуальних ННП за видами непаперових візуальних матеріальних ННП – відповідними видами засобів навчання	3.5.1-14

Ідентифікатор класифікаційної ознаки	Об'єкт класифікації та класифікаційна ознака утворення його різноманітностей (ознака його поділу, систематизації)	Рисунок
К31	Предметно-образних аудіовізуальних ННП за видами дидактичних об'єктів	3.5.1-15
К32	Предметно-образних аудіовізуальних ННП за видами матеріальних навчально-наочних посібників – відповідними видами засобів навчання	3.5.1-16
К33	Предметно-інформаційних ресурсів за мережною орієнтацією	3.5.1-18
К34	Предметно-інформаційних ресурсів за спрямованістю застосування	3.5.1-18
К35	Предметно-інформаційних ресурсів за класами предметно-інформаційних об'єктів	3.5.1-18
К36	Предметно-інформаційних ресурсів за типами предметно-інформаційних об'єктів	3.5.1-18
К37	Предметно-інформаційних ресурсів за видами носіїв предметно-інформаційних об'єктів – відповідними видами засобів навчання	3.5.1-19
К38	Навчально-лабораторного обладнання за спрямованістю створення і виробництва	3.5.1-20
К39	Навчально-лабораторного обладнання за типами	3.5.1-20, 3.5.1-26
К40	Аудіовізуального навчально-лабораторного обладнання за автономністю функціонування – комп'ютерно орієнтованою спрямованістю	3.5.1-21
К41	Аудіовізуального навчально-лабораторного обладнання за напрямом навчального використання	3.5.1-21
К42	Аудіовізуального навчально-лабораторного обладнання за видами – відповідними видами засобів навчання	3.5.1-21
К43	Приладів за автономністю функціонування – за комп'ютерно орієнтованою спрямованістю	3.5.1-22
К44	Приладів за напрямками навчального використання	3.5.1-22
К45	Приладів за природою фізичних величин, що вимірюються, і видом енергії, що використовується	3.5.1-22
К46	Приладів за видами приладів – відповідними видами засобів навчання	3.5.1-22
К47	Обладнання ІКТ за автономністю функціонування	3.5.1-23
К48	Обладнання ІКТ за напрямом навчального використання	3.5.1-23
К49	Обладнання ІКТ за природою фізичних величин, що передаються, перетворюються і/або опрацьовуються	3.5.1-23
К50	Обладнання ІКТ за видами обладнання – відповідними видами засобів навчання	3.5.1-23
К51	Навчально-лабораторного устаткування за спрямованістю створення і виробництва	3.5.1-24
К52	Навчально-лабораторного устаткування за можливістю багатоструктурного використання	3.5.1-24

Ідентифікатор класифікаційної ознаки	Об'єкт класифікації та класифікаційна ознака утворення його різноманітностей (ознака його поділу, систематизації)	Рисунок
K53	Навчально-лабораторного устаткування залежно від автоматизації навчальної діяльності	3.5.1-24
K54	Навчально-лабораторного устаткування залежно від можливості здійснення дистанційної навчальної діяльності	3.5.1-24
K55	Навчально-лабораторного устаткування за характером застосування	3.5.1-24
K56	Навчально-лабораторного устаткування за видами навчального устаткування – відповідними видами засобів навчання	3.5.1-24
K57	Навчального приладдя та інвентарю за спрямованістю створення і виробництва	3.5.1-25
K58	Навчального приладдя та інвентарю за типами – напрямками використання	3.5.1-25
K59	Лабораторного приладдя та інвентарю за їх типами	3.5.1-26
K60	Навчального приладдя та інвентарю за їх видами – відповідними видами засобів навчання	3.5.1-26
K61	Навчальних інструментів за спрямованістю створення і виробництва	3.5.1-27
K62	Навчальних інструментів за напрямом навчального використання	3.5.1-27
K63	Навчальних інструментів за видами інструментів – відповідними видами засобів навчання	3.5.1-27
K64	Навчальних матеріалів за спрямованістю створення і виробництва	3.5.1-28
K65	Навчальних матеріалів за типами – спрямованістю застосування	3.5.1-28
K66	Навчальних матеріалів за їх видами – відповідними видами засобів навчання	3.5.1-28
K67	Навчального спорядження за спрямованістю створення і виробництва	3.5.1-29
K68	Навчального спорядження за типами – спрямованістю застосування	3.5.1-29
K69	Навчального спорядження за видами – відповідними видами засобів	3.5.1-29
K70	Спеціалізованого навчального обладнання за спрямованістю створення і виробництва	3.5.1-30
K71	Спеціалізованого навчального обладнання за типами – спрямованістю застосування	3.5.1-30
K72	Спеціалізованого навчального обладнання за видами – відповідними видами засобів навчання	3.5.1-30
K73	Навчально-методичних матеріалів, навчально-організаційних і навчально-допоміжних засобів за типами – спрямованістю застосування	3.5.1-31
K74	Навчально-методичних матеріалів, навчально-організаційних і навчально-допоміжних засобів за видами – відповідними видами засобів навчання	3.5.1-31

Як у навчально-виховних цілях, так і з метою оптимізації матеріальної складової навчального середовища, підвищення психолого-педагогічної та економічної ефективності його формування і використання окремі ЗН, незалежно від їх видової різноманітності, можуть об'єднуватись між собою, утворюючи системи ЗН, яким притаманні вже нові функціональні і технологічні властивості (порівняно з сукупністю властивостей, що мали окремі ЗН).

3.5.2. Системи засобів навчання та моделі їх будови

У навчально-виховній діяльності засоби навчання і виховання (далі: засоби навчання – ЗН) виступають як ресурси здійснення навчально-виховної діяльності, на основі яких створюються умови для ефективного досягнення цілей навчання і виховання.

З метою підвищення ефективності використання ЗН у навчально-виховному процесі з множини усіх ЗН, що необхідні для досягнення цілей навчання і виховання, утворюються відповідні їх сукупності, в яких забезпечується техніко-технологічна і функціонально-цільова інтеграція.

Для визначення ролі і місця ЗН у структурі навчально-виховної діяльності спочатку розглянемо таку загальну категорію діяльності, як засоби діяльності (ЗД) з позицій, суттєвих у межах даного розгляду.

Залежно від допустимої з техніко-технологічної точки зору глибини інтеграції ЗД їх сукупності можна поділити на *окремі ЗД* та *інтегровані ЗД*.

Унормуємо окремі ЗД як такі, що мають нульовий рівень інтеграції. При використанні окремих ЗД не передбачається їх поєднання (агрегування) з іншими ЗД. Окремі ЗД використовуються в процесі діяльності для здійснення обмеженої множини дій і/або операцій (окремих дій). Тобто, окремі ЗД – це матеріальні об'єкти (елементи) того чи іншого виду середовища, в якому розгортається діяльність людини, і які призначені для використання людиною в процесі виконання нею обмеженої множини дій та операцій (при здійсненні окремих дій).

Інтегровані ЗД складаються з окремих ЗД і передбачається можливість їх об'єднання для здійснення більш складних видів діяльності.

Окремі ЗД, що входять до складу інтегрованих ЗД, проте, не втрачають свого самостійного призначення і можуть, таким чином, бути незалежно використаними у складі інтегрованих. Залежно від кількості структур, за якими окремі ЗД можуть об'єднуватись в інтегровані, останні можна поділити на два види – комплекти ЗД і комплекси ЗД. Саме кількість допустимих структур, за якими можуть утворюватись інтегровані ЗД, і визначає їх рівень інтеграції, що, в свою чергу, характеризує гнучкість інтегрованих сукупностей ЗД щодо реалізації можливого спектра і шляхів їх використання при здійсненні тієї чи іншої діяльності.

Комплект ЗД (підвид інтегрованого ЗД) – це структурно упорядкована сукупність окремих ЗД, яка призначена для забезпечення діяльності за однією структурою. *Комплекс ЗД* (підвид інтегрованого ЗД) – це структурно упорядкована сукупність окремих ЗД, яка призначена для забезпечення діяльності за кількома структурами. Придатність комплексів ЗД для забезпечення діяльності за кількома структурами багато в чому передбачає значно ширший, ніж це притаманне комплектам ЗД (і тим паче окремим ЗД), спектр їх багатоцільового використання (наприклад, окремо або одночасно в науково-дослідній, навчальній, проектно-технологічній, виробничій діяльності).

Для віднесення інтегрованих ЗД до класу ЗН, систем ЗН наявність тільки техніко-технологічної компоненти інтеграції сукупності ЗД є умовою необхідною, але

недостатньою. Зазначені вище сукупності – це інтегровані засоби (системи) будь-якого спектра діяльності.

Тільки за наявності навчально-цільових системоутворювальних факторів вони набувають ознак інтегрованих ЗН і утворюють у навчальному середовищі системи ЗН. Тобто, наявність як у окремих, так і у інтегрованих ЗД функціонально-цільової компоненти надає їм цілеспрямованості призначення і використання.

Таким чином, окремі ЗН або, просто, ЗН (засоби навчальної діяльності) – це матеріальні об'єкти (елементи) навчального середовища, які призначені для використання учасниками навчально-виховного процесу при здійсненні ними окремих навчальних дій. *Комплекс ЗН* (підвид інтегрованих ЗН) – структурно упорядкована сукупність ЗН, яка призначена для забезпечення навчальної діяльності за однією структурою. *Комплекс ЗН* (підвид інтегрованих ЗН) – структурно упорядкована сукупність ЗН, яка призначена для забезпечення навчальної діяльності за кількома структурами. *Система ЗН* – підсистема навчального середовища, склад якої утворюють інтегровані ЗН, а структура визначається множиною навчальних цілей їх використання учасниками навчально-виховного процесу.

Придатність комплексів ЗН для здійснення діяльності за кількома структурами передбачає можливість «покриття» ними широкого спектра навчальних цілей, визначає їх багатоцільове навчальне використання, створює умови для реалізації різноманітних форм організації навчально-виховного процесу.

Створення і використання інтегрованих систем ЗН повністю відповідає закону імперативності, на якому, зокрема, базується дидактика: процес є інтегративним тоді і тільки тоді, коли виконуються такі умови: поява якісно нових властивостей в результаті інтеграції, наявність системно-структурного характеру зінтегрованого об'єкта, збереження індивідуальних ознак елементів інтеграції, існування кількох стабільних станів зінтегрованого об'єкта [231].

У навчально-виховному процесі зазначені особливості дозволяють використовувати: окремі ЗН, як правило, при вивченні окремих навчальних тем чи їх фрагментів у межах однієї навчальної дисципліни; комплекти ЗН – при вивченні декількох споріднених навчальних тем у межах однієї, рідко кількох навчальних дисциплін, предметів; комплекси ЗН – при вивченні багатьох навчальних тем у межах як однієї, так і багатьох навчальних дисциплін, предметів і, навіть, цілих спеціальностей і їх комплексів, впродовж здобуття освіти за кількома освітніми і/або освітньо-кваліфікаційними рівнями. Таким чином, різнодіяльнісне спрямування, можливість багатоструктурної організації комплексів ЗН дозволяє забезпечити з їх боку створення умов для формування поведінки суб'єкта навчання у різноманітних ситуаціях, які пов'язані з прийняттям рішень з широкого спектра проблем в тій чи іншій предметній галузі, що є однією з важливих цілей навчання і виховання.

Ця особливість поширюється і на інші види діяльності (неосвітньої), інтеграція з якими є дуже важливою для забезпечення якісної освіти. Так, експериментальні наукові дослідження значною мірою пов'язані із спостереженнями, вивченням тих чи інших об'єктів або процесів, а сама наукова діяльність має бути органічно поєднана з навчальною. В свою чергу, навчальна діяльність повинна включати елементи наукового пошуку, використовувати науковий інструментарій як засіб навчання і предмет вивчення. Тому зазначена багатоцільова придатність комплексів ЗД є підставою для створення на їх основі навчально-наукових комплексів ЗН. На цих же підставах інтеграція навчальної і виробничої діяльності, тобто формування і використання спільної функціонально-цільової компоненти інтегрованих комплексів ЗД

(що винятково важливо при професійній освіті), дозволяє створювати навчально-виробничі комплекси із спільними за призначенням ЗД. При цьому ЗД в цілому мають ознаки як ЗН, так і засобів відповідного виду діяльності, а стосовно системи освіти – тільки ознаки ЗН. Це стає дуже важливим у випадках, коли навчальні заклади поряд з навчальною діяльністю і для її забезпечення одночасно і в межах чинного законодавства здійснюють, окрім навчальної, інші види діяльності. Втім, далі будемо говорити про ЗД, як про ЗН.

Зазначимо, що в цілому використання в навчально-виховному процесі інтегрованих ЗН приводить до деякої універсалізації систем ЗН, коли такі системи, як вже зазначалося, набувають рис багатоцільового використання. Однак протягом здійснення конкретного навчально-виховного процесу окремі множини елементів інтегрованих систем ЗН можуть бути як затребуваними (коли вони хоча б один раз використовувались протягом даного навчально-виховного процесу), так і незатребуваними (коли вони жодного разу не використовувались протягом цього процесу). Наявність у системі ЗН значної питомої ваги незатребуваних ЗН утворює деякий надлишок навчального середовища (у складі якого застосовуються інтегровані ЗН) щодо досягнення тих чи інших навчально-виховних цілей. Такий надлишок може суттєво «зашумляти» і «викривляти» навчальне середовище, відволікати, ускладнювати і, навіть, унеможливлювати діяльність учасників навчально-виховного процесу. Така негативна можливість передбачає допустиму і розумну (без втрати фізичної єдності системи ЗН і необхідності виконання частих трудомістких дій щодо її реструктуризації, синтезу і декомпозиції) мінімізацію складу систем ЗН відповідно до часткових цілей навчання і виховання, змістово-функціональної спрямованості спеціалізованих навчальних приміщень та ін.

Спираючись на узагальнену модель задач (рис. 2.1-1, див. с. 223) і враховуючи виділені вище особливості формування упорядкованих сукупностей ЗН, наведемо моделі будови систем ЗН (рис. 3.5.2-1). У цих моделях можна виділити:

- формувальну частину систем ЗН;
- розв'язувальну частину систем ЗН.

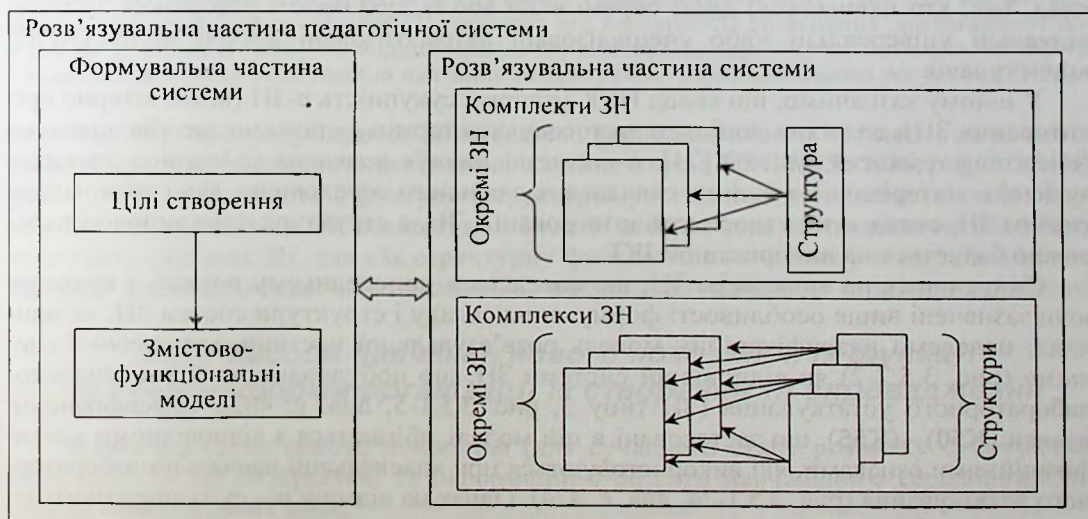


Рис. 3.5.2-1. Моделі будови розв'язувальної частини педагогічних систем, в яких використовуються комплекти і комплекси ЗН

Формувальна частина систем ЗН включає:

- цілі створення систем ЗН;
- змістово-функціональні моделі систем ЗН.

Розв'язувальну частину систем ЗН можуть складати як окремі ЗН, так і їх інтегровані сукупності – комплекти і комплекси ЗН, утворюючи тим самим різні моделі розв'язувальних частин систем ЗН – матеріальної компоненти навчального середовища.

Прикладом комплексів ЗН, які сьогодні широко застосовуються в освітній практиці, є навчальні комп'ютерні комплекси, що утворюють один з видів навчально-лабораторного устаткування (ЗН типу 3, рис. 3.5.1-5, див. с. 403). Комп'ютеризація загальноосвітніх і професійно-технічних навчальних закладів переважно здійснюється шляхом їх оснащення такими комплексами.

У зв'язку з тим, що термін навчальні комп'ютерні комплекси останнім часом почали широко використовувати в науковій і освітній практиці, визначимо це поняття.

Навчальні комп'ютерні комплекси (НKK) – підсистема комп'ютерно орієнтованого навчального середовища, склад якої утворює множина з одного або більше комп'ютерів та інших типів комп'ютерно орієнтованих ЗН (далі – е-ЗН), що придатні для підтримки виконання (здійснення, забезпечення необхідних умов для здійснення) дидактичних функцій та інших функцій навчального середовища (наприклад, функцій автоматизованого управління навчальним закладом) як у режимі автономного застосування окремих е-ЗН, так і в режимі їх спільного застосування (будучи об'єднаними між собою як безпосередньо, так і за допомогою, наприклад, комп'ютерних мереж) з метою надання цим е-ЗН нової і/або додаткової сукупності властивостей, яких вони окремо не мали. Ця нова і/або додаткова сукупність властивостей е-ЗН дозволяє розширити спектр функцій, що здійснюються (можуть здійснюватися) в навчальному середовищі за допомогою окремих е-ЗН, тим самим розширюючи можливості (перш за все дидактичні) навчального середовища. Якщо НKK входять до складу того чи іншого класу автоматизованих систем (навчання, управління, наукових досліджень та ін.), то стосовно користувачів цих систем (наприклад, тих, хто навчається) деякі окремі е-ЗН або їх сукупності утворюють їх індивідуальні універсальні і/або спеціалізовані автоматизовані робочі місця (АРМ) користувачів.

У цілому зазначимо, що склад НKK утворює сукупність е-ЗН (комп'ютерно орієнтованих ЗН), для яких доцільно застосовувати термін *е-система засобів навчання* (e-learning resources system) [74]. *Е-система засобів навчання* (e-learning resources system) – матеріально-технічна складова навчального середовища, яка є різновидом систем ЗН, склад яких утворюють інтегровані е-ЗН, а структура принципово і переважно базується на використанні ІКТ.

Спираючись на типологію ЗН, що наведена в попередньому розділі, і враховуючи зазначені вище особливості формування складу і структури систем ЗН, як приклад, наведемо класифікаційну модель розв'язувальної частини *педагогічної системи* (рис. 3.5.2-2) як відповідної системи ЗН, що побудована на базі навчально-лабораторного устаткування (ЗН типу 3, рис. 3.5.1-5, див. с. 403). Класифікаційні ознаки (K50) – (K55), що застосовані в цій моделі, збігаються з відповідними класифікаційними ознаками, які використовуються при класифікації навчально-лабораторного устаткування (рис. 3.5.1-24, див. с. 424). Однак на відміну від суто апаратного забезпечення, куди відносяться технічні ЗН, що входять до складу навчально-лабораторного устаткування (системи ЗН, в якій забезпечена техніко-технологічна сумісність

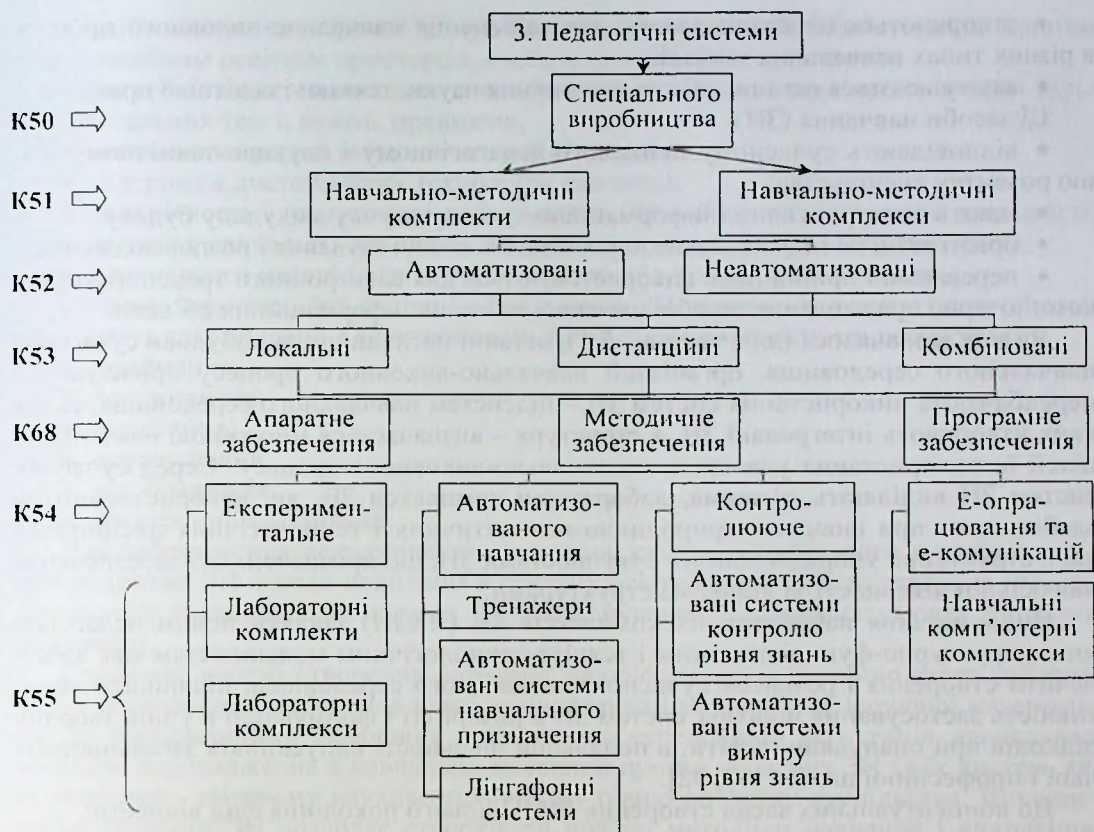


Рис. 3.5.2-2. Класифікаційна модель педагогічних систем, що побудована на базі навчально-лабораторного устаткування. Класифікаційні ознаки: за спрямованістю створення і виробництва (K50), за можливістю багатоструктурного використання (K51), залежно від автоматизації навчальної діяльності (K52), залежно від можливості здійснення дистанційної навчальної діяльності (K53), за видами забезпечення (K68), за характером застосування (K54), за відповідними видами засобів навчання та програмно-інформаційними ресурсами (K55)

окремих ЗН), до складу педагогічних систем, окрім апаратного, входять також методичне і програмне забезпечення (класифікаційна ознака K34, K35 і K36, рис. 3.5.1-18, див. с. 417), які задають структуру (структури) упорядкованих взаємозв'язків окремих ЗН. Це дозволяє в цій педагогічній системі забезпечити як техніко-технологічну сумісність окремих ЗН, так і їх структурну функціонально-цільову інтеграцію відповідно до психолого-педагогічних завдань конкретного навчально-виховного процесу.

3.5.3. Засоби навчання нового покоління, їх функції та сучасні форми організації їх створення та впровадження

Засоби навчання нового покоління (для сучасного етапу розвитку суспільства, цивілізації) – це матеріальні та інформаційні об'єкти навчального середовища, на основі використання яких:

- забезпечується досягнення цілей, змісту і розроблення технологій навчання і виховання, що передбачені стандартами освіти;

- створюються необхідні умови для здійснення навчально-виховного процесу в різних типах навчальних закладів;
- акумулюються останні світові досягнення науки, техніки і освітньої практики. Ці засоби навчання (ЗН):
- відповідають сучасному психолого-педагогічному і науково-технічному рівню розвитку суспільства;
- мають конструктивно і інформаційно сумісну гнучку модульну будову;
- орієнтовані на індустріальне виробництво, обслуговування і розповсюдження;
- переважно і принципово використовуються для електронного транспортування комп'ютерно орієнтованих засобів навчання та інших інформаційних об'єктів.

Як вже зазначалося (див. розділ 3.5.1), останні погляди щодо побудови сучасного навчального середовища, організації навчально-виховного процесу орієнтують і передбачають використання систем ЗН – підсистем навчального середовища, склад яких утворюють інтегровані ЗН, а структура – визначається множиною навчальних цілей їх використання учасниками навчально-виховного процесу. Серед сучасних систем ЗН виділяють, зокрема, лабораторні комплекси ЗН, які використовуються здебільшого при вивченні природничо-математичних і технологічних дисциплін і які є структурно упорядкованими сукупностями ЗН, що призначені для забезпечення навчальної діяльності за кількома структурами.

Використання лабораторних комплексів ЗН (ЛКЗН) завдяки новим педагогічним, структурно-функціональним і техніко-технологічним можливостям має забезпечити створення і розвиток сучасного навчального середовища, підвищити ефективність застосування новітніх систем ЗН в розкритті і формуванні в учнів творчих підходів при опануванні освіти, в подальшій діяльності випускників загальноосвітньої і професійної школи [57, 92].

До концептуальних засад створення ЛКЗН нового покоління слід віднести:

- використання сучасної елементної бази;
- модульність побудови;
- психолого-педагогічну і техніко-технологічну сумісність;
- системну відкритість;
- наявність засобів з'єднання модулів з комп'ютером;
- наявність спеціального програмного забезпечення для управління навчальним експериментом та опрацювання його результатів;
- сумісність із засобами і технологіями Інтернет;
- орієнтацію на використання як локальних, та і мережних електронних освітніх ресурсів;
- органічне поєднання різних типів і видів ЗН.

Використання ЛКЗН забезпечує можливість:

- гнучко синтезувати і динамічно змінювати навчальне середовище;
- організовувати використання різних окремих ЗН за кількома структурами;
- використовувати різні технології навчання;
- створювати умови для реалізації різноманітних форм організації навчально-виховного процесу;
- збирати, накопичувати, опрацьовувати і відображати результати навчальних експериментів;
- ілюструвати в навчальному середовищі реальні об'єкти і процеси об'єктивного світу і/або їх штучні модельні відображення;

- здійснювати електронні комунікації з електронними бібліотеками, єдиним інформаційним освітнім простором, глобальним освітнім простором;

- багатоцільового навчального використання, застосування при вивченні кількох навчальних тем і, навіть, предметів;

- оцінювання результатів навчальної діяльності;
- підтримки дистанційних технологій навчання;
- наскрізності і наступності застосування ЗН в освітній і науковій діяльності, в різних типах навчально-виховних закладів і на різних рівнях здобуття освіти;

- враховувати наявні педагогічні можливості викладацького складу.

Основні інформаційні функції електронних ЗН відкритих педагогічних систем включають такі операції з електронними локальними і мережними ресурсами:

- приймання;
- накопичення;
- зберігання;
- опрацювання;
- відображення;
- електронні комунікації.

Для забезпечення ефективності створення, експериментального апробування і впровадження ЗН нового покоління в систему освіти повинна бути створена *індустрія засобів навчання*, забезпечене її функціонування в сучасних умовах ринкової економіки.

Головною метою створення *індустрії засобів навчання* повинно стати забезпечення спланованого створення нової та оновлення і модернізації існуючої матеріальної та інформаційної складових навчального середовища всіх типів навчальних закладів, впровадження в навчально-виховний процес сучасних ЗН та їх систем, які відповідають світовому науково-технічному рівню розвитку суспільства. Використання сучасних ЗН дозволяє створювати новітні методики навчання і виховання, забезпечувати умови для реалізації ефективних стратегій досягнення цілей освіти.

Ця мета має досягатися шляхом створення комплексу наукових, проектних, навчально-методичних та освітньо-експериментальних установ, навчальних закладів і виробничих підприємств, діяльність яких спрямована на проведення скоординованих наукових досліджень, проектно-конструкторських і методичних розробок, виготовлення, модернізації та експериментальну перевірку нових, оновлених і модернізованих ЗН, їх доставку, впровадження, технічне обслуговування та методичну допомогу щодо їх застосування в навчально-виховному процесі.

Окремо зазначимо, що питання створення індустрії ЗН, широкого впровадження ЗН в освітню практику безпосередньо пов'язане з інформатизацією освіти. Апаратні і програмні засоби інформатики виступають в освітній діяльності не тільки як предмет вивчення і засіб навчання, а й як ефективний інструмент наукової діяльності і управління усіма процесами, що здійснюються в системі освіти.

Індустрія освітніх інформаційно-комунікаційних технологій, як одна з підгалузей індустрії ЗН, повинна гармонійно поєднувати наукові дослідження, розробку і виробництво локальних та мережних електронних ресурсів, їх розповсюдження і впровадження в навчальні заклади різних типів, надання телекомунікаційних та інформаційних освітніх послуг як тим, хто навчається в системі освіти, так і всьому населенню країни за відповідними запитами. Ця індустрія має стати системною базою, найважливішим чинником модернізації освіти і науки на сучасному етапі їх розвитку, забезпечити підвищення ефективності навчання і виховання, якості освіти

та економічної ефективності освітніх послуг, суттєво розширити доступ громадян до інформаційних технологій, Інтернету та інформаційних ресурсів з метою освіти, навчання, розвитку освітніх мас-медіа, взаємозв'язків з державними і місцевими органами управління освітою і наукою, демократизації освіти, інтеграції національної системи освіти у світовий освітній простір.

Поряд з тим, що вже зроблено, необхідно розробити новітні архітектури навчальних комп'ютерних комплексів, новітніх лабораторних комплексів ЗН, розгорнути роботи із створення програмних систем автоматизованого розроблення комп'ютерно орієнтованих програмно-методичних систем, мультимедіа засобів навчання, систем бездротових віддалених і мобільних освітніх комунікацій, автоматизованих систем наукових досліджень, інформаційно-аналітичних систем, автоматизованих бібліотечних систем, систем моніторингу результатів впровадження педагогічних інновацій, засобів захисту електронних систем навчання і освіти. Має бути створений Фонд програм навчального призначення, включаючи фонд їх еталонів.

Перевірка знань і вмінь володіння інформаційно-комунікаційними технологіями повинна обов'язково проводитись при вступі до всіх типів професійних навчальних закладів, під час вступних іспитів в аспірантуру, кандидатських іспитів. Ці технології треба обов'язково і широко застосовувати при проведенні дисертаційних досліджень, в науково-дослідній роботі. Причому логічний рівень комп'ютерних програмних засобів, що застосовуються, має бути суттєво підвищений: від використання простих офісних пакетів програм – до автоматизованих програмних систем організації і підтримки навчання і наукових досліджень.

Держава через відповідні законодавчо-правові акти повинна підтримувати діяльність індустрії ЗН, вважати її розвиток одним з пріоритетних напрямів розвитку науки, техніки і технологій, організовувати розробку, приймати і фінансувати (на державному рівні, на рівні органів місцевого самоврядування) відповідні наукові і науково-технічні програми, формувати державне замовлення на забезпечення навчальних закладів засобами навчання у законодавчо визначеному порядку.

Обсяг коштів на придбання ЗН, які необхідні для забезпечення виконання навчальних планів державного компоненту освіти, повинні визначатися окремо в Державному та місцевих бюджетах.

Суттєве поглиблення і розширення у системі освіти діяльності в напрямі науково-методичної та інформаційно-аналітичної підтримки процесів її інформатизації забезпечить сучасні темпи і характер розвитку національної системи освіти, високу якість освітніх послуг, що надаються. На цій основі буде закладено освітній фундамент створення в Україні нових робочих місць і боротьби з бідністю, забезпечена конкурентоспроможність випускників національної системи освіти на ринку праці і освітніх систем на ринку освітніх послуг, інвестиційна привабливість освіти і країни в цілому. Такий підхід сприятиме запобіганню та ослабленню в суспільстві впливу таких негативних соціальних явищ, як кіберзлочинність, відтік з країни висококваліфікованих фахівців, він стане протидією негативному інформаційному впливу інших держав.

Все це сприятиме формуванню іміджу України як країни високих технологій, в якій гармонійно поєднуються духовні, інтелектуальні та науково-технічні надбання людства з демократичними здобутками українського суспільства, що цілеспрямовано і впевнено крокує до інформаційної фази свого розвитку

Тільки за цих умов буде забезпечена висока результативність функціонування системи освіти, яка відповідатиме сучасним і перспективним потребам людини, суспільства і держави.

3.6. Модель автоматизованої розв'язувальної системи

У процесі навчання учасники навчально-виховного процесу розв'язують різні дидактичні завдання, задачі (далі – задачі), використовують у процесі їх розв'язування відповідні засоби навчання. У певних випадках таким засобом є комп'ютер (персональний комп'ютер, відособлений комп'ютерний комплекс або відповідний фрагмент комп'ютерної системи (далі – комп'ютер), що входить до складу певної автоматизованої розв'язувальної системи (АРС), за допомогою якої розв'язуються задачі.

Розглянемо особливості модельного подання процесу функціонування АРС як складової комп'ютерно орієнтованого навчального середовища, використовуючи як методологічну базу основні категорії задачного підходу [18, 21, 22, 24, 26, 27, 31, 130, 182, 183, 184, 253, 359]. Відповідно до цього підходу, АРС – це комп'ютерно орієнтована система, в якій взаємозв'язок людини (оператора) і комп'ютера розглядається як автоматизований процес, на основі якого забезпечується «оперативний обмін повідомленнями між оператором і комп'ютером», а сам процес такого обміну зумовлений необхідністю автоматизованого розв'язування певної задачі. За задачним підходом, оператор і комп'ютер (а не тільки оператор) «мають можливість впливати на процес» («управляти процесом») взаємозв'язку при автоматизованому розв'язуванні задач певного класу. Ця можливість виражається у послідовному «пред'явленні (з боку оператора і комп'ютера) команд і/або питань, відповідей, відомостей», які є результатом певної цілеспрямованої діяльності оператора та відповідного функціонування комп'ютера, що мають відношення до предмета розв'язуваної задачі.

Метою модельного подання АРС є дослідження характеру упорядкованої в часі (на відміну від упорядкованості за функціями) діяльності оператора і функціонування комп'ютера в процесі автоматизованого розв'язування деякої задачі [75]. Мова тут піде про побудову динамічної моделі АРС, за допомогою якої (використовуючи, наприклад, методи і засоби імітаційних систем, що розглянуті у п'ятому розділі), можна досліджувати стійкість АРС і якість перехідного процесу її вихідної величини [33] – характеристики АРС, що визначають такі її основні властивості, які є суттєвими з погляду розв'язування навчальних задач.

Саме з урахуванням відзначених цілей побудови і подальшого використання створеної моделі виділимо суттєві властивості АРС, що визначають її динаміку.

Введемо ряд припущень, обмежень і означень.

Припустимо, що задача, яка підлягає розв'язуванню (розв'язувана задача – РЗ), як відносно конкретної АРС (віднесені РЗ), так і абстрактно до неї (невіднесені РЗ) характеризується деякою *трудомісткістю* $\eta = \eta(\mu, \theta)$, де μ – *операційна смістість РЗ*, θ – *складність РЗ*. Згідно з [182], будемо вважати, що η у відповідній мірі характеризує предметну галузь РЗ (як для віднесених, так і для невіднесених РЗ), що за змістом являє собою множину припустимих (з погляду об'єктивних законів природи) станів предметів і відношень між ними, а також властивості АРС (тільки для віднесених РЗ). Іншими словами, можна сказати, що η відображає предметний склад і структуру РЗ. В [25] *трудомісткість задачі* пов'язують з поняттям *трудності задачі* (трудність задачі або рівень трудності задачі визначається як міра фактичного або прогнозованого використання ресурсів АРС, у тому числі часових, на її розв'язування). Тобто, трудність задачі розглядається стосовно певної АРС. Кількісними характеристиками використання ресурсів АРС виступають, перш за все, їх обсяг та

інтенсивність. При цьому, трудомісткість задачі визначають як її інтегральну трудність і виділяють також диференціальну трудність задачі, розрізняючи її миттєві значення і середні значення на відрізку часу, протягом якого розв'язується задача. Вважається, що розв'язування задачі може бути поділене на окремі кроки, які послідовно виконуються протягом певного часу, що виділяється (передбачається виділити) на розв'язування цього кроку задачі. Кожному ж з кроків ставиться у відповідність деяка диференціальна трудність, яку ми будемо визначати як *трудомісткість кроку* P_3 .

Для кількісного оцінювання η використовуються різні показники, які розділяють на: суб'єктивні і об'єктивні. Суб'єктивні показники відображають думку або самих суб'єктів P_3 , або експертів, які залучаються до оцінювання. Об'єктивні показники відображають деякі властивості АРС. Серед об'єктивних показників виділяють [418]: фізіологічні показники, показники поведінки, показники успішності діяльності суб'єкта.

Для досить великого класу P_3 визначити μ і θ можна згідно з [173, 264]. *Операційна ємність задачі* μ (в [173, 264] названа трудомісткістю задачі) – характеристика P_3 , що пов'язана з кількістю дій (перетворень, обчислень тощо), які необхідно виконати для реалізації оптимального (за критерієм мінімуму можливих дій) алгоритму її розв'язування. Мірою μ , таким чином, може слугувати елементарна операція, а значення μ може визначатися кількістю цих елементарних операцій у конкретній реалізації оптимального алгоритму розв'язування задачі.

Складність задачі θ – характеристика P_3 , що відбиває логічну структуру її розв'язування. В [23] рівень складності задачі визначається як кількісна характеристика структури процесу розв'язування задачі, що тісно пов'язана з *трудністю задачі* (більш точно, виявляє достатньо високу позитивну кореляцію з нею). В [25] *трудність задачі* визначається як її інтегральна складність, що розглядається стосовно АРС. В [23] вказується, що складність задачі оцінюється як сума коефіцієнтів складності операцій, що послідовно виконуються під час її розв'язування. Для встановлення коефіцієнту складності задачі можна йти як шляхом структурного аналізу окремих видів операцій, що послідовно виконуються в процесі її розв'язування, так і застосовуючи так званий ентропійний підхід, який набув поширення при визначенні складності перш за все пізнавальних задач. Згідно з цим підходом складність задачі оцінюється величиною невизначеності задачі, яка усувається в процесі її успішного розв'язування. Іноді, на основі окремих показників складності задачі, вдається отримати її єдину числову оцінку. Це досягається, зокрема, при прогнозуванні *трудності задачі* – розуміння друкованого тексту за допомогою так званої формули читабельності (читабельність – комплекс якостей, що полегшує впізнавання, інтерпретацію, розуміння, швидкість і надійність опрацювання людиною матеріалу, поданого буквено-цифровими символами, що об'єднані у смислові групи [300]). Згідно з [173], найбільш доцільним шляхом оцінювання θ є шлях застосування методів експертного оцінювання.

Вочевидь, що процес розв'язування задач може розглядатися тільки для віднесених P_3 .

Будемо вважати, що процес розв'язування задачі полягає у переведенні μ від деякого актуального (початкового, поточного) стану μ_A в бажаний (необхідний, кінцевий) – μ_B . Оскільки процес розв'язування задачі розгортається в часі t , то $\mu = \mu(t)$. Таким чином, динаміка моделі АРС повинна відображати динаміку переведення $\mu_A \rightarrow \mu_B$. При цьому μ_A прикладається до входу динамічної моделі АРС як її

задаючий вплив, а μ_B виникає на виході моделі APC, виступаючи як її регульована величини.

Введемо поняття стійкості APC.

Будемо вважати, що APC стійка стосовно даної PЗ, якщо в результаті розв'язування цієї задачі за допомогою APC забезпечується виконання умови $\lim_{t \rightarrow \infty} \mu_A(t) = \mu_B$.

У протилежному разі, APC є нестійкою стосовно даної PЗ.

Процес автоматизованого розв'язування задачі являє собою упорядковану сукупність N кроків PЗ, кожному з яких ставиться у відповідність деяка трудомісткість n -го кроку PЗ $\eta_n = f(\mu_n, \theta_n)$, $n = \overline{1, N}$. Причому, будемо вважати, що параметр μ_n має властивість адитивності, тобто $\mu = \sum_{n=1}^N \mu_n$, а загальна складність задачі визначається за

таким правилом [173]: якщо $\theta_i = \theta_j$, $i, j = \overline{1, N}$, то $\theta = \theta_n$; у тому випадку, коли N невелике і для деяких i, j $\theta_i \neq \theta_j$, то $\theta = \theta_n^{\max}$, де $\theta_n^{\max}$ характеризує найбільш складний n крок PЗ. Тому в загальному випадку

$$\eta = \sum_{n=1}^N \eta_n = f\left(\sum_{n=1}^N \mu_n, \theta_n^{\max}\right).$$

Одна і та сама задача може бути розв'язана за різний час, що визначається певними характеристиками APC. Таким чином, час розв'язування n -го кроку задачі на PC T_N виявляється залежним як від η_n , так і від характеристик APC – $\Lambda = \Lambda(E, \Delta)$, тобто

$$T_N = f(\eta_n, \Lambda) = f(\eta_n, E, \Delta),$$

де $E = \{\epsilon\}$, $\Delta = \{\delta\}$ – множина суттєвих характеристик APC відповідно до властивостей оператора і характеристик комп'ютера.

Для опису процесу розв'язування задачі встановимо суттєві властивості як оператора (властивості його особистості), так і характеристики комп'ютера (характеристики його інформаційних і програмно-технічних засобів), що впливають на динаміку процесу розв'язування задачі. Введені тут властивості оператора дещо не збігаються, але й суттєво не суперечать тим, що типово використовуються у педагогіці і психології. Обрана їх множина і наведені означення відповідають обраній тут меті модельного подання APC та є намаганням виявити і ввести до розгляду такі властивості особистості оператора (першої суттєвої складової APC), які дозволили би виявити деяку їх відповідність загальновизнаній множині (з позицій кібернетики, інших розділів знань про комп'ютер і штучний інтелект) характеристик комп'ютера (другої суттєвої складової APC) і встановити, таким чином, суттєві параметри моделі процесу розв'язування задач, що впливають на його динаміку, як з боку оператора, так і з боку комп'ютера.

Спочатку встановимо суттєву множину E властивостей ϵ_i ($i = 1, 2, \dots$) першої складової APC – оператора, що впливають на динаміку розв'язування задач. При цьому серед усього можливого різноманіття властивостей особистості як суттєвими виділимо ті з них, які відображають рівень розвитку психіки і пізнавальних можливостей оператора в напрямі вияву його відповідних здібностей.

Введемо дві перші суттєві властивості оператора, що у [199] названі *систематичністю* і *специфічністю*.

З урахуванням [173, 199] визначимо, що *систематичність оператора* (ϵ_1) – це його здатність організовуватися в процесі здійснення діяльності, засвоювати і відтворювати дозовані порції необхідних даних і здобувати на цій основі відповідні навички.

Специфічність (ϵ_2) – це здатність оператора активно і творчо опановувати специфічні ідеї і методи якоїсь конкретної галузі знань і/або діяльності. Специфічність виражає професійну схильність (придатність) оператора до розв'язання деякого класу задач.

Навченість [173, 199] (умінням, навичком) ϵ_3 будемо називати таку суттєву властивість оператора, яка відображає рівень знань і досвіду оператора та визначає здатність оператора користуватися ними (у тому числі автоматично, практично не замислюючись) при розв'язуванні даної РЗ (класу РЗ).

Введемо ще кілька властивостей оператора, що відображають такі особливості його нервової системи і психіки, які суттєво впливають на динаміку розв'язування задач.

Одну з них назвемо *реактивністю оператора* (ϵ_4), що характеризує швидкість та інші особливості (пов'язані з типом психіки людини) протікання нервово-психічних процесів у того чи іншого індивідуума, його темперамент, а іншу назвемо – *прогнозуючою здатністю оператора* (ϵ_5), що характеризує евристичну здатність індивідуума (на основі ϵ_3 та отриманих відомостей або тільки на основі ϵ_3) певним чином прогнозувати події і ситуації, пов'язані з розв'язуванням задач. Сукупність властивостей ϵ_4 і ϵ_5 визначає деяку властивість індивідуума, яку можна назвати *потенційною прогнозуючою активністю оператора*, що виявляється у відповідному характері його дій (як результат його специфічних способів мислення і поведінки) при розробці прогнозних рішень, впливаючи, тим самим, на динаміку процесу розв'язування задач.

Крім цього, введемо властивість оператора ϵ_6 – *рівень творчого мислення оператора*, що характеризує схильність і здатність оператора до логічного, творчого мислення.

Введемо також поняття *мотивованої спрямованості оператора* ϵ_7 до досягнення результату (ступеня цілеспрямованості, сконцентрованості і мотивації, що виражається у відповідному рівні мобілізації потенційних можливостей оператора при розв'язуванні даної задачі).

Тепер встановимо суттєву множину Δ характеристик δ_j ($j=1, 2, \dots$) другої складової АРС – комп'ютера, що впливають на динаміку розв'язування задач. Суттєвими виділимо ті з них, що відображають параметри його програмно-технічних засобів і технологій опрацювання даних.

Під *систематичністю комп'ютера* δ_1 будемо розуміти таку його характеристику, що відображає його придатність ефективно (у раніше визначеному розумінні) розв'язувати різні задачі (класи задач).

Специфічність комп'ютера δ_2 – це його характеристика, що відображає ступінь операціональності, спрямованості інформаційних і програмно-технічних засобів комп'ютера на розв'язування даної задачі (класу задач).

«Навченість» комп'ютера δ_3 – це його характеристика, яка відображає обсяг баз даних з певної проблемної галузі, програмних засобів, що зберігаються в пам'яті комп'ютера, а також досконалість наявних методів і алгоритмів, що застосовуються для розв'язування даної задачі (класу задач).

Реактивність комп'ютера δ_4 – це його характеристика, яка відображає швидкість комп'ютера, досконалість відповідних програмно-технічних засобів, що застосовуються.

«Евристичність» комп'ютера δ_5 – це його характеристика, що відображає придатність комп'ютера до вибору і реалізації логічних алгоритмів.

Сукупність властивостей ϵ_i для $i = \overline{1,6}$ і δ_j для $j = \overline{1,5}$ характеризує потенційну (на відміну від реальної відносно даної РЗ і даного моменту часу) «інтелектуальну продуктивність» або «пропускну здатність» (відносно зниження операційної смислості μ_i при розв'язуванні даної РЗ), відповідно, оператора $\epsilon_0(\{\epsilon_i\}, i = \overline{1,6})$ і комп'ютера $\delta_0(\{\delta_j\}, j = \overline{1,5})$.

Введемо ще кілька необхідних для подальшого розгляду властивостей (характеристик) АРС. Дві перші з них характеризують непродуктивні втрати часу кожною з визначених складових АРС стосовно даної РЗ. Для оператора цю властивість позначимо ϵ_8 , а для комп'ютера – характеристикою δ_6 . Властивість ϵ_8 відображає зовнішні умови роботи оператора і виявляється в змушених втратах часу на переключення уваги і розв'язування інших задач, що не пов'язані з даною (нагадаємо, що здатність оператора продуктивно використовувати виділений йому час на розв'язування задач визначається його властивістю ϵ_1). В свою чергу, характеристика δ_6 відображає ступінь монопольності використання ресурсів комп'ютера при розв'язуванні даної задачі і виявляється в змушених втратах часу на системні переключення і розв'язування інших задач, не пов'язаних з даною.

Дві інші властивості (характеристики) виділених складових АРС пов'язані з відповідною здатністю оператора і придатністю комп'ютера опрацьовувати дані в процесі автоматизованого розв'язування задач. Залежно від «ролі», яку в даний момент автоматизованого розв'язування задачі виконує оператор чи комп'ютер (роль «пред'явника повідомлень» або «одержувача повідомлень»), ці властивості (характеристики) виявляються по-різному.

При виконанні оператором ролі «пред'явника повідомлень» його відповідні властивості виявляються у здатності «пред'являти» комп'ютеру (вводити до комп'ютера) тільки ті дані, що необхідні і використовуються у процесі розв'язування даного кроку задачі, тобто в здатності «не зашумляти пред'явлення» (введення) зайвими (стосовно даного кроку РЗ) даними. Коли цю роль «виконує комп'ютер», його відповідні характеристики відображають його придатність «не зашумляти пред'явлення», що адресуються оператору.

При виконанні оператором ролі «одержувача повідомлень» його відповідні властивості виявляються у здатності селективно обирати з отриманого повідомлення тільки ті відомості, які необхідні і використовується ним у процесі розв'язування даного кроку РЗ, тобто в його здатності виділяти з усіх отриманих відомостей тільки корисні. Коли цю роль «виконує комп'ютер», його відповідні характеристики відображають його придатність певним чином «фільтрувати» дані, що «пред'являються» оператором.

Оскільки ролі виділених складових АРС (оператора і комп'ютера) в процесі автоматизованого розв'язування задачі послідовно змінюються, введемо загальну характеристику АРС, що відображає зазначені особливості «пред'явника і одержувача» повідомлень. Якщо повний обсяг «пред'явленого» повідомлення (наприклад, у бітах, знаках, фактах) позначити як I_Σ , а корисний – як $I_K \in I_\Sigma$, то відношення $I_K/I_\Sigma = h_K$, $0 \leq h_K \leq 1$ саме і буде характеризувати ступінь корисності повідомлення, що міститься у відповідному «пред'явленні» (ступінь релевантності «пред'явлення»).

Цю властивість оператора позначимо $\varepsilon_0 = h_K$ а характеристику комп'ютера – $\delta_7 = h_K$. Таким чином, визначено всю множину суттєвих властивостей APC – $\Lambda(E, \Delta)$ що впливають на динаміку процесу розв'язування задач. Оскільки, у загальному випадку, властивості Λ змінюються в часі, тобто $\Lambda = \Lambda(t)$, то розглянута нами APC є нестационарною, що спричиняє відповідні особливості її дослідження.

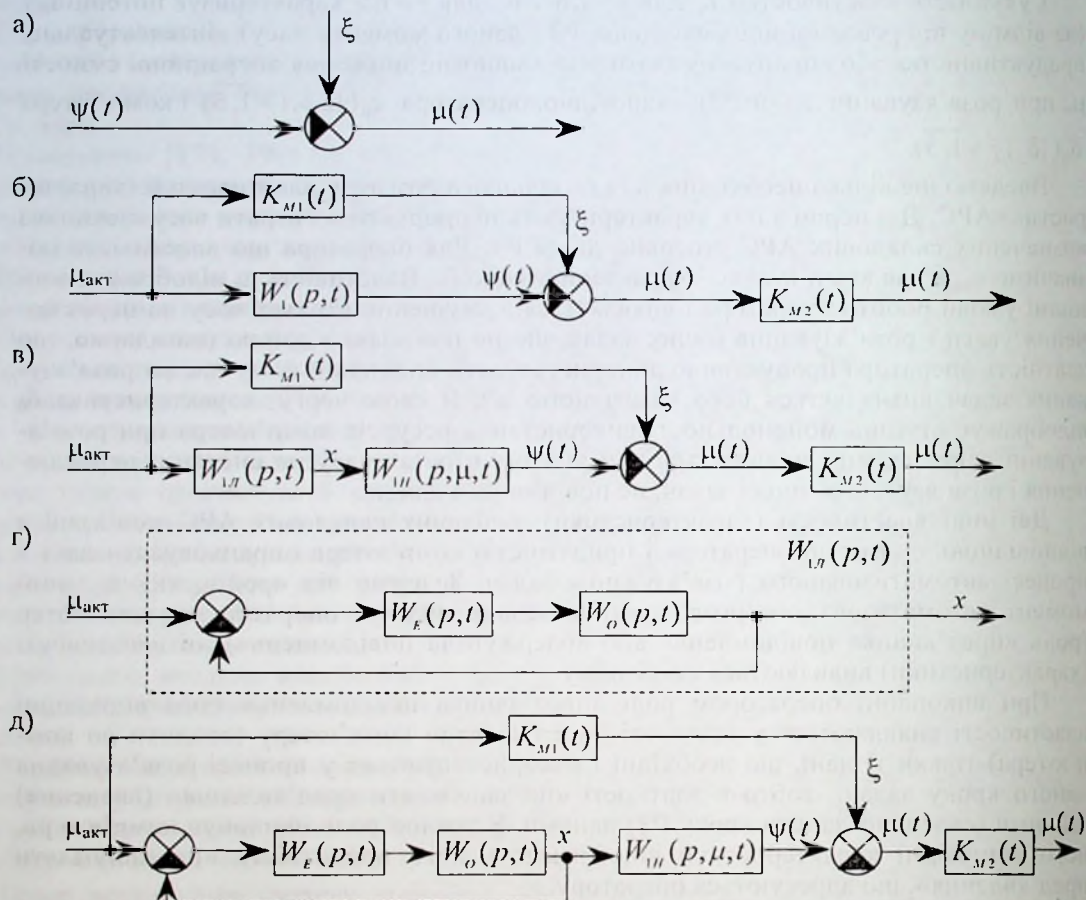


Рис. 3.6-1. Еволюція модельного подання автоматизованої розв'язувальної системи

Еволюція модельного подання APC наведена на рис. 3.6-1. Модель виникнення задачі можна подати, як показано на рис. 3.6-1, а, де ξ – величина, пропорційна вхідній операційній ємності μ_A ; $\psi(t)$ – величина, пропорційна операційній ємності РЗ, яка вже «відпрацьована» APC на момент часу t (характеризує процес послідовного зменшення операційної ємності задачі при її розв'язуванні); $\mu(t)$ – величина, пропорційна операційній ємності РЗ у момент t її розв'язування.

Далі, модель APC можна подати, як показало на рис. 3.6-1, б, де $W(p, t)$ – передаточна функція ланки, що описує динамічні властивості оператора і комп'ютера, причому, у загальному випадку $W_1(p, t)_{p=0} \neq 1$; $K_{M1}(t)$ і $K_{M2}(t)$ – коефіцієнти передавання безінерційних ланок, що виконують масштабні перетворення. Значення

цих коефіцієнтів визначаються із таких умов: оскільки $\mu(\infty) = 0$ (тобто $\psi(\infty) = \xi$) і $\mu(0) = \mu_A$ то

$$K_{M1}(t) = W_1(p, t)_{p=0} = 1/K_{M2}. \quad (3.6-1)$$

У загальному випадку, ланка моделі АРС, що описує динамічні властивості оператора і комп'ютера (а отже, і всієї АРС), є нелінійною. Причому ця ланка нелінійна відносно $\frac{d\mu}{dt}$ (тобто, має місце динамічна нелінійність). Тому поділимо ланку з передатною функцією $W_1(p, t)$ на дві частини і подамо її як послідовно з'єднані лінійні частини АРС (ЛЧРС) з передатною функцією $W_{1Л}(p, t)$ і нелінійна частини АРС (НЧРС) з передатною функцією $W_{1Н}(p, \mu, t)$.

Припустимо: якщо задача із складністю θ_1 , яка розглядається, є відносно розв'язуваною (у розумінні, що наведено в [182]) для даної АРС, то така АРС є стійкою при будь-яких значеннях μ задач із складністю $\theta \leq \theta_1$. При цьому, різним значенням μ відповідає різний час розв'язання задачі. З цього припущення випливає, що в запропонованій моделі її нелінійна частина не повинна охоплюватися зворотними зв'язками і має бути стійкою при будь-яких значеннях її вхідного параметра x (рис. 3.6-1, в). Тоді стійкість АРС буде цілком визначитися властивостями ЛЧРС.

Представимо НЧРС у вигляді аперіодичної ланки з постійною часу, що залежить від вхідного параметра моделі, тобто

$$W_{1Н}(p, \mu, t) = 1/[\tau_{1Н}(\mu, t) + 1]. \quad (3.6-2)$$

У свою чергу, модель ЛЧРС представимо, як показано на рис. 3.6-1, г) де $W_E(p, t)$ – передаточна функція, що описує лінійну частину моделі комп'ютера; $W_0(p, t)$ – передаточна функція, що описує лінійну частину моделі оператора.

Передаточну функцію лінійної частини моделі комп'ютера можна подати у вигляді

$$W_E(p, t) = K_1(t)e^{-p\tau_1(t)}. \quad (3.6-3)$$

У свою чергу, представимо передаточну функцію лінійної частини моделі оператора у вигляді

$$W_0(p, t) = K_2(t) \frac{p\tau_2(t) + 1}{p\tau_3(t) + 1} e^{-p\tau_4(t)}. \quad (3.6-4)$$

З урахуванням (3.6-3) і (3.6-4) з виразу (3.6-1) одержуємо

$$K_{M1}(t) = K_1(t)K_2(t)/[1 + K_1(t)K_2(t)] = 1/K_{M2}(t). \quad (3.6-5)$$

Таким чином, динамічна модель АРС набуде вигляду, що наведений на рис. 3.6-1, д, а її параметри визначаються виразами (3.6-1) – (3.6-5).

Відношення між характеристиками АРС і параметрами її динамічної моделі, що входять до (3.6-1) – (3.6-5), подані в таблиці 3.6-1 (див. с. 450), де:

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= \lambda_1(\delta_3, \theta), \quad \lambda_2 = \lambda_2(\mu, \delta_4), \quad v_1 = v_1(\varepsilon_3, \theta), \\ v_2 &= v_2(\varepsilon_5, \theta), \quad v_3 = v_3(\mu, \varepsilon_1, \varepsilon_2) \end{aligned}$$

– властивості APC, що орієнтовані стосовно характеристиками μ і θ РЗ (для спрощення записів всіх змінних, що наведені у таблиці 3.6-1, їх аргумент t нами випущено).

Таблиця 3.6-1

Відношення між властивостями автоматизованої розв'язувальної системи (АРС) і параметрами її динамічної моделі

Відношення параметрів моделі і властивостей РС	Функція, що виконується в моделі	Властивості АРС, що відображаються в моделі
$K_1 = K_1(\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_5, \lambda_1)$	Коефіцієнт передавання безінерційної ланки	Характеризує реальну продуктивність комп'ютера за μ
$K_2 = K_2(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_4, \varepsilon_6, \varepsilon_7, \varepsilon_9, v_1, v_2)$	Коефіцієнт передавання безінерційної ланки	Характеризує реальну продуктивність оператора за μ
$\tau_1 = \tau_1' + \tau_1''$	Постійна часу ланки чистого запізнювання	Характеризує повні витрати часу комп'ютера на опрацювання даних
$\tau_1' = \tau_1'(\delta_4, \lambda_1)$	Постійна часу ланки чистого запізнювання	Характеризує продуктивні витрати часу комп'ютером
$\tau_1'' = \tau_1''(\delta_6)$	Постійна часу ланки чистого запізнювання	Характеризує непродуктивні витрати часу комп'ютером
$\tau_2 = \tau_2(\varepsilon_6, \varepsilon_7, v_2)$	Постійна часу форсуючої ланки	Характеризує ступінь використання оператором потенційних можливостей прогнозування при розв'язуванні даного кроку задачі
$\tau_3 = \tau_3(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_4, \varepsilon_6, v_1, v_2)$	Постійна часу аперіодичної ланки першого порядку	Характеризує «інерційність» оператора при опрацюванні даних і прийнятті рішень
$\tau_4 = \tau_4(\varepsilon_8)$	Постійна часу ланки чистого запізнювання	Характеризує непродуктивні витрати часу оператором
$\tau_H = \tau_H(\lambda_2, \lambda_3)$	Постійна часу нелінійної ланки	Характеризує нелінійність АРС стосовно μ

- Особливості подання процесів планування та управління освітою.
- Система моделей планового блоку Центрального комплексу задач.
- Моделі макрофункцій планування та управління розвитком освіти на державному рівні.
- Розвиток структури комп'ютерних систем опрацювання статистичної звітності для забезпечення управління системою освіти.

У цьому розділі мова йтиме про особливості системного подання процесів планування та управління освітою, про побудовану з урахуванням цих особливостей систему моделей планового блоку Центрального комплексу задач, про моделі макрофункцій планування та управління розвитком системи освіти на державному рівні управління, а також про перспективні технології формування моделей стану і розвитку системи освіти.

4.1. Особливості подання процесів планування та управління освітою

- Моделі управління освітою та їх взаємозв'язки.
- Модель функціональної частини системи управління освітою.
- Системи задач управління освітою.
- Склад системи моделей планування розвитку системи освіти.
- Центральний комплекс задач планування розвитку системи освіти.

4.1.1. Моделі управління освітою та їх взаємозв'язки

Відповідно до обраної в розділі 2.2 типології моделей всі моделі, що використувалися в процесі планування та управління системою освіти (СО), будемо поділяти на моделі об'єкта управління (МОУ), моделі процесів управління (МПУ) і на моделі оточуючого середовища (МОС).

Прийнята (обрана) технологія управління СО, необхідність врахування впливу оточуючого середовища (ОС) на стан і особливості функціонування об'єкта управління (ОУ) визначає характер упорядкованих взаємозв'язків моделей, що описують як саму СО, так і характер її взаємозв'язків з ОС. Сама ж СО в даному випадку виступає як ОУ. Узагальнені взаємозв'язки МОУ, МОС і МПУ при управлінні СО можна подати, як показано на рис. 4.1.1-1 (див. с. 452). Тут $Y = Y' + Y''$ – кінцевий продукт СО, Y' – кінцевий продукт, що створюється в СО для власних потреб; Y'' – кінцевий продукт, що створюється в СО для потреб ОС; $\bar{u}$, $\bar{s}$, $\bar{v}$, $\bar{w}$ – параметри взаємодії СМУ з ОУ ($\bar{u}$ – управляючий вплив; $\bar{s}$ – параметри ОУ; $\bar{v}$, $\bar{w}$ – параметри, що використовуються у процесі вироблення і організації виконання $\bar{u}$); $\bar{y}$, $\bar{w}$ – параметри взаємозв'язків СМУ з ОС ($\bar{y}$ – параметри, що описують стан ОУ, характеристики Y , відомості про склад, структуру, характер функціонування і розвитку СО, а також потребу СО у різних видах ресурсів R тощо; $\bar{x}$ – параметри, що відображають галузеві та територіальні вимоги (обмеження, нормативи тощо) цілеформувальних систем ОС як до властивостей Y , так і до будови, характеру функціонування і розвитку СО, а також відомості про ресурси R , що виділяються СО);

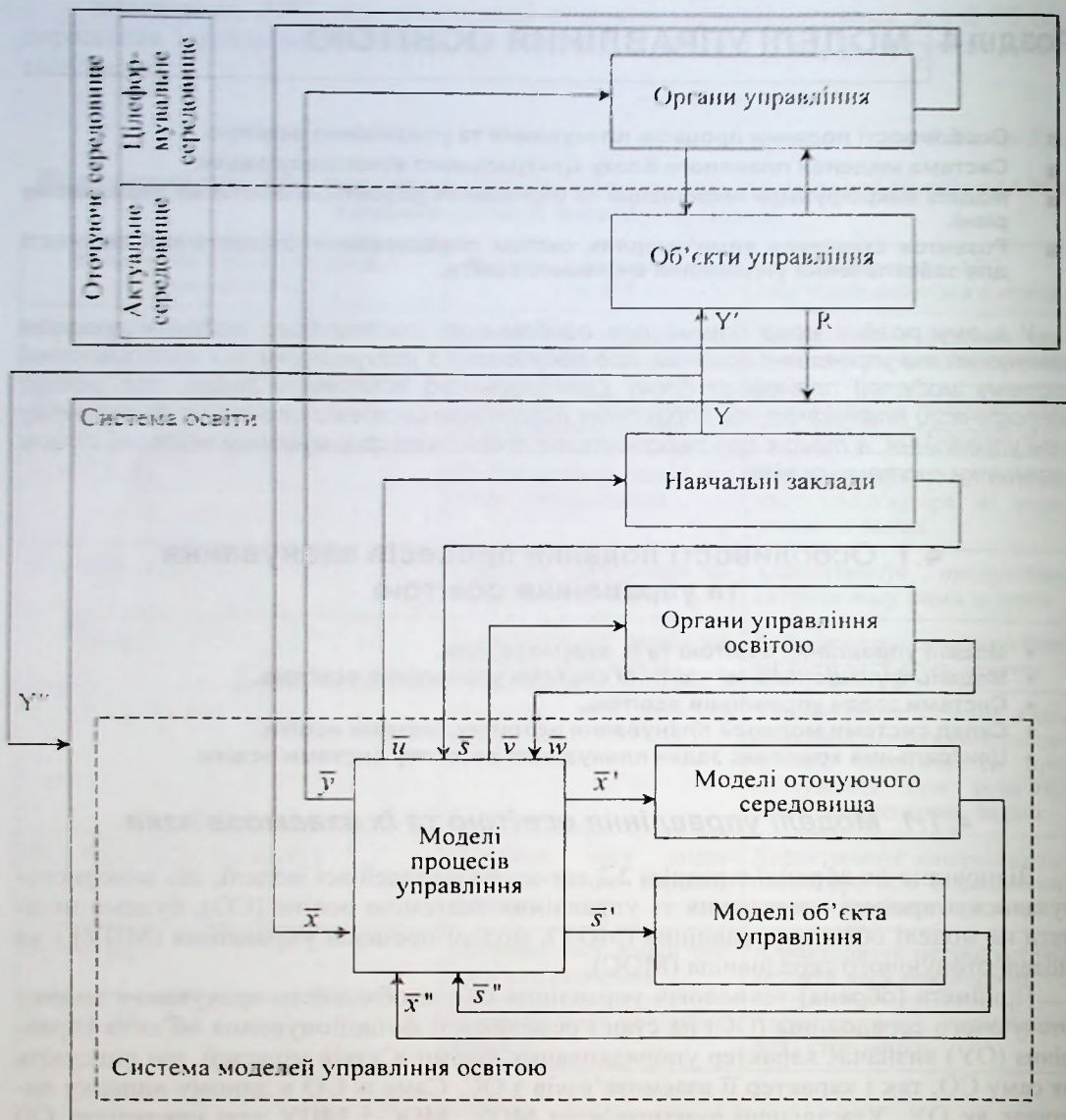


Рис. 4.1.1-1. Узагальнена схема взаємозв'язків системи моделей управління освітою з елементами системи освіти та оточуючого середовища

$\bar{x}'$ – параметри формування МОС; $\bar{s}'$ – параметри формування МОУ; $\bar{x}''$ – параметри МОС; $\bar{s}''$ – параметри МОУ. Згідно з рис. 4.1.1-1 взаємозв'язки МОУ, МОС і МПУ з відповідними об'єктами ОУ і ОС можуть бути описані такими виразами:

$$\bar{u} = \bar{f}_1(\bar{s}'', \bar{x}'', \bar{w}); \bar{y} = \bar{f}_2(\bar{s}', \bar{x}', \bar{w}); \bar{s} = \bar{f}_3(\bar{s}'); \bar{x}'' = \bar{f}_4(\bar{x}'); \\ \bar{s} = \bar{f}_5(\bar{s}'); \bar{x} = \bar{f}_6(\bar{x}'); \bar{w} = \bar{f}_7(\bar{v}); \bar{v} = \bar{f}_8(\bar{s}', \bar{x}'),$$

звідки випливає:

$$\bar{w} = \bar{f}_9(\bar{s}'', \bar{x}''); \bar{u} = \bar{f}_{10}(\bar{s}, \bar{x}); \bar{y} = \bar{f}_{12}(\bar{s}, \bar{x}).$$

Таким чином, значення управляючого впливу і параметрів y , за допомогою яких здійснюються зв'язки СО та органів управління ОС стосовно стану, результатів функціонування і потреб у ресурсах, є повністю залежними від стану ОУ ($\bar{x}$) і вимог, обмежень та ресурсів, що передаються в СО з оточуючого середовища ($\bar{x}$).

Слід зазначити, що функції управління на різних організаційних рівнях СО здійснюються, як відомо, органи управління освітою (ОУО) – міністерства освіти і науки держави, автономних республік, управління (відділи) освіти і науки місцевих державних адміністрацій. Цілі та функції ОУО, вимоги, що висуває ОС до СО, на різних організаційних рівнях управління СО багато в чому не збігаються. Різними (за складом, необхідними розмірністю і точністю значень) виявляються і параметри, що характеризують функціонування СО на її різних рівнях управління (державному, обласному, міському, районному, навчального закладу). Крім того, для деяких рівнів управління СО характерна наявність закладів і установ досить визначеного типу (наприклад, педагогічних університетів і науково-дослідних установ – для державного, інститутів післядипломної педагогічної освіти – для державного та обласного, загальноосвітніх шкіл і дитячих дошкільних закладів – для міського та районного). Тому МОС та МПУ на різних рівнях управління СО у більшості практичних випадків виявляються також різними.

Це пояснює існуючі відмінності (за складом показників, структурою) звітності (статистичної та іншої) на різних рівнях управління СО (відмінності МОС та МОУ), а також те, що серед функціональних задач управління (відмінності МПУ) є такі, які розглядаються тільки на даному рівні управління. Наприклад, комплекс задач планування та управління наукою – на державному рівні; задача формування єдиного плану розподілу випускників основної школи за каналами одержання загальної середньої освіти – на обласному та районному; задача оптимального розподілу педагогічних кадрів у загальноосвітньому навчальному закладі – на рівні навчальних закладів. Інша група функціональних задач з однаковими цілями реалізується на різних рівнях управління (різні МПУ). При цьому використовуються різні параметри – різні МОУ та МОС (наприклад, задача планування додаткових потреб у педагогічних кадрах на державному та обласному рівнях управління).

Розглянемо кожну з груп моделей більш детально.

МОС являють собою структурно упорядковану сукупність параметрів об'єктів ОС, що відтворюють його стани, які є суттєвими щодо СО. Функціонування і розвиток СО здійснюється з урахуванням галузевого та територіального аспектів управління. Тому МОС можуть бути галузевими і територіальними. В свою чергу, як галузеві, так і територіальні МОС включають до свого складу моделі цілепокладання та моделі актуального середовища, що утворюються структурно упорядкованою сукупністю параметрів відповідно до цілеформування та актуального середовища – підсередовища ОС. Залежно від суттєвого (щодо СО) стану ОС (бажаного або поточного), всі МОС поділяються на моделі бажаного (БЦ) та поточного (ПЦ) стану цілеформування середовища та моделі бажаного (БАС) та поточного (ПАС) стану актуального середовища.

МОУ – структурно впорядкована сукупність параметрів ОУ, що відтворюють різні його стани. Залежно від того, який стан ОУ відтворює його модель, всі МОУ поділяються на моделі ретроспективного (РсС), поточного (ПтС), бажаного (БС) і планового (ПлС) стану ОУ. Моделі РсС, ПтС, БС та ПлС, описуючи за допомогою своїх параметрів різні стани СО та її елементів, утворюють частини МОУ, які, в свою чергу, відтворюють елементний (об'єктний) склад СО.

Сукупність МПУ – це формалізований опис цілей і функцій СО стосовно задоволення потреб ОС в кінцевому продукті СО. Декомпозиція МПУ відображає технологічний процес прийняття рішень в організаційних системах, різні фази цього процесу. Отже, всі МПУ поділяються на моделі планування та прогнозування розвитку (П), моделі аналізу розвитку та функціонування (А), моделі оперативного управління функціонуванням (УФ) та моделі обліку та звітності (О).

Таким чином, на основі структурно упорядкованих множин параметрів, за допомогою яких описують ОУ (МОУ) та ОС (МОС), визначають на основі МПУ спільні цілеспрямовані взаємозв'язки, що забезпечують функції СО щодо задоволення потреб ОС в кінцевому продукті СО.

Описана класифікація моделей, що використовуються в процесі планування та управління СО, наведена на рис. 4.1.1-2, а взаємозв'язки моделей на різних фазах процесів планування та управління СО – на рис. 4.1.1-3, 4.1.1-4, 4.1.1-5 та 4.1.1-6.

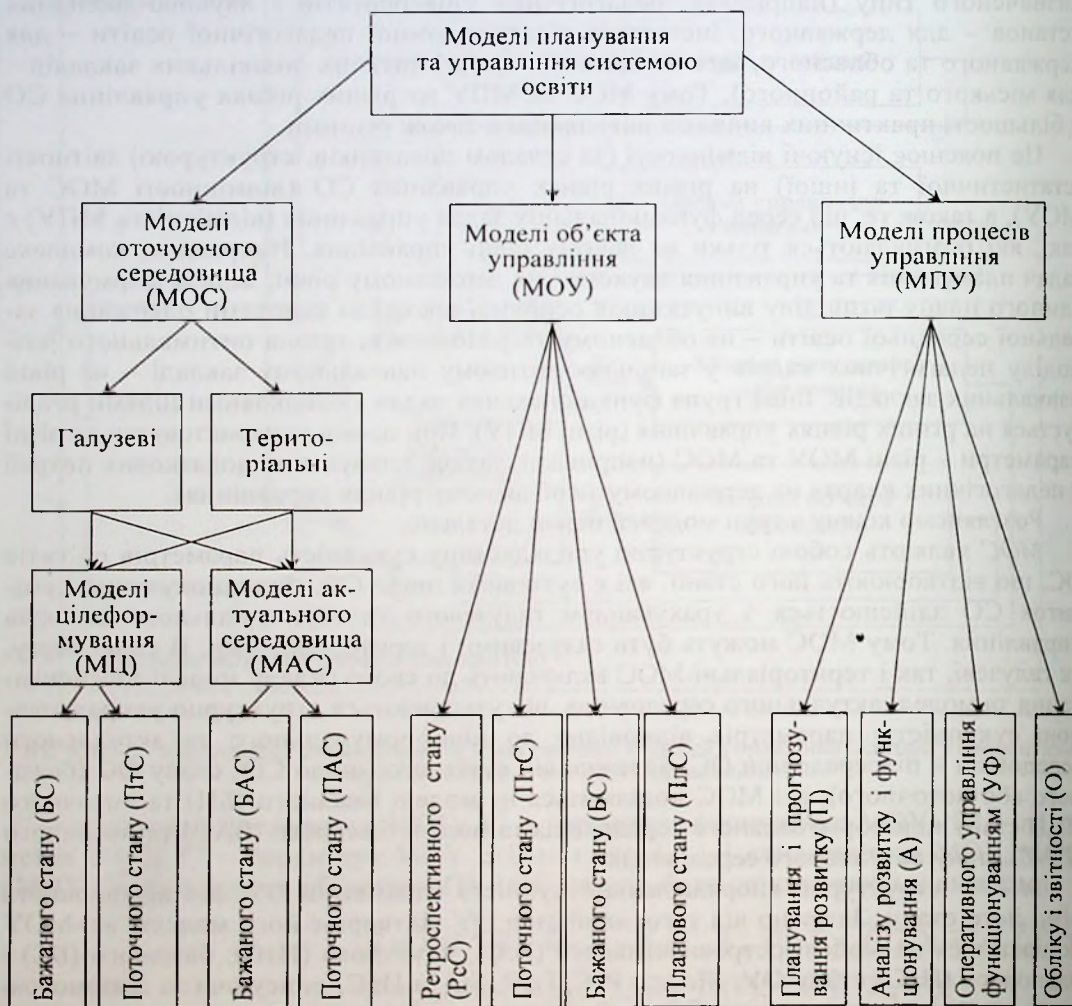
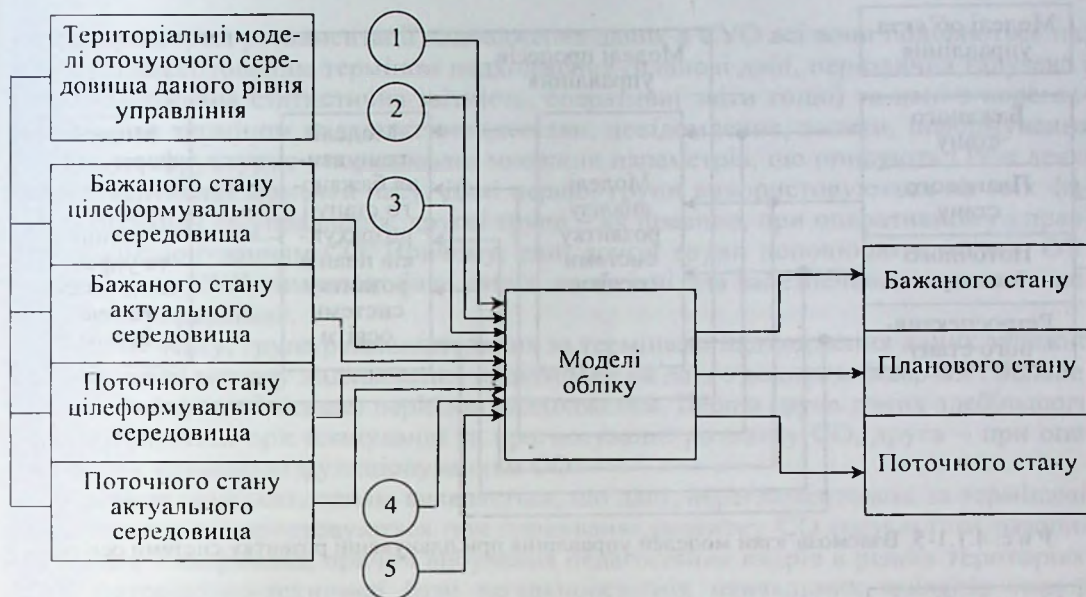
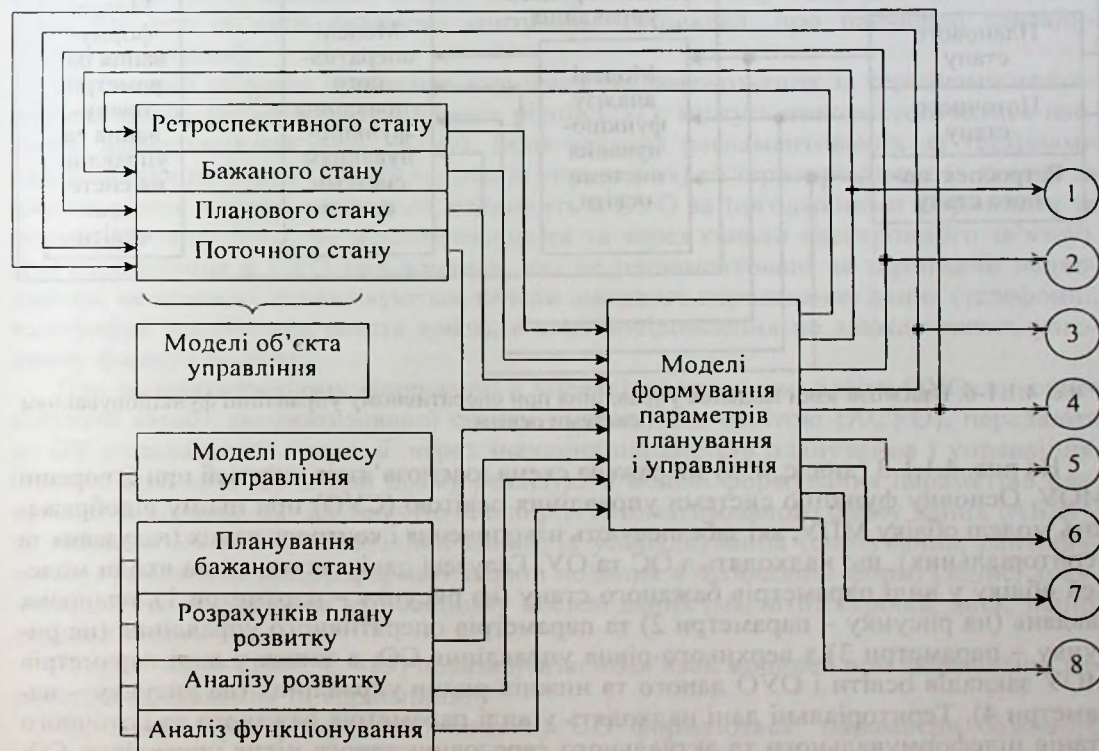


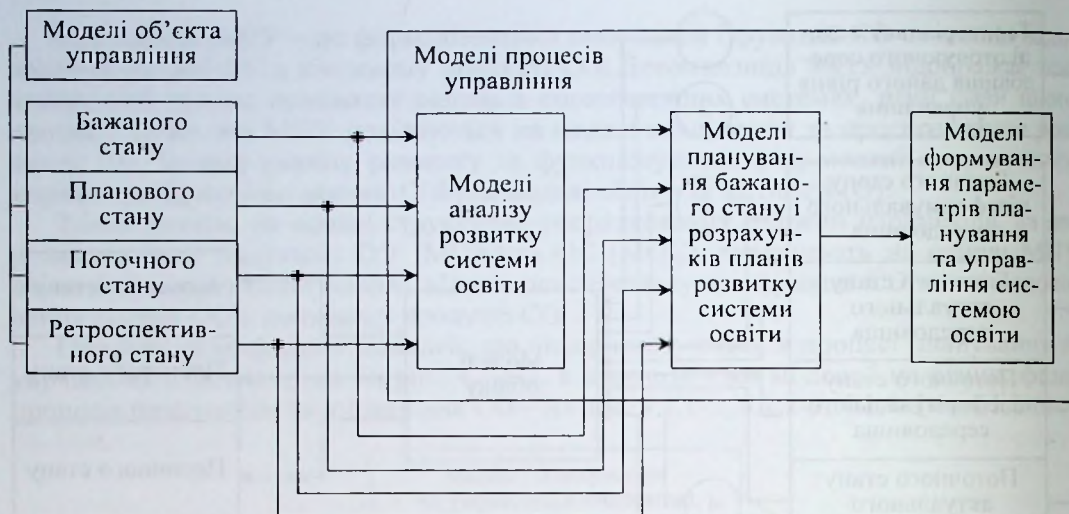
Рис. 4.1.1-2. Класифікація моделей планування та управління системою освіти



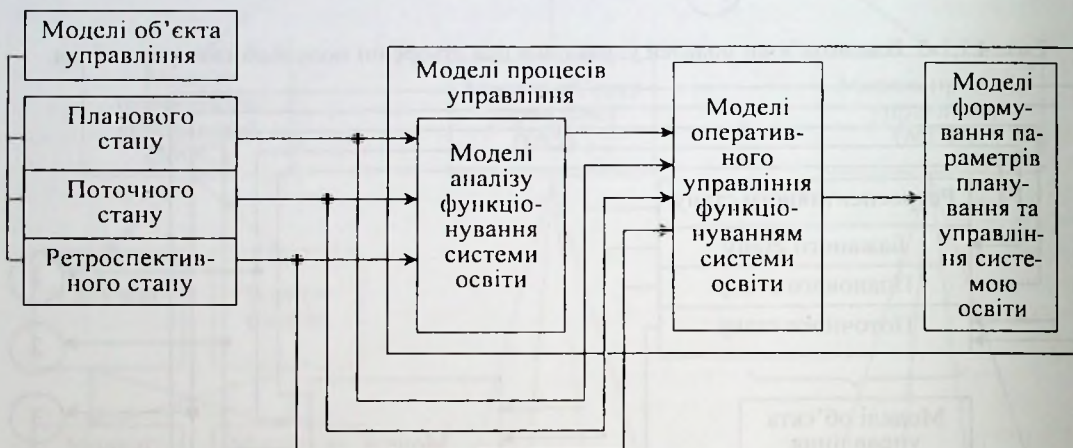
Р и с. 4.1.1-3. Взаємозв'язки моделей управління при створенні моделі об'єкта управління



Р и с. 4.1.1-4. Взаємозв'язки моделей управління при формуванні параметрів планування та управління системою освіти



Р и с. 4.1.1-5. Взаємозв'язки моделей управління при плануванні розвитку системи освіти



Р и с. 4.1.1-6. Взаємозв'язки моделей управління при оперативному управлінні функціонуванням системи освіти

На рис. 4.1.1-3 (див. с. 455) зображена схема взаємозв'язків моделей при створенні МОУ. Основну функцію системи управління освітою (СУО) при цьому відображають моделі обліку МПУ, які забезпечують накопичення і контроль даних (галузевих та територіальних), що надходять з ОС та ОУ. Галузеві дані надходять на входи моделей обліку у вигляді параметрів бажаного стану (на рисунку – параметри 1), планових завдань (на рисунку – параметри 2) та параметрів оперативного управління (на рисунку – параметри 3) з верхнього рівня управління СО, а також у вигляді параметрів МОУ закладів освіти і ОУО даного та нижніх рівнів управління (на рисунку – параметри 4). Територіальні дані надходять у вигляді параметрів бажаного та поточного станів цілеформувального та актуального середовищ даного рівня управління СО, а також параметрів з виходу територіальних моделей ОС нижніх рівнів управління СО (на рисунку – параметри 5).

За характером регламентації надходження даних в СУО всі вони поділяються на: дані з регламентованим терміном надходження (планові дані, періодична галузева і загальнодержавна статистична звітність, оперативні звіти тощо) та дані з нерегламентованим терміном надходження (довідки, повідомлення, запити, інформування тощо) – це структурно упорядковані множини параметрів, що описують ОУ в деякі нерегламентовані моменти часу. Дані першої групи використовуються на всіх фазах планування та управління, другої групи – як правило, при оперативному управлінні функціонуванням СО. Причому, дані другої групи доповнюють модель ОУ, утворюючи в СУО тимчасові бази даних, необхідні для забезпечення моделей оперативного управління.

У свою чергу, група регламентованих за термінами надходження даних залежно від тривалості періоду надходження поділяється на дані з великим (квартал і більше) та з малим (місяць і менше) періодом надходження. Перша група даних здебільшого використовується при плануванні та прогнозуванні розвитку СО, друга – при оперативному управлінні функціонуванням СО.

У деяких випадках, однак, виявляється, що дані, нерегламентовані за термінами надходження, використовуються при плануванні розвитку СО (результати разових обстежень – наприклад, причин вибування педагогічних кадрів в різних територіях; облік матеріально-технічної бази загальноосвітніх навчальних закладів тощо). Регламентовані ж за термінами надходження дані використовуються при оперативному управлінні (у випадках значного відхилення параметрів від планових або коли мова йде про об'єкти окремого контролю, наприклад, про навчальні заклади-новобудови тощо).

Як основні джерела первинних галузевих регламентованих за термінами надходження даних, що надходять з нижніх рівнів СУО, можуть використовуватися паспорти навчальних закладів і ОУО. Інша частина регламентованих за термінами надходження галузевих (з верхніх рівнів управління) та територіальних (з даного та нижніх рівнів управління) даних надходить в СУО за погодженими форматами та формою (в тому числі на машинних носіях та через канали електронного зв'язку). Для передавання в СУО повідомлень, що не регламентовані за термінами надходження, як правило, застосовуються канали швидкого передавання даних (телефонні, телеграфні, електронна пошта тощо), а самі повідомлення не завжди мають узгоджену форму і формат.

При автоматизованому плануванні й управлінні системою освіти ОУО, використовуючи засоби автоматизованої системи управління освітою (АСУО), передають до ОУ управляючий вплив $\bar{u}$ через значення параметрів планування і управління. Основні функції АСУО при цьому реалізують моделі формування параметрів планування й управління, забезпечуючи вибір із автоматизованого банку даних (АБД) – де зберігається МОУ, необхідних даних, їх упорядкування (сортування, ранжирування, групування тощо), форматизацію і подання в необхідній формі (запис, документ, сигнал тощо) та на відповідному носіїві даних (магнітна стрічка, диск, папір, дисплей тощо).

На рис. 4.1.1-4 (див. с. 455) показано взаємозв'язок моделей при формуванні параметрів планування та управління.

Як *параметри планування розвитку СО* формуються: параметри бажаного стану ОУ даного рівня та ОУО нижніх рівнів управління СО (на рисунку – параметри 1); планові стани ОУ і ОУО даного та нижніх рівнів управління СО (на рисунку – параметри 2). Ці параметри надходять також до МОУ, утворюючи групи параметрів

МОУ, що відображають параметри розвитку ОУО та ОУ даного та нижніх рівнів управління СО.

Як *параметри аналізу функціонування СО* формуються: параметри аналізу розвитку (на рисунку – параметри 3) і функціонування (на рисунку – параметри 4) СО на різних рівнях управління у розрізі територій, навчальних закладів тощо (статистична звітність, аналітичні довідки, порівняльні звіти тощо). На час планового періоду ці параметри входять до складу параметрів поточного стану ОУ, поповнюючи МОУ.

Як *параметри звітності* формуються: зведена галузева звітність (статистична тощо) ОУО даного та нижніх рівнів управління СО, що необхідна для управління СО відповідного регіону (на рисунку – параметри 5); звітність (статистична тощо) ОУО даного та нижніх рівнів управління СО, що необхідна для передавання до різних систем ОС – державні органи статистики, місцеві державні адміністрації, державні органи виконавчої влади тощо (на рисунку – параметри 6).

Як *параметри оперативного управління* формуються: параметри оперативного управління ОУ даного рівня та ОУО нижніх рівнів управління СО (на рисунку – параметри 7); параметри інформаційного забезпечення процесів прийняття управлінських рішень, як правило, для ОУО даного рівня управління СО, а також для будь-яких інших рівнів, якщо в АСУО реалізовано розподілені АБД (на рисунку – параметри 8).

З метою створення моделі ретроспективного стану ОУ моделі формування призначені для опрацювання даних БС, ПлС і ПтС об'єкта управління, а також параметрів аналізу функціонування СО (відбір груп даних з різними термінами зберігання, вилучення масивів даних, що не повинні зберігатися, тощо), забезпечуючи регулярне поповнення АБД даними із заданою періодичністю та глибиною ретроспективи.

Більшість вихідних параметрів моделей формування нижніх рівнів управління є вхідними параметрами моделей обліку верхніх рівнів СО. Тому (як і у випадку надходження даних до АСУО), при формуванні всі дані поділяються на дані з регламентованим і перегламентованим термінами формування, що спричинює регулярність використання моделей формування. Передавання сформованих значень параметрів планування та управління між рівнями здійснюється в узгоджених форматах і формі.

На рис. 4.1.1-5 (див. с. 456) показано взаємозв'язок моделей при плануванні розвитку СО. Основну функцію СУО в цьому режимі описують за допомогою моделей планування БС СО і результатів розрахунків планів розвитку СО, в яких як вхідні використовуються вихідні параметри МОУ та моделей аналізу.

При плануванні БС СО в моделі планування БС використовуються значення параметрів МОУ, що відображають БС, ПтС та РсС об'єкта управління, а також вимоги і стан ОС. Ці ж параметри надходять на вхід моделей аналізу, які призначені для аналізу варіантів досягнення БС СО з позиції вимог галузевих та територіальних цілеформувальних систем і актуального середовища, а також з урахуванням поточного і ретроспективного стану ОУ і актуального середовища. Результати аналізу у виді відповідних значень параметрів надходять (одночасно із значеннями параметрів МОУ) на вхід моделей планування БС.

У режимі розрахунку планів розвитку СО у відповідних моделях планування використовуються значення параметрів МОУ, що відображають ПС, ПтС, та РсС об'єкта управління, а також значення вихідних параметрів моделей аналізу, за допомогою яких здійснюється аналіз розроблених варіантів планових завдань з урахуванням вимог і стану ОС.

Після реалізації функцій планування БС і ПтС СО значення вихідних параметрів відповідних моделей планування після їх формування (з використанням моделі формування) передаються ОУО верхнього та нижнього рівнів управління і до навчальних закладів даного рівня управління, а також в органи та установи ОС, за рахунок чого реалізується прийнята технологія управління.

На рис. 4.1.1-6 (див. с. 456) показано взаємозв'язки моделей при оперативному управлінні функціонуванням СО. Основна функція СУО в цьому режимі описується за допомогою моделі оперативного управління функціонуванням СО, в якій відображаються автоматизовані функції формування варіантів рішень, оцінювання наслідків реалізації рішень та вибір варіантів рішень, що в подальшому приймаються. Як і у попередньому випадку, в цій моделі як вхідні параметри використовуються параметри МОУ, що відображають ПС, ПтС та РсС об'єкта управління, а також вихідні параметри моделей аналізу функціонування СО, за допомогою яких аналізується ефективність та якість функціонування СО з позицій ОС.

Основні функції МПУ наведені на рис. 4.1.1-7, а взаємозв'язки моделей СУО на різних фазах процесів планування і управління СО – в табл. 4.1.1-1 (див. с. 460–461) (скорочення назв складових МПУ, що використовуються в табл. 4.1.1-1 (див. с. 460–461), розкриті на рис. 4.1.1-7).

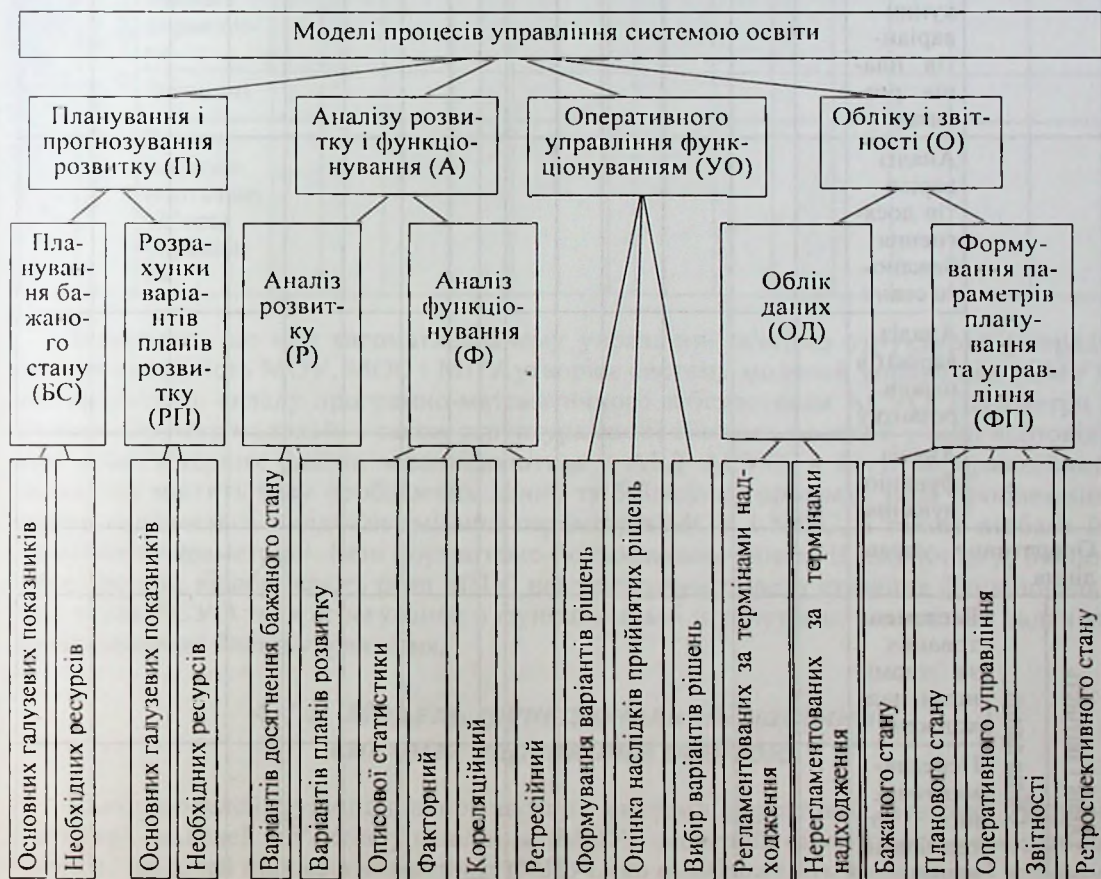


Рис. 4.1.1-7. Основні функції моделей процесів управління системою освіти

**Взаємозв'язки моделей на різних фазах процесів планування
та управління системою освіти**

Фази процесів планування та управління системою освіти			Моделі системи управління освітою														
			Моделі об'єкта управління				Моделі процесів управління						Моделі оточуючого середовища				
													МЦ		МАС		
													БС	ПлС	ПтС	РсС	П
БС	РП	Р	Ф	ОД	ФП												
Прогнозування і планування розвитку	Планування бажаного стану																
	Розрахунки варіантів планів розвитку																
	Аналіз варіантів досягнення бажаного стану																
	Аналіз варіантів планів розвитку																
	Аналіз функціонування																
Оперативне управління																	
Облік і звітність	Облік даних	Регламентованих за термінами надходжень															
		Нерегламентованих за термінами надходжень															

Фази процесів планування та управління системою освіти			Моделі системи управління освітою														
			Моделі об'єкта управління				Моделі процесів управління						Моделі оточуючого середовища				
													МЦ		МАС		
													БС	ПлС	ПтС	РсС	П
БС	РП	Р	Ф	ОД	ФП												
Формування параметрів планування та управління	Планування бажаного стану																
	Варіантів планів розвитку																
	Оперативного управління																
	Звітності																
	Ретроспективного стану об'єкта управління																

Зазначимо, що при автоматизованому управлінні освітою структурно упорядкована сукупність МОУ, МОС і МПУ утворює систему моделей управління (СМУ), що входять до складу програмно-математичного забезпечення АСУО. Параметри і будова окремих моделей, а також структура самої системи моделей у виді відповідних комп'ютерних файлів завантажуються в АБД АСУО, в його інформаційний фонд, що містить базу проблемних даних та бібліотеку програм. База проблемних даних складається з підбази змінних параметрів МОУ і МОС, а також підбази їх незмінних параметрів – бази нормативно-довідникових даних. В свою чергу, бібліотеки програм відображають різні МПУ, що забезпечують розв'язування функціональних задач АСУО та їх агрегування в функціональні підсистеми, комплекси задач та функціональні блоки управління.

4.1.2. Модель функціональної частини системи управління освітою

Склад моделей функціональної частини системи управління освітою утворює множина моделей об'єктів управління (МОУ), моделей оточуючого середовища (МОС) і моделей процесів управління (МПУ), що відображають *внутрішні* і *зовнішні* процеси стосовно системи освіти (СО), а також взаємозв'язки об'єктів, що входять

до складу СО. Цілісна скінченна упорядкована множина методично сполучених та інформаційно узгоджених МОУ, МОС і МПУ утворює систему моделей (СМ) управління освітою.

Якщо для моделювання системи управління освітою (СУО), яка є частиною СО, обрати цільовий аспект, що в СУО відображається її *функціональними підсистемами* (функціональними частинами), то як підсистеми СМ виділяються ті її частини, які відтворюють різні функції СУО.

Використовуючи підхід, наведений у розділі 2.4.2, подамо будову СМ СУО (далі – СМ) в *графічній формі*. Ця форма подання СМ дозволить забезпечити високу наочність відображення в моделі СМ тих аспектів моделювання СУО, які визначені в розділах 2.4.2-1 та 2.4.2-2 і є суттєвими в межах даного розгляду.

Спочатку розглянемо підходи щодо формування *графічної моделі будови СМ*. У подальшому наведені підходи будуть поширені і на формування графічної моделі *функціонування СМ*.

Враховуючи упорядковану множину системоутворювальних зв'язків між частинами СУО, графічну модель будови СМ подамо у виді просторової фігури – циліндра (назвемо його *циліндром моделей* – ЦМ), як показано на рис. 4.1.2-1.

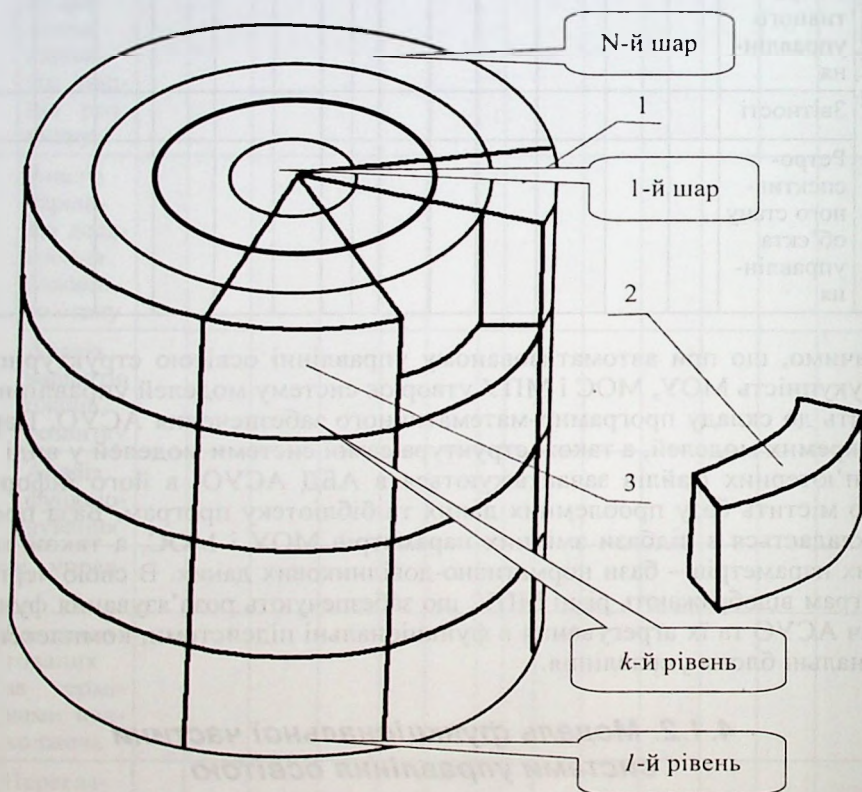


Рис. 4.1.2-1. Модель будови системи моделей управління освітою (циліндр моделей):

1 – $(L - l)$ -й сектор; 2 – структурний елемент циліндра моделей (k-й рівень, n-й шар; l-й сектор); 3 – перший сектор

Весь ЦМ, що містить окремі моделі, поділений на k рівнів, n шарів та l секторів ($k = \overline{1, K}$; $n = \overline{1, N}$; $l = \overline{1, L}$, де K, N, L – кількість, відповідно, рівнів, шарів і секторів у ЦМ).

Наявність рівнів у ЦМ ототожнюється з відповідними організаційними рівнями СУО, шарів – з поетапністю її розвитку, секторів – з наявністю в СУО підсистем (функціональних, забезпечувальних).

Номер рівня ЦМ (k) вказує, що всі моделі та підсистеми даного рівня відображають процеси та об'єкти на відповідному організаційному рівні СУО (державному – $k = 1$, обласному – $k = 2$, районному – $k = 3$ на рівні навчальних закладів і установ – $k = 4$).

Ієрархічна (рівнева) структура ЦМ відображає змістову сторону розподілу цілей і функцій управління на різних організаційних рівнях СО, а відповідно і СУО. Для кожного рівня СУО формуються свої порівневі цілі і функції управління. Таким чином, кожен рівень ЦМ включає в себе структурно упорядкований набір моделей планування та управління, що з необхідністю і достатністю відображає цілі та функції СУО на відповідному рівні управління СО. При цьому, набір і структура сукупності моделей, що розміщуються на одному рівні ЦМ, утворюють математичне забезпечення відповідного рівня автоматизованої СУО (АСУО). Таким чином, ЦМ є однією з можливих моделей будови математичного забезпечення АСУО.

Шари ЦМ відображають, з одного боку, наявність самого процесу розвитку СУО, а з іншого – поетапний характер цього процесу. Розвиток ЦМ взаємообумовлений розвитком самої СУО, під яким розуміється цілеспрямований у часі процес кількісних та якісних змін будови та функціонування СУО, що призводить до прогресивного її розвитку, більш досконалого виконання заданих СУО функцій.

Етапний характер цього розвитку виражає специфіку життєвого циклу СУО (поетапністю її розвитку), який, в свою чергу, зумовлений особливостями процесу реалізації цілей розвитку СО.

Еволюційно-поетапний характер створення і розвитку СУО зумовлений такими основними причинами:

- дискретним характером фінансового забезпечення – фінансування робіт здійснюється за періодами планування (місячні, квартальні, річні плани фінансування, фінансування окремих проектів);
- тимчасовістю, етапністю виконання робіт (поетапним характером проектів розвитку, тимчасовістю виконання окремих проектів);
- ступінчастим (за рівнями та у часі) характером змін параметрів технічних засобів і технологій (від покоління до покоління), а також загальносистемного програмно-математичного забезпечення АСУО (від версії до версії), що створюються і застосовуються в СУО;
- поступовим поглибленням осмислення і формального подання процесів та явищ, що відбуваються як у самій СО, так і в ОС; поступовим розвитком методів моделювання, що дозволяють дослідити і будувати якісно нові моделі та алгоритми планування та управління СО;
- поступовим, постійним і неперервним удосконаленням кадрів управління, що здатні ефективно застосовувати нові методи, моделі і програмно-технічні засоби в практиці планування та управління СО;
- дискретним характером (за масштабами та у часі) змін соціально-економічних вимог цілеформування систем ОС (постанови, реформи, програми, проекти)

до рівня розвитку СО та її системи управління, а також вимог актуального середовища до якісного і кількісного рівнів кінцевих результатів функціонування СО;

- дискретним характером (за результатами та у часі) введення в дію законодавчих і нормативних актів, норм і нормативів, що регулюють розвиток СО, а також організаційно-структурних перетворень, що проводяться як в СО, так і в системі управління нею;

- дискретним характером (за результатами та у часі) впровадження педагогічних інновацій, що потребує відповідних управлінських дій в СО і навіть в окремих випадках зумовлює зміни її (або її частин) організаційно-функціональної структури.

Шарова структура ЦМ виражає стратегію розвитку СУО, послідовність впровадження її елементів. Для кожного етапу створення та розвитку СУО апіорі задаються поетапні цілі (найчастіше – це цілі типу функції і/або типу кінцевого продукту). Отже, кожний шар ЦМ включає у себе структурно упорядкований набір моделей планування та управління, що з необхідністю та достатністю забезпечує поетапні цілі створення та розвитку СУО. Поява нових шарів у будові ЦМ свідчить про перехід СУО на новий якісний рівень, що забезпечує досягнення нових, більш високих цілей управління освітою. Наприклад, така ситуація типово виникає при введенні в дію автоматизованої системи управління освітою (АСУО), а також на подальших етапах її розвитку та вдосконалення (відповідних черг розвитку АСУО).

Вочевидь, що при розвитку СУО, а відповідно і ЦМ, повинен бути забезпечений принцип наступності, що передбачає раціональне і виважене поєднання старого і нового на кожному етапі розвитку СУО [353]. Тому неперервний адаптивний до вже існуючої СУО її розвиток передбачає входження окремих моделі ЦМ у більш ніж один шар ЦМ.

Відзначимо ще одну важливу особливість модельного подання ЦМ у виді ЦМ. У шаровій структурі ЦМ, окрім відтворення еволюційно-поетапного характеру розвитку ЦМ, також передбачається, що, відповідно до принципу конструктивної повноти системи [353], до ЦМ повинна входити повна специфікація елементів ЦМ, що визначена на етапі її проектування і в якій враховується поетапність введення СОУ в дію. При цьому закон розвитку будови ЦМ та ЦМ, що її подає, може бути отриманий розчленуванням (але не послідовним нарощенням) повної будови ЦМ на відповідні стадії проектування і введення окремих структурних одиниць СУО в дію.

Поділ ЦМ на сектори спричинений необхідністю відобразити в будові ЦМ належність різних моделей СУО до тих чи інших підсистем. Таким чином, кількість секторів ЦМ відповідає кількості підсистем у списку підсистем СУО. Список підсистем складається з повної специфікації підсистем СУО (функціональних, забезпечувальних, блоків управління, комплексів задач тощо) незалежно від принципу об'єднання моделей в ту чи іншу підсистему. Тому одні і ті самі моделі можуть одночасно входити до різних підсистем.

Наявність секторів у ЦМ відображає, таким чином, можливість агрегування різних моделей із набору ЦМ за ознакою спільності у них тих чи інших властивостей (наприклад, моделей, що відображають стан однотипових навчальних закладів, або моделей, що описують процеси забезпечення навчальних закладів однотиповими ресурсами).

Якщо в сектор ЦМ об'єднуються моделі, розташовані на різних рівнях ЦМ, то такий сектор є моделлю «наскрізної» підсистеми, тобто підсистеми, що подає наскрізні (між рівнями управління СО) функції управління СО. В окремому випадку

сектор ЦМ може складатися тільки з однієї моделі або включати до свого складу по одній моделі, що розташовані на кількох або на кожному рівні ЦМ. В останньому випадку такий сектор ЦМ буде моделлю однієї з наскрізних функцій СУО.

Через склад і структуру СМ визначаються такі властивості СУО, які значною мірою характеризують науково-технічний рівень управління освітою, той соціально-економічний ефект, який виникає в результаті використання в управлінні економіко-математичних методів, засобів обчислювальної техніки та передавання даних. Комплексний розвиток будови СМ надає СУО нові властивості, одні з яких зумовлені введенням у СУО нових і удосконаленням існуючих моделей управління (розвиток складу системи), а інші – є емерджентними, що породжуються властивостями СУО, які не виводяться з властивостей її елементів (розвиток структури СУО). Емерджентні властивості зумовлюють появу додаткового ефекту, що спричинений комплексним розвитком СУО (ефектом цілісності), який тим вищий, чим глибша комплексність розвитку СУО. В свою чергу, розвиток складу СМ виражається у кількісній та якісній зміні її структурних одиниць, а розвиток структури – у зміні кількості шарів, секторів та рівнів ЦМ (що відображають окремі наскрізні функції управління), а також характеру зв'язків між його моделями, секторами та рівнями.

Розглянемо підходи щодо формування *графічної моделі* функціонування СМ.

Вочевидь, елементний склад моделей будови і функціонування СМ між собою не збігаються. Однак аналіз аспектів моделювання будови СМ (розділ 2.4.2.1) і її функціонування (розділ 2.4.2.2) вказує на єдність системоутворювальних зв'язків між елементами складу моделей будови і функціонування СМ. Ця єдність подання структури будови і функціонування СМ є виявом єдності цілей створення і використання цих моделей, виразом принципу структурної подібності (гомоморфності) систем моделей, що представляють будову певної системи та її функціонування.

Тому графічну модель функціонування СМ теж подамо у виді циліндра, який назовемо *циліндром операцій* (ЦО). Його зображення і розподіл на елементи є аналогічним до моделі будови СМ, що наведена на рис. 4.1.2-1 (див. с. 462). Однак, на відміну від ЦМ, весь простір ЦО містить окремі операції, які відповідним чином зв'язані між собою, що зумовлює такі особливості функціонування СМ, які пов'язані з характером цілеспрямованих взаємозв'язків різних структурних одиниць будови СМ.

Окремо підкреслимо, що структура розвитку функціонування СМ, з одного боку, відображає тенденції і закономірності удосконалення процесів моделювання станів об'єкта управління, а з іншого – формується у нерозривному зв'язку з розвитком будови СМ, що виражається в еволюційно-поетапних змінах методів і технологій управління освітою, зростанні рівня ділових компетентностей кадрів управління на всіх організаційних рівнях СУО. При цьому упорядкована (за шарами *n* ЦМ і ЦО) сукупність зв'язків на множині моделей і операцій СМ представляє закон (структуру) еволюційно-поетапного розвитку будови СУО та її функціонування – закон розвитку статичної і динаміки СМ.

Нарешті відзначимо, що часові параметри в моделі функціонування СМ включають час, що необхідний для здійснення відповідних прямих і зворотних зв'язків між елементами її будови. Всі ж часові параметри структури функціонування СМ набувають своїх конкретних значень тільки після того, як стає зрозумілим, за допомогою яких розв'язувальних систем будуть реалізовані ті або інші моделі операцій і процедури прийняття рішень. Тобто, значення вказаних часових параметрів проявляються вже в моделях систем задач СУО, про які мова піде у наступному розділі.

4.1.3. Системи задач управління освітою

Використовуючи запропонований в розділі 2.5 підхід, здійснимо опис (виконаємо моделювання) систем задач (СЗ) управління системою освіти (СУО).

Окремо розглянемо особливості подання в моделях СЗ СУО (далі – СЗ) функціонального (цільового) аспекту і аспекту реалізації.

Відповідно до розділу 2, рис. 2.5.2-1 (див. с. 274), нагадаємо, що СМ є підсистемою відповідної їй СЗ, що розв'язуються в СУО. Тому аспекти моделювання і підходи, що були використані при формуванні графічних моделей СМ (ЦМ і ЦО), доцільно застосувати і при поданні графічної моделі СЗ управління освітою. Отже, графічну модель системи задач СУО подамо у виді циліндра. Оскільки найменування моделей операцій і відповідних функціональних і забезпечувальних задач СУО, як правило, однакові, то замість терміна «циліндр моделей» при поданні будови (статики) СЗ будемо використовувати термін «циліндр задач» (ЦЗ), який в цьому випадку є синонімом терміну «циліндр моделей». Зображення ЦЗ і розподіл його на елементи є аналогічними до тих, що використані в графічній моделі будови СМ (рис. 4.1.2-1, див. с. 462). Однак, на відміну від ЦМ і ЦО, весь простір ЦЗ містить окремі задачі, які відповідним чином пов'язані між собою, що відображає характер цілеспрямованих взаємозв'язків різних структурних одиниць системи задач, особливості реалізації в СУО тих чи інших її зовнішніх і внутрішніх (відносно СО) функцій. Наявність рівнів у ЦЗ ототожнюється з відповідними організаційними рівнями СУО, шарів – з послідовністю (поетапністю) введення в дію і подальшим розвитком СУО, секторів – з наявністю в СУО підсистем (функціональних, забезпечувальних, блоків управління та ін.), в яких об'єднуються різні функціональні і забезпечувальні задачі СУО.

Що стосується функціональної моделі СЗ, то, оскільки через задачі відображаються відповідні операції над елементами даних, функціонування цієї моделі СЗ в графічній формі може бути подане циліндром операцій (ЦО), який повністю відповідає ЦО системи моделей, що є підсистемою цієї СЗ.

Розглянемо особливості моделювання в СЗ управління освітою аспекту реалізації.

Для вияву складу і структури (статики і динаміки) забезпечувальної моделі СЗ, а також вибору способів її подання виконаємо таке.

По-перше, оберемо критеріями елементарності частин СЗ на верхньому рівні її декомпозиції такі, які відповідають складу елементів узагальненої моделі задачі (розділ 2, рис. 2.1-1, див. с. 223).

Тоді, елементами *верхнього рівня* моделі СЗ будуть такі її складові:

- формувальна частина (ФЧ) або підсистема СЗ, що відображає її функціональний аспект;
- розв'язувальна частина (РЧ) або підсистема СЗ, що відображає її аспект реалізації.

Врахування упорядкованих взаємозв'язків формувальної частини (ФЧ) і розв'язувальної частини (РЧ) СЗ забезпечує розв'язування задач планування й управління СО. При цьому СЗ виступає (крім усього іншого) як система комплексного моделювання станів, що притаманні як об'єктам управління СО, так і суттєвим об'єктам ОС.

По-друге, критерій подальшої декомпозиції СЗ оберімо таким, аби склад елементів моделі СЗ (мова опису СЗ) на другому рівні декомпозиції відповідав складу елементів (мові опису) узагальненої моделі соціальної діяльності (рис. 2.1-2, див. с. 239).

Тоді елементами *другого рівня* моделі СЗ будуть такі складові СУО:

- суб'єкти управління (суб'єкти діяльності);
- забезпечувальні засоби управління (засоби діяльності);
- система параметрів управління (предмет діяльності).

При цьому структурно упорядкована сукупність об'єктів управління та забезпечувальних засобів СУО утворює розв'язувальну частину СЗ, а система параметрів управління – її формувальну частину. Тут під суб'єктом управління розуміється суб'єкт будь-якого рівня соціальної культури (особа, група осіб і т.ін.), що утворює особовий склад органів управління освітою (ОУО).

Система управління забезпечує опрацювання управлінських даних і вироблення управлінських рішень, необхідних для управління об'єктами СО. У такому розумінні дані (управлінські), що опрацьовуються, є в системі управління предметом діяльності, на основі яких суб'єкт управління, використовуючи відповідним чином засоби управління, здійснює управлінську діяльність.

Характер упорядкованого використання елементів РЧ встановлює технологічні особливості реалізації етапів управлінської діяльності і визначається, в основному, науково-технічним рівнем розвитку забезпечувальних засобів СУО, а також ступенем «навченості» суб'єктів управління (рівнем їхніх знань і вмінь у галузі використання сучасних методів і засобів управління).

Вибір і ступінь використання кожного з елементів РЧ при здійсненні різних етапів управлінської діяльності залежить більшою мірою від рівня формалізації задач управління та їх фрагментів. Суб'єкт управління, як правило, залучається до реалізації неформалізованих (або погано формалізованих) процедур управління, а програмно-технічні засоби СУО в автоматизованій СУО – до реалізації процедур, що піддаються формальному опису.

Оскільки кожен з етапів управлінської діяльності складається з упорядкованої сукупності формалізованих та неформалізованих процедур управління, то і всю управлінську діяльність можна розглядати як упорядковану сукупність автоматизованих процедур розрахунків і вироблення управлінських рішень, а також узгодження результатів розрахунків і рішень у процесі планування й управління СО.

Що стосується формувальної частини СЗ, то з урахуванням сформульованих цілей побудови та використання моделі СЗ, що передбачає відтворення в моделі багатьох важливих зв'язків між елементами забезпечувальної моделі СЗ та її функціональною моделлю, здійснімо декомпозицію ФЧ СЗ – системи управлінських даних на відповідні елементи. Критерій декомпозиції при цьому оберімо таким, щоб модельний опис системи управлінських даних відображав найважливіші аспекти системи – її будову і функціонування.

Тоді елементами *третього рівня* моделі СЗ – елементами декомпозиції її ФЧ – будуть такі складові СУО:

- елементи управлінських даних;
- система моделей управління.

Елементи управлінських даних являють собою:

- елементи даних взаємозв'язків СМ з об'єктом управління (вхідні $\bar{x}$ і вихідні $\bar{y}$);
- елементи даних взаємозв'язків СМ з оточуючим середовищем (вхідні $\bar{x}$ і вихідні $\bar{y}$);
- елементи даних взаємозв'язків СМ з суб'єктами управління (вхідні $\bar{v}$ і вихідні $\bar{w}$);

• службові дані, що необхідні для здійснення забезпечувальних функцій СЗ (зміст змінних $\bar{s}$, $\bar{u}$, $\bar{x}$, $\bar{y}$, $\bar{v}$, $\bar{w}$ описано у розділі 4.1.1 при поясненні рис. 4.1.1-1, див. с. 452).

Таким чином, структурно упорядкована (за допомогою СМ) сукупність елементів управлінських даних утворює систему управлінських даних.

Завершуючи декомпозицію СЗ на елементи та вибір суттєвої множини зв'язків між ними, подамо модель СЗ у складі узагальненої моделі управління СО (рис. 4.1.3-1). Тут на вході моделі СЗ, окрім описаних вище елементів, вказані цілі управління (неформаловані та складноформалізовані, які не відображені в СМ), що впливають з призначення СО, ресурси управління та обмеження, що накладаються на властивості управлінських функцій СУО (кінцевих результатів розв'язування СЗ) іншими системами, на вхід яких ці управлінські функції надходять, – обмеження з боку навчальних закладів та елементів ОС (підсистем «населення» і «природа»).

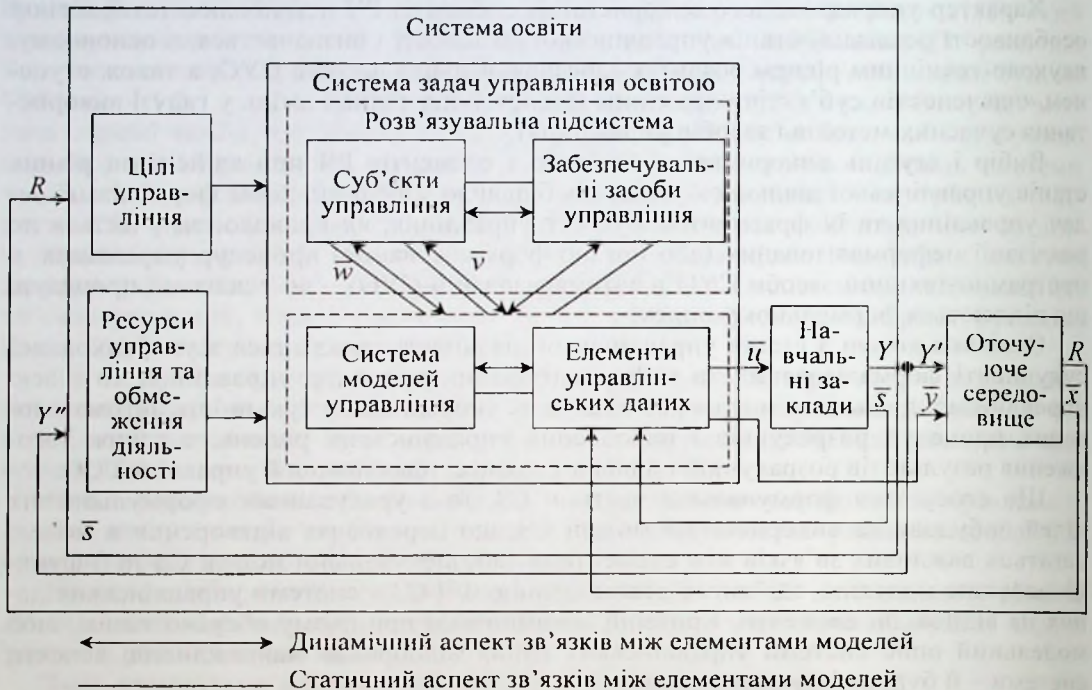


Рис. 4.1.3-1. Узагальнена модель управління системою освіти

Укрупнену технологічну модель реалізації автоматизованих функцій управління освітою, яка спирається на наведену вище модель СЗ, можна подати так.

Описи СМ (найчастіше в аналітичній або матричній формі), що відображають статистику і динаміку елементів управлінських даних, а також структуру самої СМ, перетворюються за допомогою засобів програмного забезпечення РЧ на машинні програми. Ці програми за допомогою загальносистемних програмно-технічних засобів РЧ завантажуються в автоматизований банк даних (АБД) СУО у виді бібліотек функціональних та забезпечувальних програм. Оскільки АБД є одним із загальносистемних забезпечувальних засобів СУО, описи СМ у виді машинних

програм переміщуються з ФЧ до РЧ. Суб'єкт управління, використовуючи загальносистемні програмно-технічні засоби РЧ та бібліотеки програм, забезпечує надходження в СЗ вхідних елементів даних ($\bar{x}, \bar{y}$) та їх завантаження у бази проблемних даних АБД. Таким чином, як самі елементи управлінських даних, так і описи їх статичної і динамічної поведінки виявляються розміщеними в РЧ СЗ, а вся СЗ стає готовою до реалізації тих чи інших функцій управління (автоматизованих і/або неавтоматизованих). Здійснюючи управлінську діяльність, суб'єкти управління за допомогою загальносистемних програмно-технічних засобів РЧ та бібліотеки програм відповідним чином використовують базу проблемних даних, забезпечуючи розв'язування задач планування та управління СО та подальше виведення з СЗ значень вихідних елементів даних ($\bar{y}, \bar{u}$).

Аналіз функціональної і забезпечувальної моделі СЗ управління освітою дозволяє зробити висновок, що структурно упорядкована сукупність функціональної та забезпечувальної моделей СЗ з встановленням суттєвих зв'язків між СЗ і ОУ, а також між СЗ і ОС являє собою одну з можливих моделей СУО. При цьому модель формування частини СЗ (її функціональна модель) виражає функціональний (цільовий) аспект моделювання СУО в цілому, будучи таким чином моделлю функціональної частини СУО. В свою чергу, модель розв'язувальної частини СЗ (її забезпечувальна модель) відтворює аспект реалізації СУО, будучи моделлю забезпечувальної частини СУО.

Система управління освітою виконує широкий спектр функцій, які, залежно від призначення, можна поділити на основні – управлінські (виробничі – з позиції суб'єктів управління) та на забезпечувальні – ті, що підтримують основні (виробничі – з позиції персоналу, що здійснює експлуатацію СУО у її відповідних обчислювальних підрозділах).

Управлінські функції СУО – це функції, що спрямовані на реалізацію призначення СО щодо задоволення потреб ОС в кінцевих результатах функціонування СО, для чого здійснюється відповідний технологічний процес прийняття рішень в оргсистемах, різні фази цього процесу (планування, аналіз, оперативне управління, облік). Управлінські функції, як правило, реалізуються за безпосередньою участю суб'єктів управління.

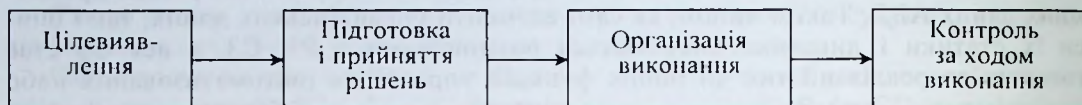
У свою чергу, забезпечувальні функції СУО – це функції реалізації (автоматизованої і/або неавтоматизованої) управлінських функцій та здійснення необхідного для цього технологічного процесу (автоматизованого і/або неавтоматизованого) збирання, зберігання та опрацювання управлінських даних. Ці ж функції забезпечують нормативно-правове регулювання організації і функціонування СУО в СО, а також взаємозв'язки СУО з системами верхнього рівня управління. Як правило, забезпечувальні функції СУО реалізуються за безпосередньої участі експлуатаційного персоналу СУО.

Управлінські та забезпечувальні функції СУО реалізуються за допомогою розв'язувальної частини СЗ.

Опис управлінських функцій СУО подає в моделях процесів управління СМ, склад яких наведено на рис. 4.1.1-7 (див. с. 459), а характер взаємозв'язків на різних фазах процесу планування й управління СО описаний в розділі 4.1.1.

Реалізація всієї сукупності управлінських функцій є призначенням СУО. Хоча змістовий бік кожної з управлінських функцій є специфічним, однак у загальних випадках *технологічну модель* реалізації управлінських функцій (назвемо її узагальненою моделлю етапів управлінської діяльності) можна подати чотирма пов'язаними

між собою елементами: цілевиявлення, підготовка та прийняття рішення, організація виконання, контроль за ходом виконання (рис. 4.1.3-2).

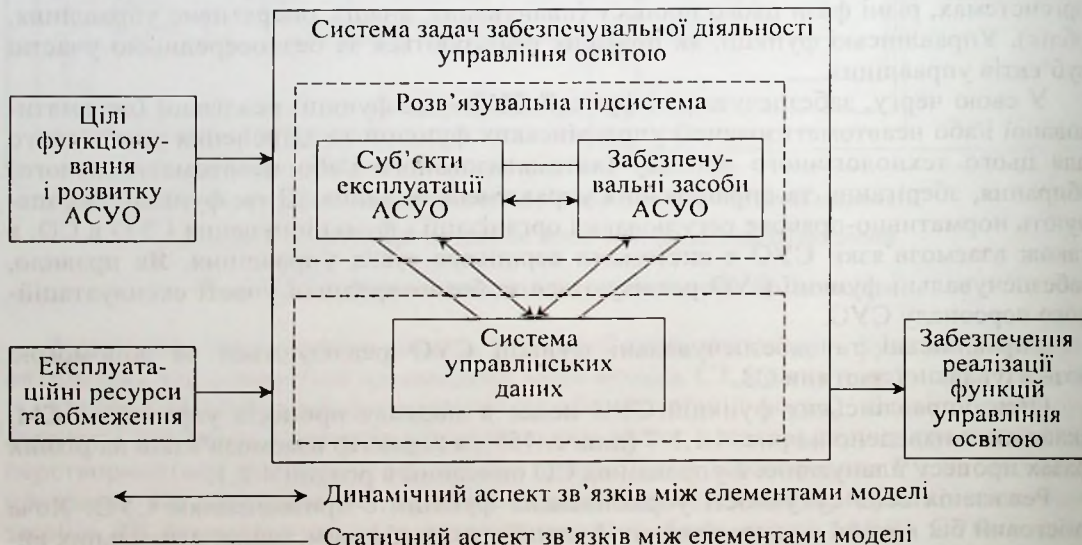


Р и с. 4.1.3-2. Узагальнена модель етапів управлінської діяльності

Для виявлення складу забезпечувальних функцій СУО виконаємо декомпозицію забезпечувальних засобів СУО розв'язувальної частини СЗ, за допомогою яких реалізуються ці функції без участі суб'єктів управління. Критерієм декомпозиції оберімо такий, щоб склад елементів забезпечувальних засобів СУО відповідав загальноприйнятому складу [81, 100, 152, 265, 359, 369] забезпечувальних підсистем у системах управління (видів забезпечення систем управління).

Тоді елементами декомпозиції забезпечувальних засобів СУО будуть такі види забезпечення (забезпечувальні підсистеми): програмне, інформаційне, технічне, кадрове і організаційно-правове. При цьому вважатимемо, що кожна з перелічених забезпечувальних підсистем (видів забезпечення) реалізує однойменну забезпечувальну функцію СУО. Під кадровою забезпечувальною функцією розуміється упорядкована сукупність функцій СУО, що реалізуються експлуатаційним персоналом обчислювальних підрозділів СО – суб'єктами експлуатації СУО відповідно до прийнятої в СУО технології збирання, опрацювання та зберігання управлінських даних.

Реалізація всієї сукупності забезпечувальних функцій становить забезпечувальну діяльність СУО. З позицій узагальненої моделі соціальної діяльності (розділ 2, рис. 2.1-2, див. с. 239) модель забезпечувальної діяльності автоматизованої системи управління освітою (АСУО), яку реалізують обчислювальні підрозділи СУО, показано на рис. 4.1.3-3. Елементами цієї моделі є:



Р и с. 4.1.3-3. Модель забезпечувальної діяльності автоматизованої системи управління освітою (АСУО)

- на вході – цілі функціонування та розвитку забезпечувальної діяльності СУО, що впливають з цілей управління СО; експлуатаційні ресурси, що необхідні для здійснення забезпечувальної діяльності СУО; обмеження з боку суб'єктів управління (обмеження формувальної частини СЗ, зустрічні стосовно її розв'язувальної частини) та з боку елементів ОС (регіональних органів управління, на території яких функціонує обчислювальний підрозділ СО, що підтримує експлуатацію СУО);

- на виході – забезпечення реалізації управлінських функцій – як результатів здійснення забезпечувальної діяльності СУО;

- всередині моделі – суб'єкти експлуатації СУО, забезпечувальні засоби СУО та система управлінських даних.

Для виявлення повного складу моделей СЗ, що описують СЗ з позицій, суттєвих для даного розгляду, виконаємо декомпозицію усієї сукупності моделей СЗ на елементи:

- на верхньому рівні за видами функціонування СУО – управлінського (основного), що здійснюється за безпосередньої участі суб'єктів управління, та забезпечувального (допоміжного), що здійснюється за безпосередньої участі суб'єктів експлуатації СУО.

Тоді елементами декомпозиції верхнього рівня моделі СЗ будуть:

- моделі управлінської діяльності;
- моделі забезпечувальної діяльності.

Критерієм подальшої декомпозиції моделей СЗ оберімо такий, щоб склад моделей на цьому рівні відображав в СЗ статику і динаміку управлінської та забезпечувальної діяльності.

Тоді елементами декомпозиції моделі управлінської діяльності СУО будуть:

- моделі складу і структури управлінських функцій (опис статичності);
- моделі реалізації управлінських функцій (опис динаміки).

У свою чергу, елементами декомпозиції забезпечувальної діяльності СУО будуть:

- моделі складу і структури забезпечувальних засобів (опис статичності);
- моделі реалізації забезпечувальних функцій (опис динаміки).

Якщо критерієм елементності складу моделей СЗ на третьому рівні декомпозиції обрати такий, щоб елементами декомпозиції були описи технологічних процесів, за допомогою яких реалізується управлінське та забезпечувальне функціонування СУО, а також описи усіх видів забезпечення СУО, то елементами третього рівня декомпозиції будуть:

- технологічні моделі процесів прийняття управлінських рішень, що є моделями реалізації управлінських функцій СУО;

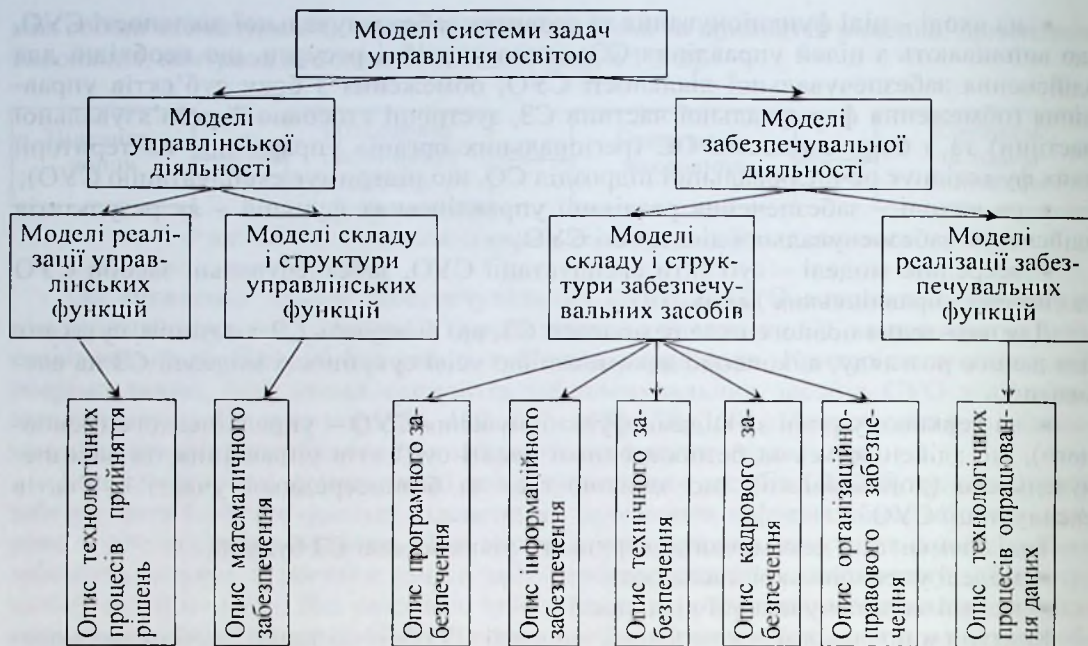
- технологічні моделі процесів автоматизованого збирання, опрацювання та зберігання управлінських даних, що є моделями реалізації автоматизованих забезпечувальних функцій СУО;

- опис математичного забезпечення АСУО, що є моделлю складу та структури автоматизованих управлінських функцій СУО;

- опис програмного, інформаційного, технічного, кадрового та організаційно-правового забезпечення СУО, що є моделями складу та структури відповідних забезпечувальних засобів АСУО.

Склад моделей СЗ управління СО наведено на рис. 4.1.3-4 (див. с. 472).

Описи елементів третього рівня декомпозиції моделей СЗ входять до складу відповідних розділів проектно-технічної документації (ПТД) на АСУО, вимоги до складу та змісту якої наведені в [369].



Р и с. 4.1.3-4. Склад моделей системи задач управління освітою

Додатково відзначимо, що опис кадрового забезпечення СУО, окрім іншого, включає вимоги до складу і рівня кваліфікації суб'єктів експлуатації, тобто до персоналу, який підтримує експлуатацію АСУО, всіх її забезпечувальних засобів.

У свою чергу, організаційно-правове забезпечення АСУО включає технологічні моделі та сукупність правових норм, що встановлюють і закріплюють правовий статус АСУО та всіх її ланок, відображуючи тим самим організаційно-правовий аспект функціонування СУО та її об'єктів в умовах функціонування АСУО. Питання організаційно-правового забезпечення розробки автоматизованих систем управління висвітлені в [370].

Зазначимо, що процес проектування СМ і СЗ на практиці є досить трудомістким, що потребує залучення на тривалий період значної кількості висококваліфікованих спеціалістів у галузі управління та кібернетики. З врахуванням вимог поступового покращення управління системи проектування СМ і СЗ також повинні постійно розвиватися та вдосконалюватися. Тому питання підвищення ефективності процесу проектування таких систем є досить актуальним, а його розв'язування лежить сьогодні на шляхах створення і розвитку систем автоматизованого проектування (САПР), які в наш час активно розробляються [419].

4.1.4. Склад системи моделей планування розвитку системи освіти

Змістовий аналіз різних аспектів управління функціонуванням системи освіти (СО) [81, 97] дозволяє виділити достатньо визначений склад і структуру етапів планування розвитку СО, який відображає особливості кінцевих результатів функціонування СО, а також специфіку технологічних процесів їх планування і виробництва.

З метою забезпечення збалансованого планування розвитку СО на рівні всіх її підсистем здійснення цих етапів повинно бути скоординовано (в часі і в просторі) як з функціонуванням підсистем (галузевих і територіальних) оточуючого середовища, так і з функціонуванням об'єктів, що входять до складу організаційно-територіальної будови СО (навчальними закладами, науково-дослідними і науково-методичними установами, підприємствами тощо (далі закладами системи освіти – ЗО). З цією ж метою моделі, які відображають специфіку планування й управління СО для всіх типів ЗО і на всіх організаційно-територіальних рівнях її управління повинні відповідати властивостям *сполученості* і *узгодженості* окремих моделей, тобто складати деякі розподілені системи моделей (СМ) планування та управління СО.

Модель складу і структури основних етапів планування розвитку СО наведена на рис. 4.1.4-1.

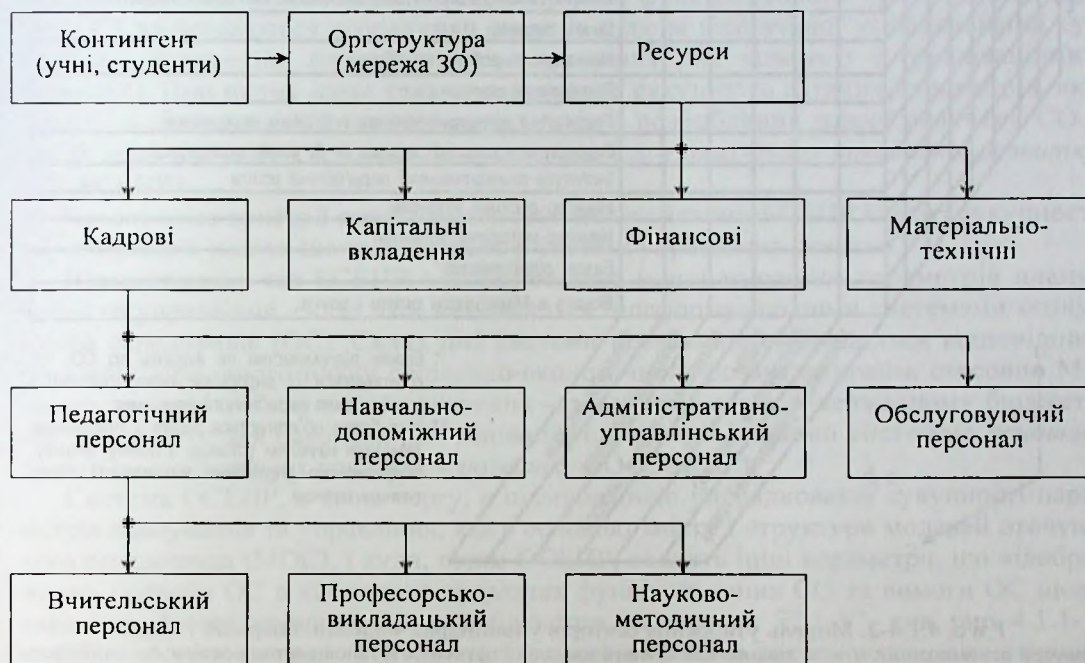


Рис. 4.1.4-1. Модель складу і структури етапів планування розвитку системи освіти

Кожному із зазначених етапів планування розвитку СО ставиться у відповідність достатньо визначена СМ процесів управління, яка відображає відповідні функції планування й управління СО:

- СМ прогнозування і планування контингенту учнів (студентів, слухачів та ін.);
- СМ розташування і розвитку мережі ЗО;
- СМ процесів ресурсного забезпечення функціонування і розвитку СО (стосовно кожного виду ресурсів).

Саме ці СМ і будуть предметом розгляду в наступних розділах.

На рис. 4.1.4-1 подано розгорнутий склад кадрового забезпечення, і насамперед – педагогічними кадрами, які є головними суб'єктами СО, оскільки визначають ефективність і якість функціонування СО.

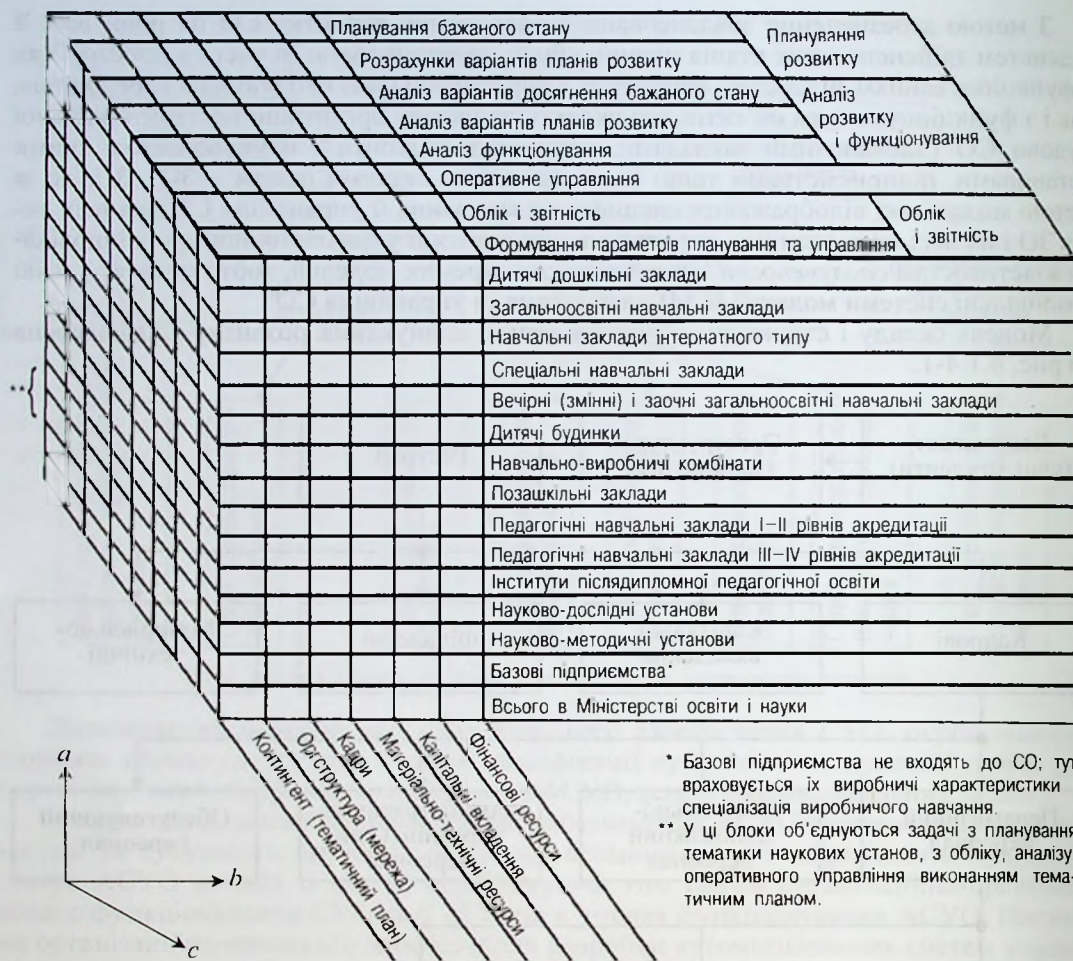


Рис. 4.1.4-2. Модель утворення секторів у циліндрах моделей, операцій і задач.
Критерії декомпозиції: *a* – за типами навчальних закладів і наукових установ системи освіти; *b* – за елементами етапів планування розвитку; *c* – за фазами управління

На основі рис. 4.1.4-1 (див. с. 473) можна визначити порядок утворення секторів в циліндрах моделей, операцій і задач, як показано на рис. 4.1.4-2.

4.1.5. Центральний комплекс задач планування розвитку системи освіти

Подання різних сторін управління діяльністю системи освіти (СО) – планування розвитку, оперативного управління, матеріально-технічного і фінансового забезпечення, управління наукою тощо – передбачає створення достатньо великої кількості різних моделей задач управлінської діяльності, більшість з яких за своїм змістом і структурою наближені до моделей управлінських задач, що застосовуються в ін-

ших галузях економіки. Однак є така множина управлінських задач (а тому і їх модулів), яка характерна тільки для СО і яка відображає як особливості кінцевих результатів функціонування СО, так і специфіку технологічних процесів їх планування і виробництва.

З цієї множини управлінських задач, в свою чергу, можна виділити деяку її підмножину, на основі якої формується так званий Центральний комплекс задач (ЦКЗ), основні підходи до виділення якого із всієї множини задач, що розв'язуються при плануванні розвитку та управлінні функціонуванням СО, розглядаються в цьому розділі.

Будемо виходити з обраної в розділі 4.1.2 позиції еволюційно-поетапного формування системи задач (СЗ) управління освітою, що, в свою чергу, передбачає розподіл СЗ на частини – комплекси задач, кожні з яких розглядаються як окремі системи. Будемо також вважати, що в процесі функціонування тієї чи іншої частини СЗ здійснюються розрахунки значень цілком визначеної упорядкованої сукупності параметрів планування та управління для кожного з організаційних рівнів СО. При цьому існує така упорядкована сукупність вхідних параметрів, яка лежить в основі всієї множини розрахунків з розроблення плану розвитку СО і яку будемо називати системою *базових соціально-економічних показників розвитку СО* (БСЕПР).

Встановимо критерії послідовного виділення системи БСЕПР із всієї сукупності управлінських даних, що циркулюють у системі управління освітою.

Вважатимемо, що БСЕПР є підмножиною іншої множини параметрів планування та управління, склад якої визначається цілеформувальними системами оточуючого середовища (ОС). Склад цієї системи показників визначається відповідним розділом державного плану соціально-економічного розвитку країни стосовно Міністерства освіти і науки, а їх значення – встановлюються в державному бюджеті, що затверджується Законом. Цю множину параметрів назвемо системою *основних соціально-економічних показників розвитку СО* (ОСЕПР).

Система ОСЕПР, в свою чергу, є підмножиною упорядкованої сукупності параметрів планування та управління, яка є основою змісту і структури моделей оточуючого середовища (МОС), і куди, окрім ОСЕПР, входять інші параметри, що відображають потреби ОС в кінцевих результатах функціонування СО та вимоги ОС щодо характеру функціонування СО та її підсистем (параметри $\bar{x}'$ і $\bar{x}''$, див. рис. 4.1.1-1, с. 452). Цю упорядковану сукупність параметрів назвемо системою *соціально-економічних параметрів оточуючого середовища* (СЕПОС), яка входить до складу всіх управлінських даних, що циркулюють у СО.

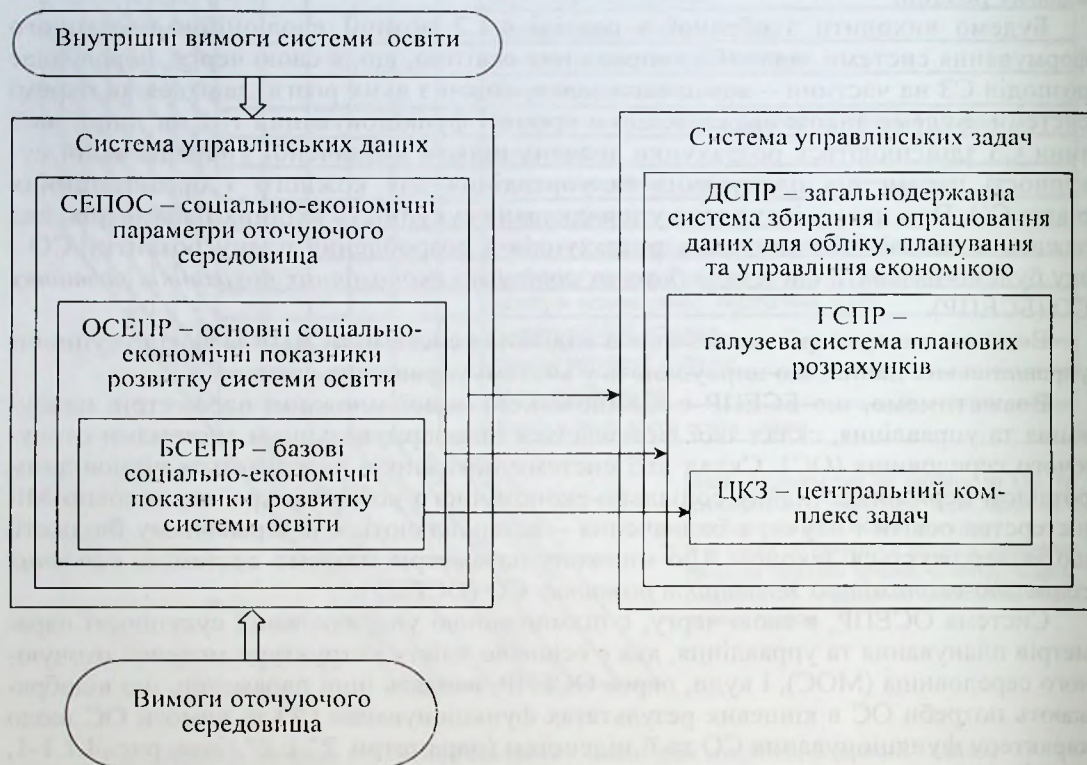
Суттєвою особливістю як всієї системи управлінських даних, так і ОСЕПР та БСЕПР, що входять до її складу, є те, що ці системи за типом структури являють собою багаторівневі ієрархічні системи, склад і структура елементів яких на різних рівнях ієрархії СО є неоднаковими.

Необхідність здійснення в процесі планування (короткотермінового, середньотермінового і довготермінового) розрахунків системи ОСЕПР виділяє із СЗ управління освітою так звану *галузеву систему планових розрахунків* (ГСПР), що входить як підсистема до складу загальнодержавної системи збирання і опрацювання даних для обліку, планування та управління економікою країни (ДСПР).

У свою чергу, потреба проведення багатоваріантних розрахунків БСЕПР робить логічним виділення із СЗ управління освітою відносно автономної її частини,

яку назвемо *Центральним комплексом задач* (ЦКЗ). Основною метою створення ЦКЗ, таким чином, і є здійснення розрахунків системи БСЕПР освіти. Створення ЦКЗ є, по суті, реалізацією принципу виділення «провідної ланки» в упорядкованій сукупності розрахунків, що здійснюються у процесі планування розвитку СО.

На рис. 4.1.5-1 наведено склад і взаємозв'язки систем показників планування розвитку освіти і систем задач, на основі розв'язування яких забезпечуються їх розрахунки.



Р и с. 4.1.5-1. Склад і взаємозв'язки систем показників планування розвитку освіти і систем задач, на основі розв'язування яких забезпечуються їх розрахунки

Слід зазначити, що ГСПР і ЦКЗ (як і системи ОСЕПР та БСЕПР) також є багаторівневими ієрархічними системами, склад функцій яких на різних організаційних рівнях СО (загальнодержавному, обласному, районному, окремого закладу), як правило, є неоднаковим.

Аналіз мети створення ЦКЗ показує, що ця мета в основному виражає функціональний аспект управління, визначає планову функцію як провідну функцію ЦКЗ, що передбачає при створенні ЦКЗ провідну роль системи планових моделей ЦКЗ і визначає весь ЦКЗ як ядро ГСПР, її базову систему.

Аналіз реальних процесів планування та управління в СО, системи БСЕПР дозволяє встановити нижченаведений склад планових функцій ЦКЗ на різних організаційних рівнях управління СО.

На загальнодержавному рівні управління СО:

- визначення контингенту учнів загальноосвітніх навчальних закладів – ЗНЗ (у тому числі професійно-технічних навчальних закладів – ПТНЗ, що надають загальну середню освіту), класів-комплектів ЗНЗ у розрізі областей (міст республіканського підпорядкування);
- розподіл випускників основної загальноосвітньої школи за каналами здобуття повної загальної середньої освіти (за типами навчальних закладів);
- визначення потреби і додаткової потреби в педагогічних кадрах для ЗНЗ у розрізі спеціальностей за освітою;
- визначення потреби і додаткової потреби в педагогічних і медичних кадрах для дитячих дошкільних закладів у розрізі спеціальностей за освітою;
- визначення контингенту студентів педагогічних університетів у розрізі університетів;
- визначення контингенту учнів педагогічних училищ у розрізі училищ;
- визначення чисельного і якісного складу професорсько-викладацьких кадрів педагогічних університетів у розрізі університетів;
- визначення чисельного складу викладацьких кадрів педагогічних училищ у розрізі училищ.

На обласному і районних рівнях управління СО:

- визначення контингенту учнів і класів-комплектів ЗНЗ у розрізі районів (міст обласного підпорядкування) для обласного рівня управління СО і в розрізі навчальних закладів – для районного рівня управління СО;
- розподіл випускників основної загальноосвітньої школи за каналами здобуття повної загальної середньої освіти (за типами навчальних закладів);
- визначення потреби і додаткової потреби в педагогічних кадрах для ЗНЗ у розрізі спеціальностей за освітою;
- визначення потреби і додаткової потреби в педагогічних і медичних кадрах для дитячих дошкільних закладів у розрізі спеціальностей за освітою;
- розподіл випускників педагогічних навчальних закладів у ЗНЗ у розрізі спеціальностей за освітою.

На рівні загальноосвітніх і вищих педагогічних навчальних закладів:

- визначення розподілу педагогічних кадрів у ЗНЗ;
- визначення складу педагогічних кадрів у ЗНЗ;
- визначення додаткової потреби в педагогічних кадрах для ЗНЗ у розрізі спеціальностей за освітою.

Аналіз вищезазначеного складу функцій ЦКЗ на різних організаційних рівнях управління СО дозволяє зробити висновок про те, що кількість планових функцій ЦКЗ зростає при переході від нижніх до верхніх рівнів управління СО і що для забезпечення реалізації «наскрізних» (між рівнями управління) задач ЦКЗ його міжрівневий склад має формуватися виходячи з інтересів верхнього рівня управління. Цей факт має відображати існуючу тенденцію збільшення питомої ваги планових задач у загальному обсязі задач планування та управління при переході від нижніх рівнів управління оргсистемами до верхніх.

Упорядкована сукупність моделей, що описують планові функції ЦКЗ, утворює блок планових моделей СМ ЦКЗ.

Проте реальний процес розрахунку системи БСЕПР включає усі, а не тільки планову фазу управління. Тому реалізація цілей створення ЦКЗ можлива лише за тих умов, якщо СМ ЦКЗ поповнити необхідними моделями обліку, аналізу та

оперативного управління, упорядковані сукупності яких утворюють у СМ ЦКЗ, відповідно, блоки моделей обліку, моделей аналізу і моделей оперативного управління.

Звідси випливає, що склад моделей СМ ЦКЗ є тим мінімальним складом моделей СМ управління освітою, який є необхідним і достатнім для здійснення розрахунків повної системи БСЕПР, тобто реалізації цілей створення ЦКЗ.

Упорядковані взаємозв'язки СМ ЦКЗ – його формувальної (функціональної) частини, і забезпечувальних засобів – його розв'язувальної (забезпечувальної) частини відображають всі перелічені функції ЦКЗ. Це дозволяє говорити про склад функціональних задач ЦКЗ, який, крім функціонального аспекту, відображає також аспект реалізації виділених в ЦКЗ функцій планування й управління СО.

Отже, визначимо: ЦКЗ як система є цілісною скінченною упорядкованою множиною методично сполучених та інформаційно узгоджених задач планування та управління СО, які виділені з усієї сукупності СЗ управління освітою за ознакою їх застосування при здійсненні розрахунків системи БСЕПР.

Виділення ЦКЗ як частини СЗ управління освітою відображає діалектично подвійну природу СЗ як системи – її дискретність, розділеність і цілісність, тобто єдність, неперервність [353].

Елементний склад планового блоку ЦКЗ утворюють задачі, за допомогою яких формується ядро показників соціально-економічного розвитку СО – система БСЕПР. Задачі виділяються за принципом забезпечення єдності економічного і соціального змісту упорядкованої сукупності їх вхідних і вихідних параметрів, а також можливості самостійного використання при реалізації тих або інших функцій ЦКЗ. Як правило, задачі орієнтовані на розрахунки показників окремих документів (форм) уніфікованої системи документації, що застосовуються в системі управління освітою, або їх відносно самостійних частин.

Множина системоутворювальних зв'язків між окремими задачами ЦКЗ визначається самою логікою перебігу реальних процесів планування та управління в СО.

У свою чергу, функціонування ЦКЗ є упорядковане в часі взаємозалежне розв'язування (автоматизоване і/або неавтоматизоване) задач, що входять до складу ЦКЗ, у процесі розрахунків БСЕПР. При цьому окремі задачі ЦКЗ взаємопов'язані не тільки між собою, а й із зовнішніми щодо ЦКЗ задачами. Проте, всередині ЦКЗ між задачами існують як прямі, так і зворотні зв'язки, тоді як зв'язки між задачами ЦКЗ і зовнішніми щодо нього задачами мають односпрямований характер: дані або тільки надходять до різних задач ЦКЗ від зовнішніх задач, або передаються з тих чи інших задач ЦКЗ до зовнішніх задач. При функціонуванні ЦКЗ наявність між його задачами прямих і зворотніх зв'язків дозволяє забезпечити ітераційний процес узгодження рішень між окремими задачами або їх агрегатами.

Відповідно до наявної технології розроблення загальнодержавних планів розвитку освіти функціонування ЦКЗ здійснюється у двох режимах:

- формування відповідно до соціально-економічних цілей розвитку СО і системи затверджених норм і нормативів, що стосуються різних аспектів функціонування СО, варіантів розвитку СО у поєднанні з попередньо визначеними цілеформувальною та актуальною системами ОС лімітами основних державних ресурсів та вимогами щодо ефективності їх використання – режим формування проекту плану розвитку СО (проекти системи БСЕПР на рівні всієї СО);

- визначення відповідно до уточнених цільових настанов і параметрів МОС варіантів системи БСЕПР всієї СО, їх оцінка та аналіз із загальнодержавних позицій; розрахунки, узгодження і балансування окремих показників БСЕПР у розрізі адміністративно-територіальних одиниць і окремих об'єктів СО – режим формування пооб'єктного плану розвитку СО (на рівні повної системи БСЕПР).

Результатом функціонування ЦКЗ у першому режимі є бажаний стан СО. В другому режимі функціонування ЦКЗ забезпечується розробка планового стану СО та її об'єктів.

4.2. Система моделей планового блоку Центрального комплексу задач

- Система моделей прогнозування і планування контингенту учнів навчальних закладів.
- Система моделей розміщення та розвитку мережі навчальних закладів.
- Система моделей планування потреби навчальних закладів у педагогічних кадрах.

4.2.1. Система моделей прогнозування і планування контингенту учнів навчальних закладів

- Модель динаміки контингенту учнів.
- Система моделей збалансованого розподілу випускників основної школи.

4.2.1.1. Модель динаміки контингенту учнів

У цьому розділі мова піде про динаміку контингенту учнів різних типів навчальних закладів. Тому в кожному конкретному випадку (для кожного типу навчального закладу) під контингентом учнів будемо розуміти різні категорії контингенту – дітей, що відвідують дитячі дошкільні заклади, учнів загальноосвітніх і професійно-технічних навчальних закладів (НЗ), студентів і аспірантів вищих навчальних закладів, тобто всіх тих, хто здобуває освіту в різнорівневій системі освіти (СО). За тих же причин, коли мова про учнівські класи, також будемо мати на увазі і навчальні групи для тих типів навчальних закладів, для яких використовується ця назва навчальної одиниці.

Для опису динаміки контингенту учнів весь цикл навчання в навчальному закладі подамо у вигляді упорядкованого набору переходів учнів з класу в клас (для студентів – з курсу на курс). В цьому випадку розподіл загальної чисельності учнів за можливими каналами здобуття освіти для будь-якого моменту часу, що розглядається, можна подати у виді вектора з додатними координатами, який описує відповідні стани деякої підсистеми СО (забезпечення загальної середньої освіти, дошкільного виховання та ін.). Зазначимо, що таким чином можна описати як множину (на множині інтервалів опису системи) станів окремих навчальних закладів, так і множину станів однотипних навчальних закладів даного регіону. При цьому динаміка контингенту виявляється в різних можливостях переміщення учнів. Структуру руху контингенту учнів навчальних закладів подамо, як показано на рис. 4.2.1.1-1 (див. с. 480) (тут стрілками позначені можливі шляхи переміщення учнів при здобутті і продовженні освіти).

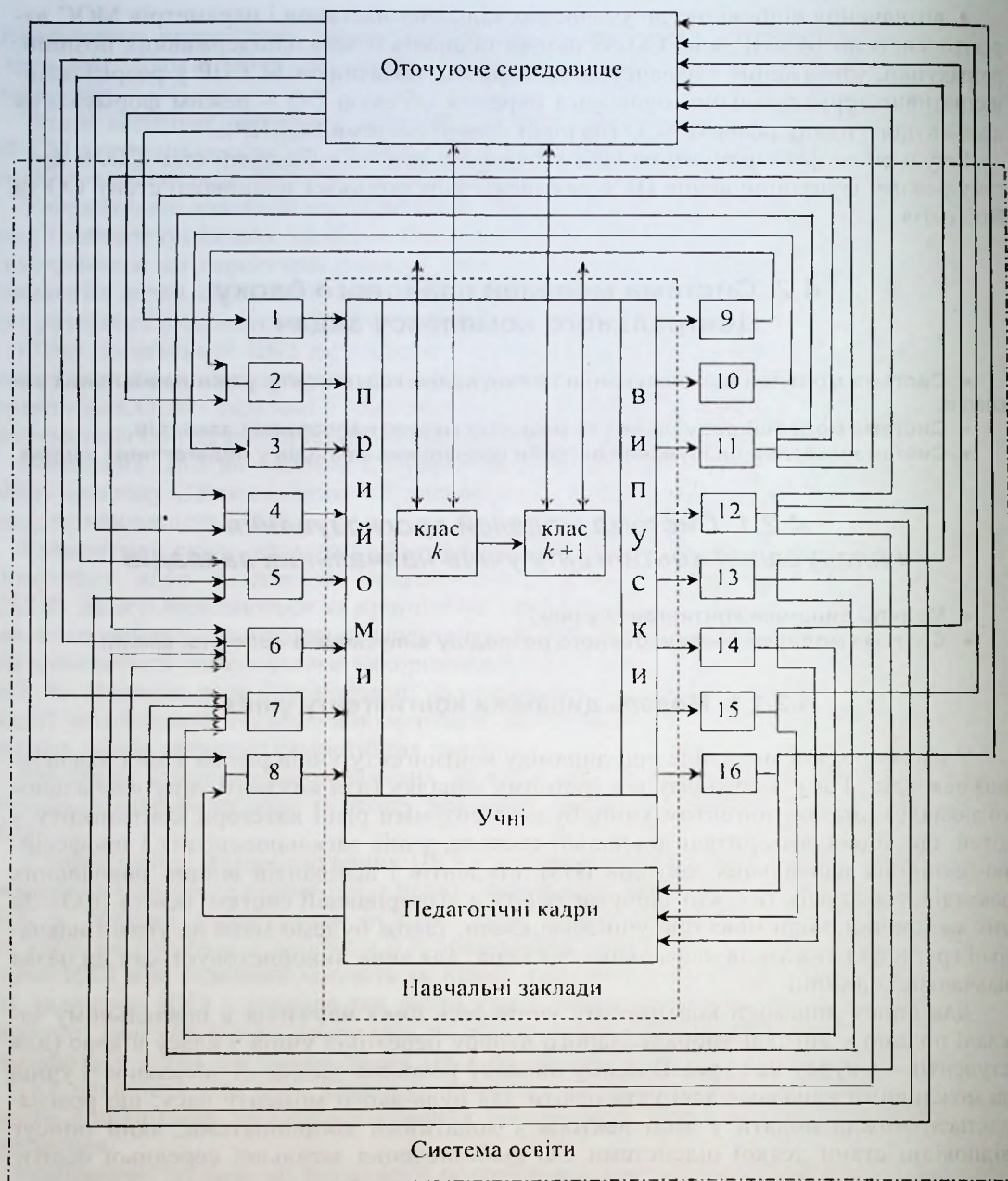


Рис. 4.2.1.1-1. Структура руху контингенту учнів навчальних закладів

Прийоми: 1 – в дитячі дошкільні установи (ДДУ); 2 – в 1-й клас загальноосвітніх навчальних закладів (ЗНЗ); 3 – в 5-й клас ЗНЗ; 4 – в 11-й клас ЗНЗ; 5 – до професійно-технічних навчальних закладів (ПТНЗ); 6 – до вищих навчальних закладів (ВНЗ) I–II рівнів акредитації; 7 – до ВНЗ III–IV рівнів акредитації; 8 – до навчальних закладів системи післядипломної педагогічної освіти.

Випуски: 9 – з ДДУ; 10 – з 4-х класів ЗНЗ; 11 – з 10-х класів ЗНЗ; 12 – з 12-х класів ЗНЗ; 13 – з ПТНЗ; 14 – з ВНЗ I–II рівнів акредитації; 15 – з ВНЗ III–IV рівнів акредитації; 16 – з навчальних закладів системи післядипломної педагогічної освіти

Для опису динаміки контингенту учнів доцільно застосувати апарат скінченних ланцюгів Маркова [97]. Рівняння динаміки контингенту учнів в цьому випадку мають вид:

$$\begin{aligned}
 y_k(t) &= p_1(t), \quad k=1; \\
 y_k(t) &= y_{k-1}(t-1)\alpha_{k-1}(t-1)\left[1-\alpha_{k-1}^-(t-1)+\alpha_{k-1}^+(t-1)\right] + \\
 &+ y_k(t-1)\left[1-\alpha_k^-(t-1)+\alpha_k^+(t-1)\right]\left[1-\alpha_k(t-1)\right] = \\
 &= y_{k-1}(t-1)\beta_k(t), \quad k=\overline{2,K},
 \end{aligned}
 \tag{4.2.1.1-1}$$

де: $\beta_k(t) = \alpha_{k-1}(t-1)\left[1-\alpha_{k-1}^-(t-1)+\alpha_{k-1}^+(t-1)\right] + \varepsilon_k(t-1)\left[1-\alpha_k^-(t-1)+\alpha_k^+(t-1)\right]$ – коефіцієнт зв'язку станів моделі; $y_k(t)$ – кількість учнів в k -му класі в році t ; $\alpha_k(t)$ – коефіцієнт переходу учнів з k в $k+1$ клас; $\alpha_k^-(t)$, $\alpha_k^+(t)$ – коефіцієнти відповідно вибування і прийому учнів в k -й клас, які зумовлені міграцією населення (учнів); $p_1(t)$ – кількість дітей, яких треба прийняти (які вже прийняті) до 1-го класу навчального закладу; K – кількість років навчання у навчальному закладі; $\varepsilon_k(t) = y_k(t)/y_{k-1}(t)$ – співвідношення між кількістю учнів в k і $k+1$ класі в році t .

У наведеній моделі знайшли відображення зазначені на рис. 4.2.1.1-2 суттєві чинники динаміки контингенту учнів, які забезпечують достатньо високу адекватність цієї моделі реальним процесам, що відбуваються у практичному житті. При цьому точність розрахунків (планів, прогнозів), які отримуються на основі цієї моделі, буде повністю визначатися тією точністю, з якою виявляться відомими значення (оцінки) параметрів, що відображають у моделі зазначену групу факторів.

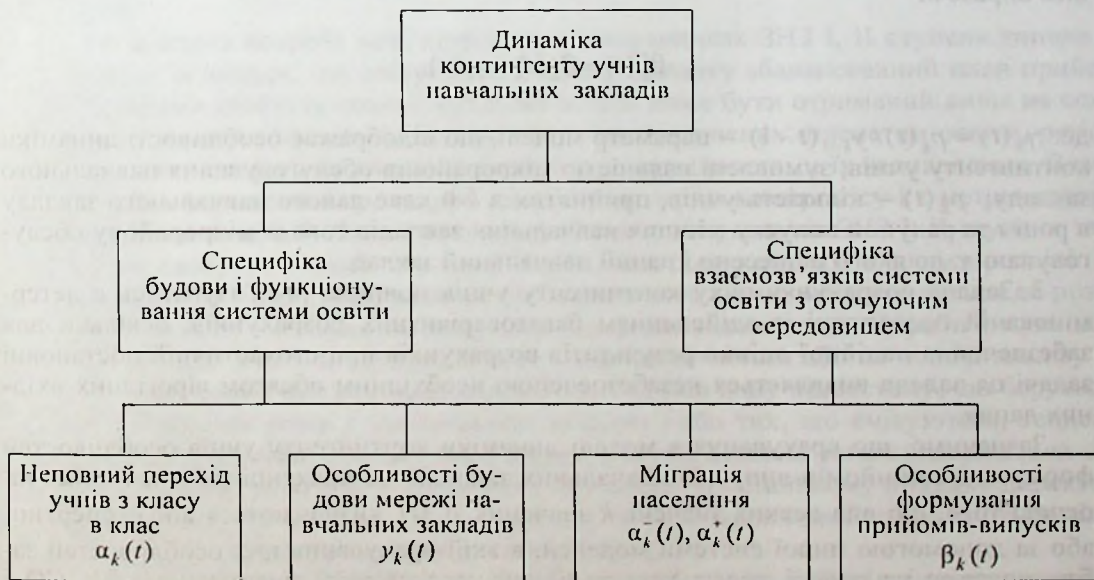


Рис. 4.2.1.1-2. Чинники і параметри моделі динаміки контингенту учнів навчальних закладів

Дослідження вказаних чинників у великих регіонах і за значний проміжок часу показали, що зміна значень параметрів, що відображають наведені чинники, має стохастичний характер (в часі і на множині регіонів або навчальних закладів). При цьому можна зробити такі висновки:

- на інтервалах часу в 2–3 п'ятирічки дисперсія значень параметрів на множині однотипних регіонів (навчальних закладів) в багато разів (більш ніж на один десятикратний порядок) перевищує дисперсію їх значень в часі (природно, що при цьому не розглядались регіони, в яких на даний час спостерігався особливо інтенсивний соціально-економічний розвиток);

- значення параметра $\alpha_k(t)$ (який відображає такі чинники, що зумовлюють неповний перехід учнів з класу в клас, як хвороби, академвідпустки, неуспішність тощо), у межах одного регіону є достатньо стабільними в часі;

- дисперсія значень параметрів $\alpha_k^-(t)$ і $\alpha_k^+(t)$ на множині регіонів суттєво зростає в міру зменшення розмірів регіонів, для яких ці параметри визначались. У цілому в масштабах країни значення цих параметрів наближається до нуля;

- в міру зменшення розмірів регіонів і особливо для окремих навчальних закладів суттєво зростає, порівняно з іншими факторами, роль фактора динаміки контингенту учнів, що зумовлена особливостями будови мережі навчальних закладів – утворенням мікрорайонів обслуговування навчального закладу.

З наведеного аналізу випливає:

1. Рівняння (4.2.1.1-1) забезпечують (з урахуванням можливої точності отримання значень параметрів моделі) достатню для практики точність опису динаміки контингенту учнів тільки на рівні великих регіонів (країна, область, район), для яких спостерігається $\alpha_k^-(t) \approx \alpha_k^+(t)$.

2. При описі динаміки контингенту учнів на рівні окремих навчальних закладів в рівняннях динаміки (4.2.1.1-1) коефіцієнт зв'язку станів моделі визначається таким виразом:

$$\beta'_k(t) = \beta_k(t) + \gamma_k(t),$$

де: $\gamma_k(t) = p_k(t) / y_{k-1}(t-1)$ – параметр моделі, що відображає особливості динаміки контингенту учнів, зумовлені наявністю мікрорайонів обслуговування навчального закладу; $p_k(t)$ – кількість учнів, прийнятих в k -й клас даного навчального закладу в році t за рахунок випуску з інших навчальних закладів того ж мікрорайону обслуговування, до якого віднесено і даний навчальний заклад.

3. Задача розрахунку руху контингенту учнів повинна розв'язуватись в детермінованій постановці із здійсненням багатоваріантних розрахунків, оскільки для забезпечення надійної оцінки результатів розрахунків при стохастичній постановці задачі ця задача виявляється незабезпеченою необхідним обсягом вірогідних вхідних даних.

Зазначимо, що врахування в моделі динаміки контингенту учнів особливостей формування прийомів-випусків навчальних закладів на практиці забезпечується на основі того, що для деяких значень k значення $\beta_k(t)$ визначаються або експертно, або за допомогою іншої системи моделей, в якій врахування цих особливостей забезпечується на основі досягнення раціонального співвідношення інтересів СО і оточуючого середовища.

4.2.1.2. Система моделей збалансованого розподілу випускників основної школи

Актуальність цієї задачі, проблеми, що виникають при її розв'язуванні в органах управління освітою, а також рекомендації цим органам щодо підвищення ефективності її розв'язування описані в [81]. Там же зазначено, що необхідність і доцільність розв'язування цієї задачі особливо прозоро виявляється на рівні областей, де вдається найбільшою мірою врахувати в цілому не тотожні територіальні і галузеві особливості і потреби як окремих регіонів, так і тих або інших міністерств і відомств.

Розглянемо основні передумови і здійснімо формальну постановку задачі. При цьому, як вихідні передумови і обмеження приймемо такі:

- повна загальна середня освіта населення забезпечується галуззю освіти за допомогою підсистем загальної, професійно-технічної і вищої освіти I–II рівнів акредитації. Тому будемо казати, що відповідно до цих підсистем існують і доступні для населення *три канали* здобуття повної загальної освіти;

- розробка поточного і перспективного планів прийому випусків основної школи (загальноосвітнього навчального закладу – ЗНЗ I, II ступеня) в навчальні заклади тієї або іншої із зазначених підсистем освіти здійснюється відповідними окремими підрозділами місцевих органів управління освітою (які відповідають за стан і розвиток тієї або іншої підсистеми освіти в своєму регіоні) на основі врахування окремих цілей, потреб і напрямів розвитку, які, природно, повністю не збігаються (далі будемо називати їх власними цілями, потребами і планами розвитку підсистем освіти). Таке положення призводить до того, що розроблені на цих підставах плани розвитку виявляються незбалансованими, а тому і нездійсненними в повному обсязі;

- сумарна потреба всіх підсистем у випускниках ЗНЗ I, II ступеня типово перевищує їх випуск, що очікується. В цьому випадку збалансований план прийомів за каналами здобуття повної загальної освіти може бути отриманий лише на основі деякого компромісу між власними потребами зазначених підсистем освіти, регіональними стратегіями їх розвитку і наявними можливостями їх задоволення. Власне, побудова формальної процедури досягнення такого компромісу і є метою створення системи моделей збалансованого розподілу випускників ЗНЗ I, II ступеня за каналами здобуття повної загальної освіти, яка розглядається в цьому розділі. Для забезпечення можливості досягнення зазначеного компромісу вводиться до розгляду змінна $\delta_k(t)$ – мінімально допустимий ступінь задоволення потреби k -го каналу в випускниках ЗНЗ I, II ступеня в році t , яка визначається або на основі аналізу статистичних даних про результати прийому в ту або іншу підсистему, що беруться за ряд попередніх років з урахуванням наявних і/або тих, що очікуються, тенденцій розвитку підсистем, або задається директивно на підставі загальнодержавних стратегій розвитку освіти та її зазначених підсистем. В останньому випадку директивне визначення $\delta_k(t)$ по суті означає, що для тих або інших регіонів задаються цілком визначені стратегії розвитку підсистем освіти;

- підсистеми професійно-технічної і вищої освіти I–II рівнів акредитації можуть забезпечити виконання плану прийомів не тільки за рахунок випускників ЗНЗ

I, II ступеня свого (одного) регіону (що є типовим для підсистеми загальної освіти), але й за рахунок випускників інших (більш ніж одного) регіонів. Тому, в загальному випадку $0 \leq \delta_k(l) \leq 1$;

- власна потреба системи освіти у випускниках ЗНЗ I, II ступеня формується, виходячи з передумови забезпечення стабільності (за роками планового періоду) кількості паралелей в 11-х класах ЗНЗ I, III ступеня. Для першого року планового періоду ця потреба для навчальних закладів області і району розраховується на основі відповідних даних статистичної звітності або паспортів ЗНЗ;

- рішення щодо розподілу випускників ЗНЗ I, II ступеня, які приймаються на рівні окремих навчальних закладів, залежать від значної кількості факторів, які складно формалізуються: інтересів і бажань кожного конкретного учня (в тому числі відносно його намірів щодо подальшого професійного навчання), ефективності організації роботи щодо їх профорієнтації, бажань батьків, структури мікрорайонів обслуговування ЗНЗ I, III ступеня тощо. Таким чином, моделювання процесу розподілу випускників ЗНЗ I, II ступеня одночасно за всіма каналами здобуття повної середньої освіти на рівні окремих навчальних закладів (особливо при розробці перспективних планів розвитку) передбачає наявність досить великого обсягу соціально-педагогічних даних, що забезпечувало б вірогідне відображення факторів вибору учнями того або іншого каналу здобуття повної загальної освіти. Цей шлях розв'язування проблеми хоча і видається можливим, але є вкрай трудомістким і, на жаль, до кінця не дослідженим;

- відсутність необхідних даних щодо тенденцій розподілу випускників ЗНЗ I, II ступеня за каналами здобуття повної середньої освіти на рівні окремого навчального закладу призводить до того, що на рівні району виявляється можливим здійснити моделювання тільки процесу розробки проекту плану прийому в 11-ті класи ЗНЗ I, III ступеня. Саме ця можливість і буде реалізована в моделі, що описана нижче.

У формальному плані задача, що розглядається, віднесена до класу задач узгодження рішень у багаторівневих ієрархічних системах. Тому виділимо в системі управління освітою ті її рівні, на яких в межах задачі, що розглядається, приймаються рішення щодо розподілу випускників ЗНЗ I, II ступеня за каналами здобуття повної середньої освіти (в дужках вказані органи управління, які приймають відповідні рішення на зазначеному рівні):

- рівень 1 – система освіти області в цілому (планове управління, управління освіти і науки обласної державної адміністрації);

- рівень 2 – система загальної середньої освіти (управління освіти і науки обласної державної адміністрації);

- рівень 3 – система загальної середньої освіти району (управління освіти і науки районної державної адміністрації);

- рівень 4 – загальноосвітні навчальні заклади I–II і I–III ступенів (керівництво навчального закладу).

Кожному з перших трьох рівнів відповідає конкретна модель балансування планів (так назвемо ці моделі), упорядкована сукупність яких утворює систему моделей збалансованого розподілу випускників ЗНЗ I, II ступеня за каналами здобуття повної середньої освіти (СМ ЗРВ).

Модель балансування планів на першому рівні СМ ЗРВ можна подати у виді

$$\max_U \min_k U_k(t) / H_k(t) \quad (4.2.1.2-1)$$

при обмеженнях

$$\sum_k U_k(t) \leq Y(t), \quad (4.2.1.2-2)$$

$$U_k(t) \geq \delta_k(t) H_k(t), \quad (4.2.1.2-3)$$

$$U_k(t) - \epsilon \text{ цілим}, \quad (4.2.1.2-4)$$

$$1 \leq \delta_k(t) \leq 1, \quad (4.2.1.2-5)$$

де: $H_k(t)$ – власна потреба k -го каналу у випусниках ЗНЗ I, II ступеня в році t ; $Y(t)$ – випуск із ЗНЗ I, II ступеня в цілому в області, що прогнозується в році t ; $U_k(t)$ – план розподілу випусників ЗНЗ I, II ступеня за k каналами здобуття повної середньої освіти на першому рівні СМ ЗРВ в році t .

Цільова функція (4.2.1.2-1) відображає пропорційне задоволення потреб всіх k каналів. При цьому, змінюючи значення параметра $\delta_k(t)$, вдається проаналізувати різні стратегії розвитку підсистем, що входять до складу системи освіти області.

Розглянемо модель балансування планів на другому рівні СМ ЗРВ. Входом даної моделі є параметр $U_k(t)$, значення якого отримується в результаті розв'язування задачі (4.2.1.2-1)–(4.2.1.2-5), а її вихід – формується за умови максимально можливого врахування тенденцій розподілу випусників ЗНЗ I, II ступеня за кожним з k каналів здобуття повної середньої освіти, які склалися в кожному районі. Для врахування зазначених особливостей в модель, що будується, введемо до розгляду змінний параметр $\lambda_{sk}(t)$ – чисельність випусників ЗНЗ I, II ступеня в s -му районі, які мають бажання вчитися в k -й підсистемі (каналі) в році t . Цей параметр визначається таким чином:

$$\lambda_{sk}(t) = \Lambda_{sk}(t) y_s(t), \quad (4.2.1.2-6)$$

де: $\Lambda_{sk}(t)$ – частка випусників ЗНЗ I, II ступеня s -го району, які можуть в році t виявити бажання продовжити навчання в k -й підсистемі (визначається на основі прогнозу наявних в кожному районі тенденцій за даними останніх років); $y_s(t)$ – випуск із ЗНЗ I, II ступеня в s -му районі, який прогнозується в році t .

Далі на основі (4.2.1.2-6) будемо множину

$$K^+(t) = \left\{ K \left| \sum_s^{N_s} \lambda_{sk}(t) \geq U_k(t) \right. \right\}; K^-(t) = \left\{ K \left| \sum_s^{N_s} \lambda_{sk}(t) < U_k(t) \right. \right\}, \quad (4.2.1.2-7)$$

де: $K^+(t)$ – множина номерів тих підсистем, в кожній з яких бажає вчитися більша кількість учнів, чим це передбачається планом, що розроблений на першому рівні СМ ЗРВ; $K^-(t)$ – визначається протилежним чином; N_s – кількість районів в області.

При цьому, якщо множина $K^+(t)$ не порожня, то здійснюється перерозподіл випускників ЗНЗ I, II ступеня, вважаючи, що такий перерозподіл є можливим тільки від $K^+(t)$ до $K^-(t)$.

Процес формування плану розподілу випускників ЗНЗ I, II ступеня за каналами здобуття повної середньої освіти на другому із зазначених рівнів СМ ЗРВ здійснюється в два етапи, кожному з яких відповідає конкретна модель. Перша з цих моделей описує процедуру розрахунку чисельності випускників ЗНЗ I, II ступеня в кожному районі, яких можна направити з каналів, що входять до $K^+(t)$, до каналів, які належать $K^-(t)$. Цей розрахунок здійснюється за умови виконання плану розподілу в цілому в області, а також за умови, що частка (процент) випускників ЗНЗ I, II ступеня, що розподілені поза їх бажанням, в кожному з районів була б мінімальною. З урахуванням зазначених вимог модель другого рівня СМ ЗРВ можна подати таким чином:

$$\max_s \min_{s,k} x_{sk}(t) / \lambda_{sk}(t), \forall k \in K^+(t); \quad (4.2.1.2-8)$$

$$\sum_{s=1}^S x_{sk}(t) = D_k(t), s = \overline{1, S}, \quad (4.2.1.2-9)$$

де: $D_k(t) = \sum_{s=1}^S \lambda_{sk}(t) - U_k(t)$, $k = \overline{1, 4}$; $x_{sk}(t)$ – чисельність випускників ЗНЗ I, II ступеня

s -го району, яких необхідно направити з $K^+(t)$ до $K^-(t)$. Мінімум (4.2.1.2-8) береться за всіма можливими матрицями $x_{sk}(t)$, що задовольняють умову (4.2.1.2-9). Визначення $x_{sk}(t)$ здійснюється незалежно для кожного каналу, що входить до $K^+(t)$.

Отримавши згідно з (4.2.1.2-8) і (4.2.1.2-9) значення $x_{sk}(t)$, необхідно здійснити перерозподіл випускників ЗНЗ I, II ступеня в кожному районі, тобто знайти план прийому для каналів, що входять до $K^-(t)$. При цьому, загальна чисельність випускників ЗНЗ I, II ступеня, яких необхідно перерозподілити в s -му районі, буде:

$$P_s(t) = \sum_{k \in K^-(t)} x_{sk}(t). \quad (4.2.1.2-10)$$

Якщо до $K^-(t)$ входить більше ніж один канал, то можливі різні варіанти розподілу $P_s(t)$ між каналами в кожному з районів. Однак доступними з них є лише ті, які забезпечують виконання плану розподілу, що розроблений на першому рівні СМ ЗРВ. Використовуючи принцип пропорційного розподілу (який найбільш часто застосовується для розв'язування цієї задачі на етапі, що розглядається), зазначені вище умови реалізуються в межах другої моделі другого рівня СМ ЗРВ, яку можна подати таким чином:

$$\max_{k \in K^-(t)} \min z_{sk}(t) / D_k(t), s = \overline{1, S}; \quad (4.2.1.2-11)$$

$$\sum_{k \in K^-(t)} z_{sk}(t) = P_s(t), \quad (4.2.1.2-12)$$

де $z_{sk}(t)$ – додаткова чисельність випускників ЗНЗ I, II ступеня s -го району, яких необхідно направити до кожного з $k \in K^-(t)$ каналів. Розрахунок цієї моделі здійснюється незалежно для кожного району.

План випусків з ЗНЗ I, II ступеня за каналами здобуття повної загальної освіти в кожному районі визначається таким виразом:

$$\eta_{sk} = \begin{cases} \lambda_{sk}(t) - z_{sk}(t), & k \in K^+(t) \\ \lambda_{sk}(t) + z_{sk}(t), & k \in K^-(t) \end{cases} \quad (4.2.1.2-13)$$

Нарешті, розглянемо модель балансування планів на третьому рівні СМ ЗРВ. Загальна логіка її будови полягає в такому. Визначається загальний випуск з ЗНЗ I, II ступеня по всіх мікрорайонах обслуговування ЗНЗ I–III ступенів. Далі визначається мінімальна чисельність випускників ЗНЗ I, II ступеня, яких необхідно прийняти до j -го ЗНЗ I–III ступенів, аби зберегти в цьому закладі існуючу кількість 11-х класів ($j \in J$, J – множина номерів ЗНЗ I–III ступенів в районі). Потім, знаючи значення $\eta_{sk}(t)$, отримані шляхом аналізу моделей (4.2.1.2-11)–(4.2.1.2-13), формується план прийому в 11-ті класи для кожного ЗНЗ I–III ступенів з урахуванням загального випуску із ЗНЗ I–II ступенів, які знаходяться в мікрорайоні обслуговування даного ЗНЗ I–III ступеня. Зазначені особливості можуть бути описані такою моделлю:

$$\max_h \min_j [q_j^{cp}(t) - h_j(t)]; \quad (4.2.1.2-14)$$

$$\sum_0 h_j(t) \leq \eta_{s1}(t); \quad (4.2.1.2-15)$$

$$h_j(t) \geq q_j^{\max}(t) [\omega_j(t) - 1] + 1; \quad (4.2.1.2-16)$$

$$h_j(t) \leq 0_j(t), \quad (4.2.1.2-17)$$

де: $h_j(t)$ – план прийому до 11-х класів j -го ЗНЗ I–III ступенів в році t ; $g_j^{cp}(t), g_j^{\max}(t)$ – відповідно середня і максимальна чисельність учнів в 11-х класах ЗНЗ I–III ступенів в році t ; $\omega_j(t)$ – кількість 11-х класів в j -му ЗНЗ I–III ступенів в році t ; $0_j(t)$ – загальний випуск з ЗНЗ I–II ступенів в році t в мікрорайоні j -го ЗНЗ I–III ступенів, який з урахуванням структури мікрорайону обслуговування ЗНЗ I–III ступенів визначається виразом:

$$\theta_j(t) = \sum_{v=2}^3 \sum_{i=1}^{N_s} z_{iv}(t) b_{iv}(t) P_{ji}(t), \quad j = J, \quad (4.2.1.2-18)$$

де: $b_{iv}(t)$ – прогнозований випуск з 10-х класів i -го ЗНЗ типу v в році t ($v = 2$ – для ЗНЗ I–II ступенів, $v = 3$ – для ЗНЗ I–III ступенів); $N_s(t)$ – сумарна кількість ЗНЗ I–II і I–III ступенів в s -му районі в році t .

Оскільки можливий прийом в 11-ті класи ЗНЗ I–III ступенів в районі, як правило, виявляється меншим від випуску з 10-х класів ЗНЗ I–II і I–III ступенів, тобто

$\eta_{sk}(t) \leq W(t)$, де $W(t) = \sum_j q_j(t)$, $q_j(t) = \min[\theta_j(t), q_j^{cp}(t) \omega_j(t)]$, то в цьому випадку модель (4.2.1.2-14)–(4.2.1.2-17) відображає максимальну можливість збереження існуючої кількості 10-х класів в ЗНЗ I–III ступенів.

Логіко-функціональна схема СМ ЗРВ наведена на рис. 4.2.1.2-1.

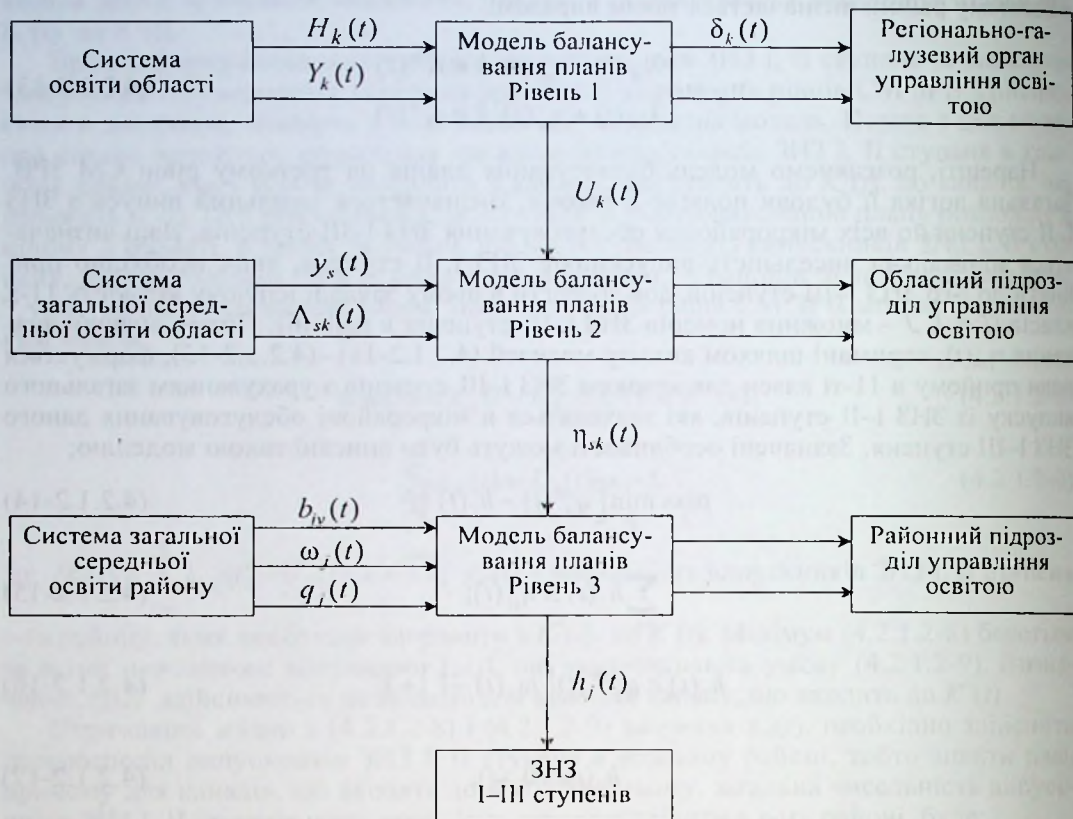


Рис. 4.2.1.2-1. Логіко-функціональна схема системи моделей збалансованого розподілу випускників ЗНЗ I-III ступенів (СМ ЗРВ)

4.2.2. Система моделей розміщення та розвитку мережі навчальних закладів

- Модель мережі навчальних закладів.
- Оцінка стану мережі навчальних закладів.
- Способи формування цілей розвитку мережі навчальних закладів та шляхи їх досягнення.

У цьому розділі будуть розглянуті особливості модельного подання мережі навчальних закладів на прикладі мережі сільських загальноосвітніх навчальних закладів (ЗНЗ) [81, 97] (далі – мережі навчальних закладів) – мережі навчальних закладів з найбільш складною і розгалуженою структурою. За цієї причини модельне подання статичної і динамічної мережі всіх інших типів навчальних закладів, які є елементами відносно сталої мережі однотипних навчальних закладів, можна розглядати як частковий випадок такого опису. В системах відкритої освіти, де екстериторіальність здобуття освіти є одним з основних принципів і переваг її будови і використання, слід розглядати не мережу однотипних навчальних закладів, а мережу навчальних

закладів, що пропонують і здійснюють підготовку (перепідготовку, підвищення кваліфікації та ін.) за однаковими (наближеними) спеціальностями і/або навчальними програмами і де вибір тими, хто навчається (планує навчатися), того або іншого навчального закладу здійснюється ними за іншими додатковими критеріями. Тобто, така мережа існує і повинна враховуватись органами управління освітою при плануванні і прогнозуванні розвитку системи освіти для визначення потреб суспільства і самої системи освіти в тих або інших ресурсах розвитку і функціонування системи освіти, забезпечення відповідності цього розвитку соціально-економічним потребам суспільства, що має розвиватися в інтересах людини.

4.2.2.1. Модель мережі навчальних закладів

При виборі формального апарату описування будови мережі загальноосвітніх навчальних закладів (далі – навчальних закладів) враховуватимемо, що відповідно до існуючого положення кожний навчальний заклад має свій мікрорайон обслуговування, який включає одну або більше територіальних одиниць (територіальна одиниця (ТО) – населений пункт, частина міської території та ін.), що закріплені за даним навчальним закладом спеціальним рішенням місцевої влади. Таким чином, мережі навчальних закладів відповідає поділ графа територіальних одиниць того або іншого регіону на ієрархічно вкладені підграфи, що визначають мікрорайон обслуговування навчальних закладів різних типів, як показано на рис. 4.2.2.1-1 (див. с. 490). З урахуванням відзначених особливостей формування будови мережі навчальних закладів її формалізований опис можна подати так:

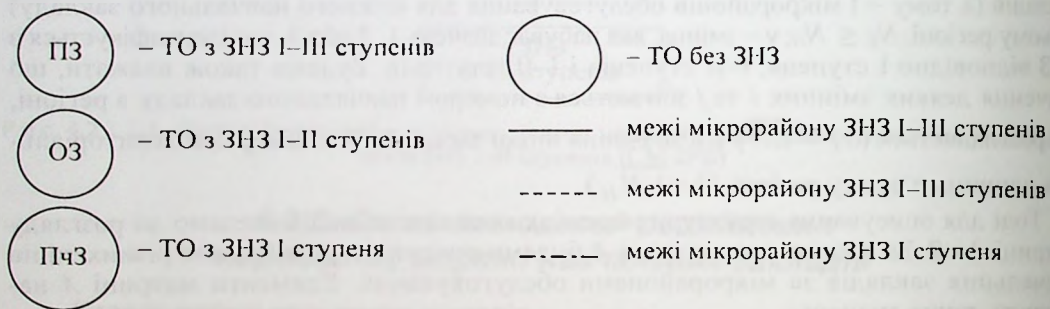
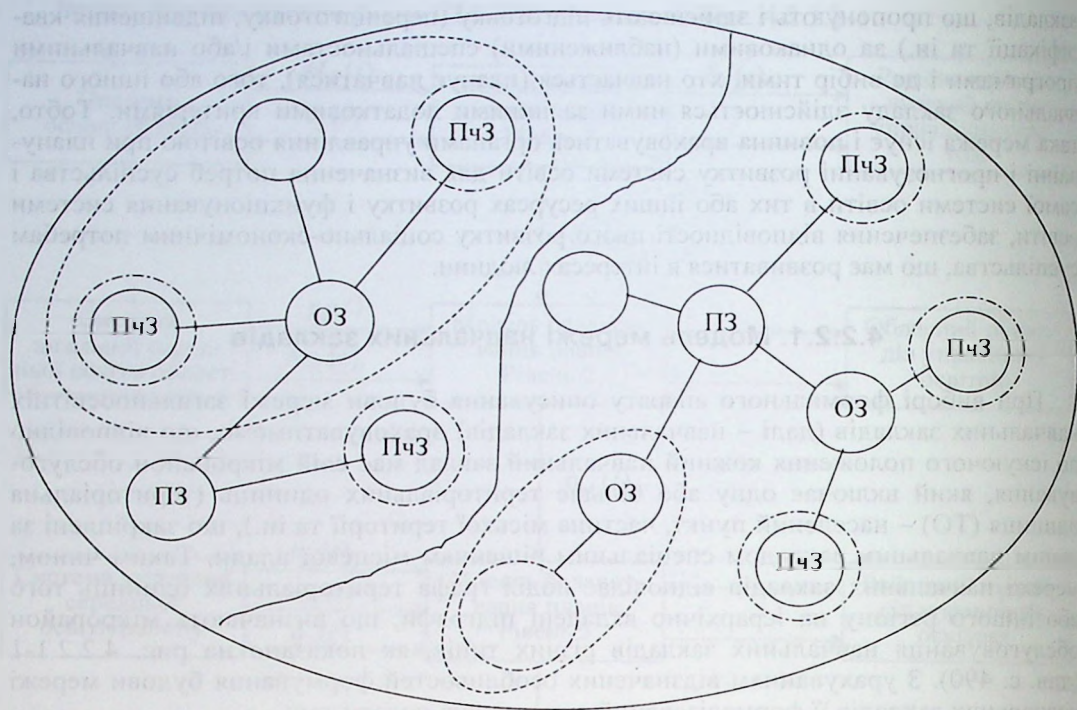
Нехай N_T – кількість ТО в регіоні, що розглядається; N_H – кількість навчальних закладів (а тому – і мікрорайонів обслуговування для кожного навчального закладу) в цьому регіоні, $N_T \leq N_H$; v – змінна, яка набуває значень 1, 2 або 3, що ідентифікується з ЗНЗ відповідно I ступеня, II ступеня і III ступеня. Будемо також вважати, що значення деяких змінних i та j збігаються з номером навчального закладу в регіоні, що розглядається ($i, j = \overline{1, N_T}$), а значення іншої змінної k – з номерами територіальних одиниць в цьому регіоні ($k = \overline{1, N_H}$).

Тоді для описування структури мережі навчальних закладів введемо до розгляду матриці A і B . За допомогою матриці A будемо описувати розміщення різних типів навчальних закладів за мікрорайонами обслуговування. Елементи матриці A набувають таких значень:

$$a_{iv} = \begin{cases} 1 & \text{– якщо } i\text{-й регіон обслуговує навчальний заклад типу } v; \\ 0 & \text{– у протилежному разі.} \end{cases} \quad (4.2.2.1-1)$$

Зв'язки навчальних закладів різних типів будемо задавати матрицею B , елементи якої набувають таких значень:

$$b_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{– якщо } j\text{-й навчальний заклад розташований в мікрорайоні} \\ & \text{обслуговування } i\text{-го навчального закладу;} \\ 0 & \text{– у протилежному разі.} \end{cases} \quad (4.2.2.1-2)$$



Р и с. 4.2.2.1-1. Фрагмент будови мережі загальноосвітніх навчальних закладів (ЗНЗ).
ТО – територіальна одиниця, ЗНЗ – загальноосвітній навчальний заклад

Пара $\langle A, B \rangle$ повністю описує структуру мікрорайонів обслуговування навчальних закладів, якщо виконуються такі умови і обмеження:

$$\sum_{i=1}^{N_{II}} a_{iv} b_{ij} = 1, \quad v = \overline{1, 3}, \quad j = \overline{1, N_{II}}. \quad (4.2.2.1-3)$$

Умова (4.2.2.1-3) означає, що будь-який навчальний заклад I або I–II ступенів входить до мікрорайону обслуговування тільки одного навчального закладу I–III ступенів. Іншими словами, виконання цієї умови означає, що мікрорайони обслуго-

ування навчальних закладів I–III ступенів являють собою розбиття, що задане на повній множині навчальних закладів.

Із співвідношення $a_{iv}b_{ij} = 1$ при $v = 2$ випливає, що знайдеться таке ϵ , при якому задовольняється умова

$$a_{\epsilon v} b_{\epsilon \epsilon} b_{\epsilon j} = 1, \quad v = 3. \quad (4.2.2.1-4)$$

Умова (4.2.2.1-4) свідчить: якщо j -й навчальний заклад I ступеня входить до мікрорайону обслуговування i -го навчального закладу II ступеня, то обидва ці заклади входять до мікрорайону обслуговування одного і того ж навчального закладу III ступеня.

Далі умова

$$\sum_{i=1}^{N_{II}} \sum_{j=1}^{N_{II}} \sum_{n=1}^{N_{II}} \sum_{\epsilon=1}^{N_{II}} a_{iv} b_{ij} a_{kv} B_{\epsilon \epsilon} (k-i) = 0, \quad v = \overline{1,3}, \quad (4.2.2.1-5)$$

означає, що мікрорайони навчальних закладів одного типу не перетинаються.

І нарешті, сформулюємо умову зв'язаності мікрорайонів обслуговування навчальних закладів. Якщо $a_{iv} = 1$ і $b_{ij} = 1$ визначають мікрорайон обслуговування i -го навчального закладу, то для будь-якого j , що задовольняє умову $b_{ij} = 1$, повинен існувати зв'язок від j -го навчального закладу до i -го, який цілком лежить у мікрорайоні обслуговування i -го навчального закладу.

Для описування упорядкованої суттєвої множини зв'язків між мережею навчальних закладів і мережею ТО введемо до розгляду матрицю C , елементи якої набувають таких значень:

$$c_{ik} = \begin{cases} 1 & \text{— якщо } i\text{-й регіон обслуговує навчальний заклад типу } v; \\ 0 & \text{— у протилежному разі.} \end{cases} \quad (4.2.2.1-6)$$

Таким чином, трійка $\langle A, B, C \rangle$ дозволяє повністю описати як саму структуру мережі навчальних закладів, так і структуру її зв'язків з мережею ТО того або іншого регіону.

Ті або інші стани мережі повинні задовольняти відповідній сукупності вимог, які висуваються до мережі з боку цілеформувань систем оточуючого середовища, що безпосередньо визначають стан і характер розвитку мережі. Для мережі навчальних закладів як такі системи виділимо, насамперед, педагогічну, демографічну й економічну системи, вимоги яких можуть стосуватись як окремих навчальних закладів, так і мережі навчальних закладів загалом. Аналіз зазначених вимог [81, 195, 277, 321, 429] показує, що основною проблемою їх задоволення є необхідність їх одночасного врахування за наявності суттєвих протиріч між цими вимогами щодо складу і структури мережі. Врахування зазначених особливостей при відображенні станів мережі спричиняє необхідність використання для цієї мети сукупності оцінок, кожна з яких повинна відображати ступінь задоволення зазначених вимог з боку однієї або кількох цілеформувань систем як до окремого навчального закладу, так і стосовно мережі навчальних закладів у цілому.

4.2.2.2. Оцінка стану мережі навчальних закладів

Розглянемо спочатку сімейство мережних оцінок стану окремих навчальних закладів.

Однією із спільних вимог педагогічної й економічної систем є досягнення відповідної (для сільських навчальних закладів, часто – максимально можливої) чисельності учнів у кожному навчальному закладі. Тоді як одну з оцінок, що інтегровано відображає стан зазначених систем, приймемо змінну Y_{iv} , значення якої відповідає чисельності учнів в i -му навчальному закладі типу v .

Спільною вимогою педагогічної і демографічної систем є вимога щодо забезпечення максимально можливої доступності навчальних закладів за відстанню і в часі для учнів, які їх відвідують.

Як оцінку доступності навчального закладу за відстанню оберімо чисельність учнів, які проживають у територіальній одиниці (ТО), що входить до мікрорайону обслуговування даного навчального закладу і розташована на відстані більш ніж 3 км від даного навчального закладу. Тоді, з врахуванням (4.2.2.1-1) і (4.2.2.1-6), доступність за відстанню i -го навчального закладу типу v буде оцінюватись змінною

$$D_{iv}^I = \sum_{k=1}^{N_T} a_{iv} c_{ik} y_{ik}, \forall l_{ik} > 3,$$

де: y_{ik} – чисельність учнів, які відвідують i -й навчальний заклад з k -ї ТО; $\|l_{ik}\| = L$ – матриця найкоротших відстаней для підграфа, вершинами якого є ТО, що входять до мікрорайону обслуговування i -го навчального закладу.

Як оцінку доступності навчального закладу в часі (транспортної доступності) приймемо максимальний час, за який можна дістатися до даного навчального закладу з найбільш віддаленої ТО, що входить до мікрорайону обслуговування цього навчального закладу. Тоді доступність у часі i -го навчального закладу типу v буде оцінюватись змінною

$$D_{iv}^I = \max_k a_{iv} c_{ik} (l_{ik} / \bar{v}_{ik}),$$

де $\bar{v}_{ik}$ – середня швидкість руху (з урахуванням швидкості транспорту) на шляху від k -ї ТО до i -го навчального закладу (часто беруть середню швидкість руху на дорогах у відповідному регіоні).

І нарешті, ще однією спільною вимогою зазначених вище цілеформувань систем оточуючого середовища, яка спрямована на покращення організації позашкільної освіти, підвищення взаємозв'язків навчальних закладів, сім'ї і громадських організацій, є вимога щодо досягнення максимально можливої кількості ТО, що обслуговуються одним навчальним закладом. Як оцінку рівня задоволення зазначеної вимоги приймемо змінну N_{iv} , значення якої відповідає кількості ТО, що обслуговуються i -м навчальним закладом типу v :

$$N_{iv} = \sum_{k=1}^{N_{II}} a_{iv} c_{ik}.$$

Аналіз побудованого таким чином сімейства мережних оцінок

$$(Y_{iv}, D'_{iv}, D''_{iv}, N_{iv}) \quad (4.2.2.2-1)$$

дозволяє оцінити стан i -го об'єкту, що входить до мережі, з позиції вимог до мережі з боку цілеформувальних систем оточуючого середовища. При цьому проведені для ряду регіонів дослідження показали, що закон розподілу оцінок $Y_{iv}, D'_{iv}, D''_{iv}$ на множині навчальних закладів даного типу досить наближений до нормального, а для оцінки N_{iv} – до рівномірного [81].

Розглянемо друге сімейство оцінок стану мережі навчальних закладів, врахування яких дозволяє встановити ступінь задоволення вимог цілеформувальних систем оточуючого середовища для сукупності навчальних закладів одного типу. Кожна оцінка з цього сімейства формується шляхом згортання відповідних мережних оцінок станів окремих навчальних закладів. Ця інтегрована оцінка є узагальненою характеристикою деякого типового (для даного регіону і мережі) навчального закладу I, I-II і I-III ступенів.

Як таку оцінку приймемо середню чисельність учнів, які навчаються в даному регіоні і навчальному закладі типу v :

$$\bar{Y}_v = \sum_{i=1}^{N_{II}} Y_{iv} / \sum_{i=1}^{N_{II}} a_{iv}, \quad v = \overline{1,3}. \quad (4.2.2.2-2)$$

Аналогічно введемо оцінку середньої доступності мережі за відстанню для кожного типу навчального закладу

$$\bar{D}'_v = \sum_{i=1}^{N_{II}} D'_{iv} / \sum_{i=1}^{N_{II}} a_{iv}, \quad v = \overline{1,3}, \quad (4.2.2.2-3)$$

середньої доступності в часі для кожного типу навчального закладу

$$\bar{D}''_v = \sum_{i=1}^{N_{II}} D''_{iv} / \sum_{i=1}^{N_{II}} a_{iv}, \quad v = \overline{1,3}, \quad (4.2.2.2-4)$$

а також середньої кількості ТО, які обслуговуються навчальними закладами типу v

$$\bar{N}_v = \sum_{i=1}^{N_{II}} N_{iv} / \sum_{i=1}^{N_{II}} a_{iv}, \quad v = \overline{1,3}. \quad (4.2.2.2-5)$$

Окрім оцінок (4.2.2.2-1)–(4.2.2.2-5), до сімейства оцінок станів мережі навчальних закладів входять також сукупності оцінок ступеня неоднорідності мережі навчальних закладів. Як одну з можливих сукупностей цих оцінок будемо застосовувати коефіцієнти варіації оцінок, що визначаються виразом

$$\eta_{nv} = \sigma_{nv} / \chi_{nv}, \quad (4.2.2.2-6)$$

де: σ_{nv} – середньоквадратичне відхилення n -ї (4.2.2.2-1)–(4.2.2.2-4) оцінки для навчального закладу типу v ; χ_{nv} – середнє значення n -ї оцінки.

Іншою можливою оцінкою ступеня неоднорідності мережі навчальних закладів, що відображає не тільки розсіювання окремих значень вказаних тут мережних параметрів, а й ступінь їх відхилення від деякого заданого (допустимого, оптимального) інтервалу їх значень, оберімо оцінку

$$\lambda_{nv} = \exp \left[- \sum_{i=1}^{N_H} \{ (\chi_{nv}^{\min} - \chi_{n,i,v}) \bar{\chi}_{nv} + (\chi_{nv}^{\max} - \chi_{n,i,v}) \bar{\chi}_{nv} \}^2 \right], \quad (4.2.2.2-7)$$

де $\chi_{nv}^{\min}, \chi_{nv}^{\max}$ – відповідно мінімальне і максимальне значення n -ї оцінки на множині навчальних закладів типу v , що розглядається.

Зазначимо, що всі наведені в цьому розділі оцінки стану мережі навчальних закладів можуть відображати (з позицій зазначених тут вимог цілеформувань систем оточуючого середовища) як поточний, так і ретроспективний та перспективний (бажаний) стани як мережі в цілому, так і окремих навчальних закладів, що входять до її складу.

4.2.2.3. Способи формування цілей розвитку мережі навчальних закладів та шляхи їх досягнення

Одним з можливих способів задавання цілей розвитку мережі навчальних закладів є задавання перспективного стану мережі в термінах оцінок її бажаного стану. При цьому цілі розвитку мережі навчальних закладів описуються простором допустимих значень оцінок (4.2.2.2-1)–(4.2.2.2-7), досягнення яких необхідно забезпечити в процесі розвитку мережі. Зазначений допустимий простір може обиратися безвідносно до того, якими є значення оцінок поточного стану мережі (наприклад, для мережі, що тільки створюється) і який передбачається характер перебігу процесу переведення мережі з поточного до бажаного стану. Тому можна сказати, що зазначений спосіб відображає статичний аспект задавання цілей розвитку мережі навчальних закладів.

Іншим можливим способом задавання цілей розвитку мережі навчальних закладів, що відображає динамічний аспект формування її бажаного стану, є такий спосіб, за яким, по-перше, встановлюється інтервал часу, після завершення якого обрані оцінки стану мережі виявляються в межах деякого заданого простору їх значень, і, по-друге, задаються обмеження на ресурси, що виділяються на розвиток мережі у встановлені строки.

На практиці можливі два шляхи розвитку існуючої мережі навчальних закладів, що тією або іншою мірою відображають, відповідно, статичний і динамічний аспекти задавання цілей розвитку. Перший з них, який називається частковою оптимізацією мережі, передбачає удосконалення мікрорайонів обслуговування навчальних закладів без зміни типу і місця їх розташування, тобто, з урахуванням (4.2.2.1-1), (4.2.2.1-2) і (4.2.2.1-6), забезпечується $B, C = \text{var}, A = \text{const}$. Другий із шляхів, який називається повною оптимізацією мережі, передбачає удосконалення як складу і структури мережі, так і мікрорайонів обслуговування навчальних закладів, тобто передбачається $A, B, C = \text{var}$.

Вибір того або іншого із зазначених шляхів здійснюється на підставі аналізу цілей розвитку мережі, оцінок її стану, обсягів виділених для розвитку ресурсів і заданих параметрів переведення мережі в бажаний стан.

Цілі розвитку мережі навчальних закладів у разі її часткової оптимізації можуть бути задані таким сімейством цільових функцій:

$$U_v^Y = \max_{\langle A, C \rangle} \min_i Y_{iv}, v = \overline{1, 3}; \quad (4.2.2.3-1)$$

$$U_v^I = \min_{\langle A, C \rangle} \max_i D'_{iv}, v = \overline{1, 3}; \quad (4.2.2.3-2)$$

$$U_v^I = \min_{\langle A, C \rangle} \max_i D'_{iv}, v = \overline{1, 3}; \quad (4.2.2.3-3)$$

$$U_v^N = \max_{\langle A, C \rangle} \min_i N_{iv}, v = \overline{1, 3}. \quad (4.2.2.3-4)$$

Цільова функція (4.2.2.3-1) відображає будову такої мережі навчальних закладів, в якій чисельність учнів у найменшому з однотипних навчальних закладів є максимально можливою. Цільові функції (4.2.2.3-2) і (4.2.2.3-3) відображають будову такої мережі навчальних закладів, в якій максимально задовольняються вимоги однакової доступності навчального закладу за відстанню (4.2.2.3-2) і в часі (4.2.2.3-3). І нарешті, цільова функція (4.2.2.3-4) відображає будову мережі навчальних закладів, в якій мінімізується кількість ТО, що обслуговуються одним навчальним закладом.

За повної оптимізації мережі навчальних закладів сімейство цілей її розвитку, окрім (4.2.2.3-1)–(4.2.2.3-4), повинно мати компоненти (цільові функції і обмеження), що відображають динамічний аспект задавання цілей розвитку, а також описують саму динаміку перебудови мережі навчальних закладів. При цьому врахування динаміки зміни складу мережі, що відображається у змінах значень елементів матриці A , можна забезпечити за допомогою таких моделей:

$$\min \sum_{i=1}^{N_H} \sum_{n=1}^{16} g_{in}; \quad (4.2.2.3-5)$$

$$\sum_{i=1}^{N_H} Y_{iv} / a_{iv} \geq \tilde{Y}_v, v = \overline{1, 3}; \quad (4.2.2.3-6)$$

$$\sum_{i=1}^{N_H} D'_{iv} / a_{iv} \geq \tilde{D}'_v, v = \overline{1, 3}; \quad (4.2.2.3-7)$$

$$\sum_{i=1}^{N_H} D'_{iv} / a_{iv} \geq \tilde{D}'_v, v = \overline{1, 3}; \quad (4.2.2.3-8)$$

$$\sum_{i=1}^{N_H} N_{iv} / a_{iv} \geq \tilde{N}_v, v = \overline{1, 3}. \quad (4.2.2.3-9)$$

З умови, що $a_{iv}(t) = 1$, виходить, що

$$a_{iv}(t + \tau) = 1, v = \overline{1, 3}; \quad (4.2.2.3-10)$$

$$g_{im} = 0, i \in \bar{I}, m = \overline{4,9}, \quad (4.2.2.3-11)$$

де: g_{im} – елементи матриці $\|g_{im}\|$, що задаються за допомогою відображення $\Psi: a_{iv}(t) \rightarrow a_{iv}(t + \tau)$, як наведено в табл. 4.2.2.3-1; $a_{iv}(t)$ – відображає розміщення навчальних закладів до початку планового періоду перебудови мережі; $a_{iv}(t + \tau)$ – відображає шуканий план розвитку мережі навчальних закладів в плановому періоді; τ – інтервал планування; $\bar{I}$ – задана множина номерів ТО, навчальних закладів, які не підлягають закриттю або реорганізації; $\bar{Y}_v, \bar{D}_v', \bar{D}_v'', \bar{N}_v$ – задані оцінки бажаного стану мережі навчальних закладів.

Обмеження (4.2.2.3-10) означає заборону змінювати місце розташування і перетворення типу навчального закладу для існуючих навчальних закладів I–III ступеня.

Значення всіх змінних, що входять до складу (4.2.2.2-2)–(4.2.2.2-7) і (4.2.2.3-1)–(4.2.2.3-11), визначаються на часовому інтервалі $[1, T]$ таким чином:

$$Y_{iv} = \frac{1}{T} \sum_{\tau=1}^T Y_{iv}(t + \tau), D_{iv}' = \frac{1}{T} \sum_{\tau=1}^T D_{iv}'(t + \tau) \text{ і т. д.};$$

де T – період планування.

Слід підкреслити, що антиподом розвитку мережі навчальних закладів (особливо у разі її повної оптимізації) є необхідність забезпечення її стабільності, що зумовлено як наявними обмеженнями ресурсного характеру, так і потребою уникнення

Таблиця 4.2.2.3-1

Значення елементів матриці $\|g_{im}\|$,
які задаються відображенням $\Psi: a_{iv}(t) \rightarrow a_{iv}(t + \tau)$

Характер перебудови мережі навчальних закладів	$a_{iv}(t)$	$a_{iv}(t + \tau)$	Значення	
			m	g_{im}
Введення нових навчальних закладів	000	001	1	1
	000	010	2	1
	000	100	3	1
Реорганізація існуючих навчальних закладів	000	010	4	1
	001	100	5	1
	010	100	6	1
Закриття існуючих навчальних закладів	001	000	7	1
	010	000	8	1
	100	000	9	1
Розміщення навчальних закладів не змінюється	001	001	10	0
	010	010	11	0
	100	100	12	0
Зміна типу навчальних закладів	010	001	13	0
	100	010	14	0
	100	001	15	0
У ТО немає навчальних закладів	000	000	16	0

або мінімізації (особливо при «швидкої» і «глибокої» перебудови структури мережі) ряду негативних і тому небажаних соціально-економічних наслідків, що виникають у суспільстві і пов'язані з перебудовою мережі навчальних закладів (описані в [97]). Тому на практиці у разі модернізації мережі навчальних закладів повинна забезпечуватись достатня «плавність» динаміки її перебудови, враховуватись особливості як поточного стану мережі, так і стану та характеру соціально-економічного розвитку регіонів, де така перебудова здійснюється. Ці особливості мають бути враховані в моделях (4.2.2.3-5) – (4.2.2.3-11) шляхом відповідного вибору значень параметрів моделей $\bar{Y}_v$, $\bar{D}'_v$, $\bar{D}_v$, $\bar{N}_v$ і $\bar{I}$, що задаються, з ув'язуванням значень цих параметрів із значеннями часових параметрів T і τ .

4.2.3. Система моделей планування потреби навчальних закладів у педагогічних кадрах

- Моделі державного рівня управління.
- Моделі обласного і районного рівнів управління.
- Моделі управління на рівні навчального закладу.

Головними дійовими особами, які забезпечують досягнення цілей і розв'язування завдань освіти, є кадри системи освіти (СО), серед яких найважливішими і найбільш чисельними є педагогічні кадри.

Для планування обсягів і структури підготовки, а також забезпечення раціонального використання педагогічних кадрів органи управління освітою повинні мати відомості про їх потребу в розрізі регіонів і спеціальностей за фахом. При визначенні потреби в педагогічних кадрах розрізняють загальну і додаткову потреби.

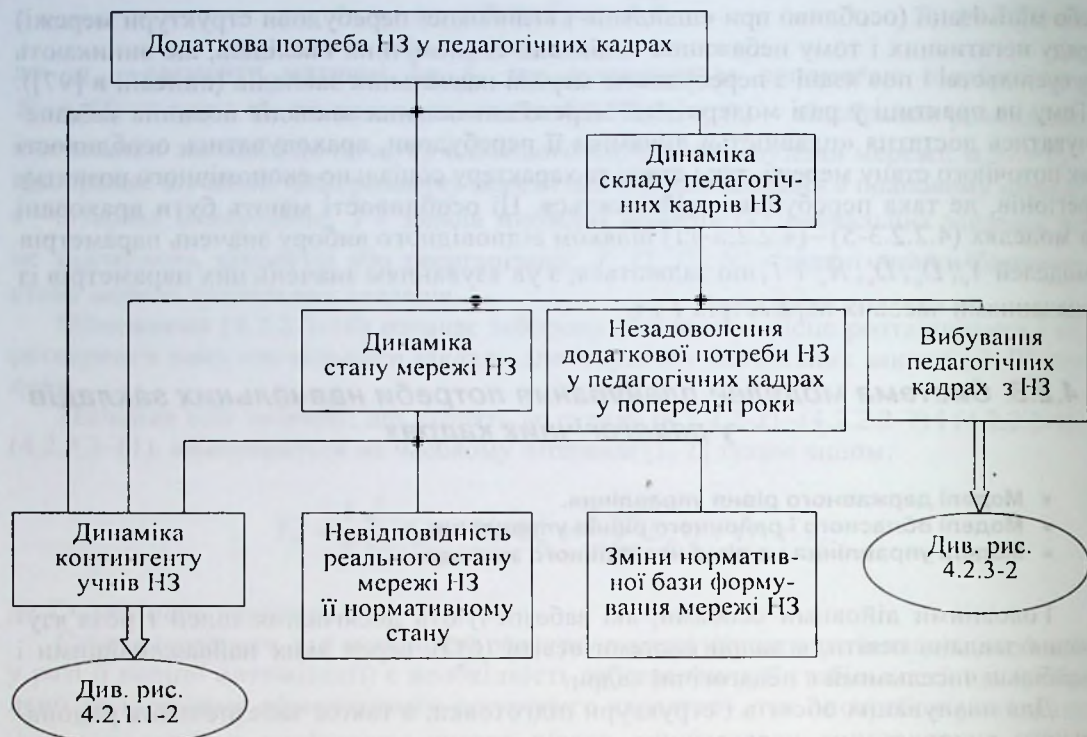
Загальна потреба – це вся чисельність педагогічних кадрів, необхідних навчальним закладам (НЗ) і/або регіонам для забезпечення їх нормального (нормативного) функціонування в плановому періоді (відповідний рівень цієї потреби на період планування встановлюється нормативними параметрами).

Додаткова потреба – це чисельність педагогічних кадрів, необхідних додатково до вже наявної їх чисельності в НЗ і/або регіонах для забезпечення загальної потреби в таких кадрах цих закладів і/або регіонів у плановому періоді.

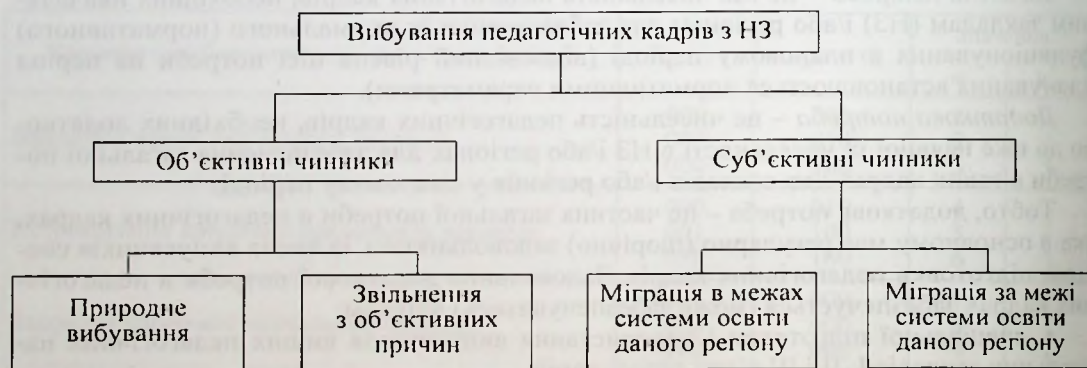
Тобто, додаткова потреба – це частина загальної потреби в педагогічних кадрах, яка в основному має регулярно (щорічно) задовольнятись із числа випускників системи підготовки педагогічних кадрів. Задоволення додаткової потреби в педагогічних кадрах забезпечується (може забезпечуватись) шляхом:

- спеціальної підготовки і використання випускників вищих педагогічних навчальних закладів I, II і III рівня акредитації;
- використання випускників інших (класичних, медичних, технічних та ін.) вищих навчальних закладів I, II і III рівня акредитації;
- підвищення педагогічного навантаження наявного складу педагогічних кадрів.

Результати розрахунків при розв'язуванні цієї задачі є вхідними до задачі формування планів прийомів-випусків у навчальних закладах, що здійснюють підготовку педагогічних кадрів для системи освіти, а також до задачі формування плану розподілу молодих спеціалістів у систему освіти.



Р и с. 4.2.3-1. Основні чинники, що зумовлюють появу додаткової потреби навчальних закладів (НЗ) у педагогічних кадрах



Р и с. 4.2.3-2. Основні чинники, що впливають на вибування педагогічних кадрів з навчальних закладів

Основні чинники, що зумовлюють появу додаткової потреби навчальних закладів у педагогічних кадрів, наведені на рис. 4.2.3-1. На рис. 4.2.3-2 наведені основні чинники, що впливають на вибування педагогічних кадрів з навчальних закладів.

Проаналізуємо чинники, які зумовлюють появу додаткової потреби в педагогічних кадрах, що впливають на їх вибування.

Виникнення додаткової потреби в педагогічних кадрах (у тому числі негативної, тобто надлишку педагогічних кадрів у тих або інших навчальних закладах або СО регіонів за тією або іншою спеціальністю) зумовлено динамікою руху контингенту НЗ або СО регіону, динамікою зміни мережі НЗ та динамікою руху самих педагогічних кадрів. Відображаючи рух контингенту учнів, зміни стану мережі і складу педагогічних кадрів НЗ в часі та просторі, динаміка цих важливих параметрів СО характеризує особливості траєкторії їх розвитку (форму та напрями траєкторії), діапазон їх можливих значень (верхню і нижню межі цього діапазону, а також характер змін параметрів, що відображають динаміку, в межах цього діапазону (випадковий, не випадковий, періодичний, неперіодичний).

Як видно з рис. 4.2.3-1, динаміка мережі НЗ деякою мірою відображає динаміку контингенту учнів НЗ і СО регіону, а динаміка складу педагогічних кадрів, у свою чергу, динаміку контингенту учнів і динаміку мережі НЗ.

Питома вага різних причин, що впливають на виникнення додаткової потреби в педагогічних кадрах, залежить від рівня стабільності соціально-економічного стану і розвитку, що має місце в тій або іншій країні.

Для країн із відносно сталою соціально-економічною системою можна вказати на такі основні чинники появи додаткової потреби в педагогічних кадрах:

- динаміка руху контингенту НЗ і/або СО регіону, що зумовлена в основному двома причинами: зміною демографічної ситуації в регіоні та наслідками його соціально-економічного розвитку;
- динаміка зміни мережі НЗ, що зумовлюється найчастіше трьома причинами: необхідністю приведення параметрів мережі у відповідність до динаміки контингенту учнів; вдосконаленням мережі (наприклад, укрупненням НЗ); зміною нормативів забезпеченості учнів приміщеннями (площами, складом тощо).
- динаміка руху педагогічних кадрів, що виявляється, як правило, у зв'язку з такими чотирма причинами: необхідністю приведення чисельності та складу педагогічних кадрів у відповідність до динаміки контингенту учнів; необхідністю приведення чисельності та складу педагогічних кадрів у відповідність до динаміки мережі НЗ; незадоволенням додаткової потреби в педагогічних кадрах у минулі роки; вибуванням педагогічних кадрів.

Аналіз показує, що контингент учнів і мережа НЗ для переважної більшості регіонів є достатньо стабільними на значних часових інтервалах. Іншими словами, динаміка цих показників є незначною. Що стосується поповнення додаткової потреби в педагогічних кадрах, то для багатьох регіонів цей параметр протягом тривалого часу залишається практично незмінним. Крім того, зниження динаміки складу педагогічних кадрів за цим параметром може бути досягнуто багато в чому силами самої СО (наприклад, підвищенням планової чисельності прийомів-випусків педагогічних НЗ, зниженням відсіву студентів, підвищенням ефективності процесу розподілу випускників). Таким чином, зміна динаміки педагогічних кадрів, що зумовлена першими трьома переліченими причинами, є незначною. У будь-якому випадку, ці причини не приводять до значних коливань форми траєкторії руху педагогічних кадрів або різких змін її напрямку.

Тому найбільший вплив на динаміку складу педагогічних кадрів має четверта із зазначених причина – вибування педагогічних кадрів.

Серед чинників, що впливають на вибування педагогічних кадрів, можна виділити дві групи: групу об'єктивних чинників та групу суб'єктивних чинників (рис. 4.2.3-2, див. с. 498).

До першої групи входять: природне вибування педагогічних кадрів (вихід на пенсію та ін.) і звільнення за об'єктивних причин (переїзд за місцем проживання одного з подружжя, звільнення за станом здоров'я, призов до лав збройних сил, перехід на роботу до органів державного управління або місцевого самоврядування та ін.). Зазначимо, що деякі фактори цієї групи (наприклад, переїзд за місцем проживання одного з подружжя) можуть бути причиною виникнення в окремих регіонах негативного вибування, тобто зростання чисельності педагогічних кадрів у цих регіонах за рахунок позитивної міграції педагогічних кадрів з інших регіонів.

До групи суб'єктивних чинників входять: міграція педагогічних кадрів у межах СО даного регіону (наближення місця роботи до місця проживання, зручність маршрутів міського транспорту, вчитель «не знайшов спільної мови» з даним колективом, поява можливості влаштувати дитину у дитячу дошкільну установу, в якій сам працюєш, та ін.) та міграція кадрів за межі СО даного регіону (незадоволеність рівнем оплати праці і викликаний цим перехід на роботу в заклади інших міністерств і відомств, перехід до приватного бізнесу; виїзд за місцем попереднього проживання або проживання батьків і родичів та ін.).

Одна з важливих причин, що впливає на динаміку складу педагогічних кадрів, зумовлена рівнем соціально-економічного розвитку регіону, де розташований НЗ, і пов'язаною з ним можливістю працевлаштування як самих вчителів і керівників НЗ, так і дорослих членів їх сімей. Цей рівень в основному визначає динаміку контингенту учнів у регіоні, можливість удосконалення мережі НЗ, як наявність самих суб'єктивних чинників вибування педагогічних кадрів, так і характер цього вибування. В цілому можна констатувати, що динаміка складу педагогічних кадрів, що викликана суб'єктивними причинами їх вибування, багато в чому залежить від рівня соціально-економічних умов їх життєдіяльності, який значною мірою визначається рівнем соціально-економічного розвитку регіону, в якому вони мешкають і працюють (планують працювати).

Для країн, соціально-економічна будова яких перебуває в стадії розвитку, одним з основних чинників появи додаткової потреби в педагогічних кадрах є високий рівень міграції педагогічних кадрів за межі СО. Головними причинами цього, безумовно, негативного явища слід вважати невідповідний рівень оплати праці працівників освіти (навіть відносно законодавчо визначеного), їх низький соціальний статус і соціальна незахищеність. Необхідність суттєвого зниження рівня міграції педагогічних кадрів за межі СО потребує від владних структур держави здійснення невідкладних заходів, щоб упередити і ресурсно забезпечити відтворення і закріплення педагогічних кадрів в СО, створити на цій основі такі умови праці і життєдіяльності працівників освіти, які дозволили б підвищити фаховий рівень тих, хто планує присвятити себе вчительській професії, стабілізувати плінність і здійснити закріплення педагогічних кадрів у СО, забезпечити якість освіти, що надається, зумовити досягнення інших цілей, що передбачені сучасними освітніми парадигмами, освітніми і політичними стратегіями держави.

Функціонування і розвиток СО здійснюється в результаті інтенсивних взаємозв'язків всіх рівнів управління системою освіти. Врахування специфіки функціонування різних рівнів при моделюванні процесів планування та управління системою освіти полягає передусім у виявленні складу параметрів управління, глибини їх деталізації, що необхідні і достатні для здійснення функцій управління на кожному з організаційних рівнів системи освіти. Крім того, при розробленні моделей

слід враховувати склад інформаційної бази кожного рівня управління, а також трудомісткість отримання необхідних даних, що циркулюють як у самій СО, так і поза її інформаційними каналами.

У зв'язку з тим, що підготовка педагогічних кадрів, незалежно від підсистем, в які ці педагогічні кадри в подальшому поступають на роботу, ведеться єдиною системою підготовки педагогічних кадрів, процеси планування їх потреби також повинні бути багато в чому єдині. Тому в цьому розділі у всіх тих випадках, коли це не буде окремо зауважено, під навчальними закладами, які потребують педагогічних кадрів, будемо розуміти: дитячі дошкільні установи, загальноосвітні, професійно-технічні навчальні заклади, вищі навчальні заклади I, II рівня акредитації різного профілю, для яких процеси планування потреби в педагогічних кадрах (за обраною глибиною їх модельного подання) можуть бути описані єдиною сукупністю моделей.

У цьому розділі будуть розглянуті моделі планування потреби в найбільш масових категоріях педагогічних кадрів для зазначених типів навчальних закладів. Типово на практиці планування потреби в інших категоріях як педагогічних, так і непедагогічних кадрів для навчальних закладів здійснюється в частках (відсотках) від потреби в тих категоріях педагогічних кадрів, планування потреби в яких тут буде розглянуто.

4.2.3.1. Моделі державного рівня управління

- Система моделей планування потреби в педагогічних і медичних кадрах для дитячих дошкільних установ.
- Система моделей планування потреби в педагогічних кадрах для денних загальноосвітніх навчальних закладів і шкіл-інтернатів.
- Система моделей планування розподілу професорсько-викладацьких кадрів вищих навчальних закладів.

Основною відмінною особливістю модельного подання процесів планування потреби в педагогічних кадрах для дитячих дошкільних установ (ДДУ) і загальноосвітніх навчальних закладів (ЗНЗ) на державному рівні управління системою освіти (на відміну від нижніх рівнів її управління) є їх орієнтація на використання агрегованих даних, що відображають різні стани об'єкта управління і вимоги оточуючого середовища. Така особливість дозволяє спростити розрахунки, які виконуються відповідно до цих моделей (застосовуючи, як правило, алгоритми прямих розрахунків) і на цій основі суттєво знизити час розв'язування в системі управління задач планування розвитку системи освіти. Це, в свою чергу, забезпечує реальну можливість здійснення багатоваріантних розрахунків в автоматизованому режимі за достатньо широкого спектра значень вхідних даних. Саме ці властивості системи управління в багатьох випадках виявляються визначальними на верхніх рівнях управління системою освіти.

На державному рівні управління будуть розглянуті процеси планування потреби в педагогічних кадрах для ДДУ і ЗНЗ – найбільш масових навчально-виховних об'єктів системи освіти, оскільки параметри моделей, за допомогою яких описуються ці процеси, орієнтовані на конкретні дані існуючої системи статистичної звітності. Водночас наведені у розділі 4.2.3.1.2 моделі можуть бути з успіхом застосовані при розв'язуванні задач планування потреби в педагогічних кадрах для будь-яких

Таблиця 4.2.3.1.1-1

Склад і структура моделей процесу планування потреби в педагогічних і медичних кадрах дитячих дошкільних установ

№ п/п	Найменування категорій педкадрів	Моделі планування загальної (1) і додаткової (2) потреби в кадрах ДДУ	Номери параметрів МОУ і МОС, що застосовуються (табл. 4.2.3.1.1-2)
1	Завідувачі	1.1. $C_1^c(t) = I_1(t)$	8,
		1.2. $C_1^a(t) = C_1^c - I_1(t-1)[1 - E_1(t)]$	8, 27
2	Вихователі дітей дошкільного (що перебувають у дитсадку) віку і вихователі-методисти	2.1. $C_2^c(t) = Y_4(t) N_2(t) / H_3(t) - I_2(t) V_1(t) - I_3(t) V_2(t) + I_4(t) W_1(t) + I_5(t) W_2(t)$	2, 4, 7, 10, 11, 12, 21, 22, 23, 24, 25
		2.2. $C_2^a(t) = C_2^c(t) - R_2(t-1)[1 - E_2(t-1)]$	14, 28
3	Музичні керівники	3.1. $C_3^c(t) = V_3(t)[Y_4(t) / H_3(t) + Y_2(t) / H_2(t)]$	2, 4, 6, 7, 26
		3.2. $C_3^a(t) = C_3^c(t) - R_3(t-1)[1 - E_3(t-1)]$	15, 29
4	Вихователі ясельних груп	4.1. $C_4^c(t) = N_1(t)[Y_1(t) / H_1(t) + Y_3(t) / H_2(t)]$	1, 3, 5, 6, 20
		4.2. $C_4^a(t) = C_4^c(t) - R_4(t-1)[1 - E_4(t-1)]$	16, 30
5	Старші і патронажні медичні сестри	5.1. $C_5^c(t) = I_6(t)[R_5^a(t) + R_5^c(t)]$	13, 18, 19
		5.2. $C_5^a(t) = C_5^c(t) - R_5(t-1)[1 - E_5(t-1)]$	17, 31

Таблиця 4.2.3.1.1-2

Склад параметрів моделей об'єкта управління і моделей оточуючого середовища в системі моделей планування потреби в педагогічних і медичних кадрах дитячих дошкільних установ

№ з/п	Позначення параметра	Найменування параметра в році t	Номер МПУ (табл. 4.2.3.1.1-1), куди входить даний параметр
1	$Y_1(t)$	Чисельність дітей у віці до 1 року, які відвідують ДДУ	1.2
2	$Y_2(t)$	Чисельність дітей у віці до 2 років, які відвідують ДДУ	2.1
3	$Y_3(t)$	Чисельність дітей у віці від 1 до 3, які відвідують ДДУ	2.1
4	$Y_4(t)$	Чисельність дітей у віці від 3 до 6, які відвідують ДДУ	2.1

5	$H_1(t)$	Наповнення груп для дітей у віці до 1 року	4.1
6	$H_2(t)$	Наповнення груп для дітей у віці від 1 до 3 років	3.1; 4.1
7	$H_3(t)$	Наповнення груп для дітей у віці від 3 до 6 років	2.1; 3.1
8	$I_1(t)$	Загальна кількість ДДУ	1.1; 1.2
9	$I_2(t)$	Кількість ДДУ з однією групою	2.1
10	$I_3(t)$	Кількість ДДУ з двома групами	2.1
11	$I_4(t)$	Кількість ДДУ з 6–8 групами	2.1
12	$I_5(t)$	Кількість ДДУ з числом груп 10 і більше	2.1
13	$I_6(t)$	Кількість ясел-садочків і ясел	5.1
14	$R_2(t)$	Чисельність вихователів і вихователів-методистів на кінець року /	2.2
15	$R_3(t)$	Чисельність музичних керівників на кінець року /	3.2
16	$R_4(t)$	Чисельність вихователів ясельних груп на кінець року /	4.2
17	$R_5(t)$	Чисельність старших і патронажних медичних сестер на кінець року	5.2
18	$R'_5(t)$	Середня чисельність старших медичних сестер на одні яслі-садочки	5.1
19	$R''_5(t)$	Середня чисельність патронажних медичних сестер на одні ясла-садочки	5.1
20	$N_1(t)$	Штатний норматив чисельності вихователів на одну ясельну групу, яка діє в році /	4.1
21	$N_2(t)$	Штатний норматив чисельності вихователів на одну дошкільну групу, яка діє в році /	2.1
22	$W'_1(t)$	Кількість штатних одиниць вихователів-методистів в ДДУ з 6–9 групами	2.1
23	$W'_2(t)$	Кількість штатних одиниць вихователів-методистів в ДДУ з 10 і більше групами	2.1
24	$V'_1(t)$	Коефіцієнт, за яким встановлюється частка ставки вихователя для завідуючих у ДДУ з однією групою	2.1
25	$V'_2(t)$	Коефіцієнт, за яким встановлюється частка ставки вихователя для завідуючих у ДДУ з двома групами	2.1
26	$V'_3(t)$	Коефіцієнт, за яким встановлюється частка ставки музичного керівника на одну групу ДДУ	3.1
27	$E_1(t)$	Коефіцієнт вибування завідувачів ДДУ протягом року /	1.2
28	$E_2(t)$	Коефіцієнт вибування вихователів і вихователів-методистів протягом року /	2.2
29	$E_3(t)$	Коефіцієнт вибування музичних керівників протягом року /	3.2
30	$E_4(t)$	Коефіцієнт вибування вихователів ясельних груп протягом року /	4.2
31	$E_5(t)$	Коефіцієнт вибування старших і патронажних медичних сестер протягом року	5.2

типів ЗНЗ (в тому числі нових типів навчальних закладів, навчальних закладів, які не входять до складу системи освіти, мають різні форми власності, тощо). Планування потреби в педагогічних кадрах для навчальних закладів загальнодержавного підпорядкування здійснюється на основі даних, що надходять до органів управління освітою безпосередньо від таких навчальних закладів.

Планування, а далі і задоволення потреби ДДУ і ЗНЗ у педагогічних кадрах тісно пов'язані з відповідною підготовкою педагогічних кадрів у вищих навчальних закладах (ВНЗ). Основним, визначальним ресурсом такої підготовки є професорсько-викладацькі кадри (в тому числі навчальних закладів системи післядипломної педагогічної освіти), які, передусім, і забезпечують необхідну якість освіти та ефективність підготовки педагогічних кадрів ДДУ і ЗНЗ. Для забезпечення формування необхідного складу професорсько-викладацьких кадрів ВНЗ органи управління освітою надають ВНЗ відповідні фінансові ресурси, обсяг яких залежить не тільки від контингенту студентів ВНЗ (з урахуванням спеціальностей, за якими здійснюється підготовка педагогічних кадрів), а й від характеру розподілу професорсько-викладацьких кадрів у самих ВНЗ. Тому в цьому розділі буде розглянута також система моделей планування розподілу професорсько-викладацьких кадрів ВНЗ. Ця система моделей розглядається на державному рівні управління освітою, оскільки переважна кількість ВНС фінансується з державного бюджету. Однак зазначена система моделей описує процеси розподілу професорсько-викладацьких кадрів ВНЗ незалежно від їх конкретного підпорядкування і джерел фінансування і тому може бути застосована для коректного розподілу таких кадрів у будь-яких ВНЗ.

4.2.3.1.1. Система моделей планування потреби в педагогічних і медичних кадрах для дитячих дошкільних установ

Склад і структура моделей процесів управління (МПУ), за допомогою яких описуються процеси планування потреби в різних категоріях педагогічних кадрів дитячих дошкільних установ (ДДУ), наведені в табл. 4.2.3.1.1-1 (див. с. 502), а склад необхідних для цього параметрів моделей об'єкта управління (МОУ) і моделей оточуючого середовища (МОС) – в табл. 4.2.3.1.1-2 (див. с. 502–503) [81, 107]. В [352] описана організаційно-економічна сутність, алгоритми і технологія розв'язування задач управління, які базуються на описаних тут моделях.

4.2.3.1.2. Система моделей планування потреби в педагогічних кадрах для денних загальноосвітніх навчальних закладів і шкіл-інтернатів

За допомогою системи моделей, що тут розглядається, описуються процеси планування потреби в педагогічних кадрах для таких типів навчальних закладів: загальноосвітніх навчальних закладів (ЗНЗ), шкіл-інтернатів, інтернатів при ЗНЗ, ЗНЗ, в яких існують групи з подовженим днем. Склад і структура моделей процесів управління (МПУ), що входять до складу зазначеної системи моделей, наведені в табл. 4.2.3.1.2-1 (див. с. 505), а склад параметрів моделей об'єкта управління (МОУ) і моделей оточуючого середовища (МОС) – в табл. 4.2.3.1.2-2 (див. с. 505–507) [81, 107].

Наведені моделі призначені для використання при плануванні потреби в педагогічних кадрах у цілому в державі, а також у розрізі областей на короткотерміновий, середньотерміновий і довготерміновий періоди відповідно до нормативів функціонування вказаних типів навчальних закладів. У [351] описана організаційно-економічна сутність, алгоритми і технологія розв'язування задач управління, що базуються на описаних тут моделях.

Склад і структура моделей процесу планування потреби в педагогічних кадрах для загальноосвітніх навчальних закладів (ЗНЗ) і шкіл-інтернатів

№ з/п	Найменування категорії педагогічних кадрів	Моделі планування загальної (1) і додаткової (2) потреби в педагогічних кадрах	Номери параметрів МОУ і МОС, що застосовуються (табл. 4.2.3.1.2-2, див. с. 506-507)
1	Вчителі підготовчих і початкових класів	1.1. $C_1^c(t) = K_1(t)G_1(t)$	2, 28
		1.2. $C_1^a(t) = C_1^c(t) - C_1^c(t-1)L_1(t-1)[1 - E_1(t-1)]$	42, 43
		1.2* $C_1^a(t) = C_1^c(t) - \{R_1(t-2) + C_1^a(t-1)L_1(t-1)[1 - E_1(t-1)]\}$	14, 42, 43
2	Вихователі інтернатів при ЗНЗ	2.1. $C_2^c(t) = \max \{K_2(t)[1, 5Y_1(t)I_1(t)/35]\}$	1, 6, 29,
		2.2. $C_2^a(t) = C_2^c(t) - R_2(t-1)[1 - E_2(t-1)]$	15, 44
3	Вихователі ЗНЗ і груп з подовженим днем	3.1. $C_3^c(t) = K_3(t)G_2(t)N_1(t)$	3, 21, 30
		3.2. $C_3^a(t) = C_3^c(t) - R_3(t-1)[1 - E_3(t-1)]$	16, 45
4	Вихователі шкіл-інтернатів	4.1. $C_4^c(t) = K_4(t)\ G_3(t)N_2(t) + G_4(t)N_3(t)\ $	4, 5, 22, 23, 31
		4.2. $C_4^a(t) = C_4^c(t) - R_4(t-1)[1 - E_4(t-1)]$	17, 46
5	Вчителі-предметники (з кожного предмета)	5.1. $C_5^c(p, t) = \left\{ \sum_{m=5}^{12} K_5(p, t) Q(p, m, t) M(m, t) - K_6(p, t) R_5(t) N_4(t) - K_7(p, t) N_3(t) \{ R_2(t-1)[1 - E_2(t-1)] + R_3(t-1)[1 - E_3(t-1)] + R_4(t-1)[1 - E_4(t-1)] \} + K_8(p, t) R_6(t) S(t) \right\} / N_6(p, t)$	12, 13, 15, 16, 17, 18
		5.2. $C_5^a(p, t) = C_5^c(p, t) - R_7(p, t-1)[1 - E_5(p, t-1)]$	19, 24, 25, 26, 27, 32

Таблиця 4.2.3.1.2-2

Склад параметрів моделей об'єкта управління і моделей оточуючого середовища в системі моделей планування потреби в педагогічних кадрах для загальноосвітніх навчальних закладів і шкіл-інтернатів

№ з/п	Позначення параметру	Найменування параметра в році t	Номер МПУ (табл. 4.2.3.1.2-1, див. с. 505), куди входить даний параметр
1	$Y_1(t)$	Чисельність учнів в інтернатах при ЗНЗ	2.1
2	$G_1(t)$	Кількість підготовчих і початкових класів-комплектів	1.1
3	$G_2(t)$	Кількість груп подовженого дня	3.1
4	$G_3(t)$	Кількість класів у школах-інтернатах	4.1
5	$G_4(t)$	Кількість 5–10 класів у школах-інтернатах	4.1
6	$I_1(t)$	Кількість інтернатів при ЗНЗ	2.1
7	$I_2(t)$	Кількість основних шкіл з числом класів від 8 до 30	6.1
8	$I_3(t)$	Кількість основних шкіл з числом класів 30 та більше	6.1
9	$I_4(t)$	Кількість повних шкіл з числом класів від 10 до 30	6.1
10	$I_5(t)$	Кількість повних шкіл з числом класів 30 та більше	6.1
11	$I_6(t)$	Загальна кількість основних і повних шкіл	6.1*, 6.1**
12	$Q(p, m, t)$	Кількість навчальних годин, які відведені на навчання предмета (p) в класі m	5.1
13	$M(m, t)$	Кількість класів m	5.1
14	$R_1(t)$	Чисельність вчителів підготовчих і початкових класів на початок навчального року	1.2*
15	$R_2(t)$	Чисельність вихователів інтернатів при ЗНЗ на початок навчального року	2.2; 5.1
16	$R_3(t)$	Чисельність вихователів ЗНЗ і груп з подовженим днем на початок навчального року	3.2; 5.1
17	$R_4(t)$	Чисельність вихователів шкіл-інтернатів на початок навчального року	4.2; 5.1
18	$R_5(t)$	Чисельність керівників ЗНЗ	5.1
19	$R_7(p, t)$	Чисельність вчителів, які навчають p -го предмета на початок навчального року	5.2
20	$N_1(t)$	Штатний норматив чисельності вихователів на одну групу	3.1
21	$N_2(t)$	Штатний норматив чисельності вихователів на одну групу для 1–4 класів шкіл-інтернатів	4.1
22	$N_3(t)$	Штатний норматив чисельності вихователів на одну групу 5–10 класів шкіл-інтернатів	4.1

23	$N_4(t)$	Нормативне тижнєве навчальне навантаження керівників ЗНЗ	5.1
24	$N_5(t)$	Нормативне тижнєве навчальне навантаження вихователів	5.1
25	$N_6(p, t)$	Нормативне тижнєве навчальне навантаження вчителів, які навчають p -го предмета	5.1
26	$S(t)$	Середнє тижнєве навчальне навантаження вихователя	5.1
27	$K_1(t)$	Коефіцієнт збільшення кількості вчителів початкових класів за рахунок керівників ЗНЗ і вчителів російської мови національних початкових шкіл	1.1
28	$K_2(t)$	Коефіцієнт виділення сумісників в інтернатах при ЗНЗ	2.1
29	$K_3(t)$	Коефіцієнт приведення загальної кількості вихователів ЗНЗ та груп подовженого дня до кількості вихователів, для яких ця робота є основною	3.1
30	$K_4(t)$	Коефіцієнт приведення загальної кількості вихователів шкіл-інтернатів до кількості вихователів, для яких ця робота є основною	4.1
32	$K_5(p, t)$	Коефіцієнт збільшення кількості навчальних підгруп за рахунок поділу класів на підгрупи при вивченні p -го предмета	5.1
32	$K_6(p, t)$	Коефіцієнт приведення загальної кількості керівників ЗНЗ до кількості керівників, які навчають p -го предмета	5.1
33	$K_7(p, t)$	Коефіцієнт приведення загальної кількості вихователів до кількості вихователів, які навчають p -го предмета	5.1
34	$K_{10}(t)$	Коефіцієнт співвідношення кількості основних шкіл з числом класів від 8 до 30 до загальної кількості основних і повних шкіл	6.1*
35	$K_{11}(t)$	Коефіцієнт співвідношення кількості основних шкіл з 30 і більше класами до загальної кількості основних і повних шкіл	6.1*
36	$K_{12}(t)$	Коефіцієнт співвідношення кількості повних шкіл з числом класів від 10 до 30 до загальної кількості основних і повних шкіл	6.1*
37	$K_{13}(t)$	Коефіцієнт співвідношення кількості повних шкіл з 30 і більше класами до загальної кількості основних і повних шкіл	6.1*
38	$L_1(t)$	Коефіцієнт задоволення додаткової потреби у вчителях підготовчих і початкових класів	1.2; 1.2*
39	$E_1(t)$	Коефіцієнт вибування вчителів підготовчих і початкових класів протягом року t	1.2; 1.2*
40	$E_2(t)$	Коефіцієнт вибування вихователів інтернатів при ЗНЗ протягом року t	2.2; 5.1
41	$E_3(t)$	Коефіцієнт вибування вихователів ЗНЗ і груп подовженого дня протягом року t	3.2; 5.1
42	$E_4(t)$	Коефіцієнт вибування вихователів шкіл-інтернатів протягом року t	4.2; 5.1
43	$E_5(p, t)$	Коефіцієнт вибування вчителів, які навчають p -го предмета протягом року t	5.2

4.2.3.1.3. Система моделей планування розподілу професорсько-викладацьких кадрів вищих навчальних закладів

Професорсько-викладацькі кадри (ПВК) вищих навчальних закладів I, II і I, III рівнів акредитації (далі – ВНЗ) є важливим ресурсом системи освіти, який в основному визначає ефективність і якість підготовки фахівців з вищою освітою для різних галузей економіки (в тому числі педагогічних кадрів для різних типів навчальних закладів).

У свою чергу, чисельність ПВК є одним із важливих параметрів планування розвитку і аналізу функціонування як окремих ВНЗ, так і системи підготовки різних категорій фахівців у цілому.

Спочатку розглянемо організаційно-економічну сутність задачі розподілу ПВК ВНЗ.

Практика планування цього показника, що склалася (і, на жаль, ще значною мірою зберігається до останніх часів), зводилась до спрощених розрахунків, що базуються на використанні жорстко заданого штатного нормативу, який встановлює у ВНЗ співвідношення чисельності учнів або студентів (далі студентів) на одного викладача.

У ряді робіт розглядалися інші підходи до розв'язування цієї задачі. Однак за цих підходів питання розглядалися (як і в першому випадку) або односторонньо (за навчальним навантаженням на одного викладача [421], за обсягами коштів, що витрачаються на освіту [406], за якістю підготовки фахівців [171] тощо) і тому в принципі не могли привести до прийнятного рішення, або, використовуючи принципи системного підходу, пропонували [240] значні зміни у функціях і структурі органів управління системи підготовки кадрів, базувалися на застосовуванні трудноформалізованих описів відношень, великої кількості показників навчально-виховного процесу, що не включались до існуючої звітності, вимагалася велика кількість трудомістких обчислень і тому, в цілому, виявлялись неприйнятними в практиці планування та управління системою освіти.

Відсутність прийнятної методики розрахунку чисельності ПВК для ВНЗ призвела до того, що практично чисельність і якісний склад ПВК в багатьох випадках у ВНЗ формувались емпірично, а планування здійснювалось від досягнутого.

Таке становище привело до того, що склалася картина, за якої різні ВНЗ виявились у неоднакових умовах щодо навчального навантаження ПВК, що викладають аналогічні дисципліни, і як наслідок це виявлялось у нерівнозначності оплати праці ПВК щодо питомої частки роботи, що вони виконували. Справді, заробітна плата ПВК (місячний посадовий оклад) у ВНЗ, наприклад, встановлюється для ПВК залежно від стажу їхньої роботи і наявності відповідного наукового звання і вченого ступеня. При цьому передбачається, що за інших рівних умов (стаж роботи, наявність наукового звання і вченого ступеня) викладачі в різних ВНЗ повинні виконувати однакове (або досить наближене) нормативно-обумовлене (з точки зору ефективності і якості проведення навчально-виховного процесу) навчальне навантаження. Якщо ця умова не виконується, то порушується не тільки прийнята для ПВК система оплати праці, а й не забезпечується найважливіший принцип забезпечення оплати за працею залежно від її кількості і якості, оскільки фактично за різний труд ПВК отримують однакову заробітну плату. Крім того, цим самим штучно створюються умови для вияву різного рівня ефективності і якості здійснення навчально-виховного процесу в різних ВНЗ. Вочевидь, такий стан не може бути визнаний прийнятним.

Втім, на практиці чисельність ПВК (за державним замовленням) виділяється державними органами управління освітою відповідно до затвердженого цілеформуючими системами оточуючого середовища галузевим штатним нормативом – інтегрованим показником у цілому в системі освіти (СО) держави.

У соціально-економічному аспекті галузевий штатний норматив є досить ефективним регулятором розподілу трудових ресурсів між галузями економіки, яким фактично встановлюється рівень інтенсивності праці ПВК у цілому в СО.

У психолого-педагогічному аспекті при заданому рівні ефективності і якості навчально-виховного процесу зниження цього нормативу (в розумних межах) націлює ПВК і органи управління освітою на подальше вдосконалення організації і здійснення навчально-виховного процесу (розвиток психолого-педагогічної науки і методичного забезпечення, впровадження передового педагогічного досвіду, застосування сучасних засобів навчання, осучаснення змісту і технологій навчально-виховного процесу, збільшення часу на підготовку до занять тощо). У свою чергу, підвищення нормативу сприяє покращенню якості навчання та виховання, як правило, забезпечує надання ПВК більших можливостей (передовсім часу) для проведення навчально-методичної, науково-дослідницької, організаційно-педагогічної роботи, а також виховної роботи зі студентами.

Таким чином, можна констатувати, що з точки зору педагогічних цілей і задач освіти застосування галузевого штатного нормативу є прийнятним при плануванні розвитку системи освіти в цілому на державному рівні управління. Водночас, застосування однакового або такого, який склався історично, штатного нормативу для різних ВНЗ є неприпустимим з причин, що наведені вище.

Задоволення обох зазначених вимог є можливим у тому разі, якщо загальна чисельність ПВК, що затверджується відповідно до галузевого штатного нормативу (а далі і фінансується органами управління освітою), підлягає подальшому розподілу між ВНЗ залежно від реально виконуваної ПВК роботи в даному ВНЗ. Іншими словами, це можливо, якщо для кожного ВНЗ встановлюється свій штатний норматив, обчислений на основі дійсного навантаження ПВК в даному ВНЗ.

Відзначимо деякі особливості оцінки трудомісткості роботи ПВК. У ВНЗ ПВК здійснюють досить різноманітну діяльність, яка важко піддається класифікації та обліку. При цьому детальна фіксація всіх робіт, що виконують ПВК, тільки ускладнює облік і спричинює необхідність розроблення великої кількості нормативів, що пов'язані із змістом викладацької праці у всьому її різноманітті і з урахуванням всіх її особливостей.

Щоб якомога зменшити труднощі планування і обліку робіт, що виконують ПВК, кожна з них зазвичай відносять до одного з попередньо встановлених укрупнених видів діяльності. Так, для ВНЗ, наприклад, визначено п'ять видів діяльності ПВК: навчальна, навчально-методична, науково-дослідницька, організаційно-методична та виховна. Причому, всі зазначені види діяльності, окрім навчальної, досить складно піддаються нормуванню та обліку.

Тому зазвичай встановлюють деяке співвідношення між трудомісткістю навчальної роботи і сумарною трудомісткістю всіх інших видів діяльності ПВК, яке типово беруть рівним 0,5. При цьому припускається, що в межах робочого часу викладача сумарна трудомісткість розподілена за часом рівномірно і що половину всього робочого часу кожен викладач витрачає на навчальну роботу. Таке припущення в середньому досить близько узгоджується з практикою.

Що стосується співвідношення між іншими видами діяльності ПВК (крім навчальної), то ці співвідношення встановлюються в кожному конкретному ВНЗ (типово

на факультетах або кафедрах) практично індивідуально для кожного викладача з врахуванням рівня його науково-педагогічної кваліфікації, фаху, стажу роботи, віку, схильностей, характеру та обсягу суспільної роботи, що здійснюється ним.

Враховуючи зазначені припущення й особливості оцінки трудомісткості роботи ПВК ВНЗ, можна зробити висновок, що розрахунок трудомісткості викладацької праці можливий тільки з врахуванням обсягу навчальної роботи, яку виконують ПВК.

Перейдемо до формальної постановки задачі.

Обсяг навчальної роботи, що виконують ПВК у ВНЗ, можна визначити, якщо відомі (з необхідним ступенем деталізації) структура навчальних планів підготовки фахівців і структура навчальних одиниць в кожному ВНЗ (в тому числі структура прийому студентів на перший курс). Формування обох структур розглянемо окремо.

Будемо називати *навчальною роботою* пару $\langle$ навчальна дисципліна – навчальна одиниця $\rangle$, де під навчальною одиницею розуміється потік, група, підгрупа, студент, тобто різні угруповання студентів, що утворюються залежно від найменування навчальної дисципліни та виду навчальної роботи. Більшість таких пар визначається навчальним планом ВНЗ.

Як правило, один викладач веде одну або кілька навчальних дисциплін (предметів) в одній або кількох (у більшості випадків) навчальних одиницях, тобто один викладач виконує кілька робіт. Множина навчальних робіт, що виконуються одним викладачем, і визначає його навчальне навантаження.

У процесі навчання використання тієї або іншої множини типів навчальних одиниць здійснюється відповідно до психолого-педагогічних вимог щодо навчання різних навчальних дисциплін і виконання різних видів навчальної роботи. В свою чергу, склад навчальних дисциплін визначається обраним фахом і освітньо-кваліфікаційним рівнем, за яким здійснюється підготовка студентів, тобто спеціальністю за освітою.

Що стосується видів навчальної роботи, то, залежно від особливостей оцінки трудовитрат ПВК, умовно об'єднаємо види навчальної роботи у дві групи: аудиторні і неаудиторні. Перша група: лекції, семінарські, лабораторні і практичні заняття, трудомісткість яких може бути безпосередньо визначена в академічних годинах з навчального плану ВНЗ стосовно кожної пари $\langle$ навчальна дисципліна – навчальна одиниця $\rangle$. До групи неаудиторних видів навчальної роботи віднесено роботи, пов'язані з керівництвом курсовими і дипломними (випускними) проектами (роботами), а також з проведенням заходів щодо забезпечення рубіжного і підсумкового контролю (вимірювання) рівня навчальних досягнень – екзаменів (у тому числі державних), заліків, колоквіумів та ін. Підрахувати трудомісткість цих видів робіт на підставі тільки навчального плану неможливо. Тому з метою забезпечення можливості визначення сумарної трудомісткості навчальної роботи директивно встановлюють нормативну трудомісткість для кожного виду неаудиторних робіт – час, який необхідний для виконання відповідного виду неаудиторної роботи на одну навчальну одиницю (як правило, на одного студента). Тоді трудомісткість і цих неаудиторних видів робіт для однієї навчальної одиниці може бути також безпосередньо визначена в годинах на основі навчального плану ВНЗ.

Нарешті, оскільки планування навчальної роботи здійснюється за роками навчання, необхідним параметром структури навчального плану є курс (семестр) навчання. При цьому припустимо, що структура навчальних планів у всьому запланованому періоді не змінюється.

Нижче наведено формальний опис системи моделей (СМ) планування розподілу ПВК в ВНЗ [97].

Обсяг навчальної роботи, яку виконують ПВК в ВНЗ, можна визначити, якщо відомі (з необхідним ступенем деталізації) структура навчальних планів підготовки контингенту ВНЗ (студентів, слухачів тощо) і структура навчальних одиниць в кожному ВНЗ (в тому числі структура прийому студентів на перший курс ВНЗ). Формування обох цих структур розглянемо окремо.

Структуру навчального плану для кожної j -ї спеціальності подамо у виді масиву $Q_{HO}(j, p, w, l)$, де j – номер спеціальності підготовки; p – номер навчальної дисципліни; w – номер виду навчальної роботи; l – рік навчання. Кожен елемент масиву $Q_{HO}(j, p, w, l) = q_{jpw l}$ визначає трудомісткість виконання навчальної роботи виду w з p -ї навчальної дисципліни на l -му курсі для кожної j -ї спеціальності підготовки контингенту ВНЗ (далі – спеціальності) для однієї навчальної одиниці.

Формування структури навчального плану здійснюється для кожної j -ї спеціальності. При цьому, використовуючи дані, закладені в навчальний план, спочатку формують

$$\text{масив } U_{HT}(j, l''), j = \overline{1, J}, l'' = \overline{1, L''}, \quad (4.2.3.1.3-1)$$

де кожний елемент масиву дорівнює кількості навчальних тижнів для кожної j -ї спеціальності в семестрі l'' ; L'' – кількість семестрів навчання для j -ї спеціальності;

$$\text{масив } Q_{HO}^C(j, p, w'), j = \overline{1, J}, p = \overline{1, P}, w' = \overline{1, W'}, \quad (4.2.3.1.3-2)$$

де кожний елемент масиву визначає трудомісткість виконання аудиторних робіт виду w' для кожної j -ї спеціальності та p -ї дисципліни за весь термін навчання у ВНЗ для однієї навчальної одиниці; w' – номер виду аудиторної навчальної роботи; W' – кількість видів аудиторної навчальної роботи для кожної j -ї спеціальності та p -ї дисципліни;

$$\text{масив } Q_{HO}^{HT}(j, p, l'), j = \overline{1, J}, p = \overline{1, P}, l' = \overline{1, L'}, \quad (4.2.3.1.3-3)$$

де кожний елемент масиву визначає трудомісткість виконання аудиторних видів робіт для кожної j -ї спеціальності та p -ї дисципліни в l' -му семестрі за один навчальний тиждень і для однієї навчальної одиниці:

$$\text{масив } U_{HP}(j, p, l', w''), j = \overline{1, J}, p = \overline{1, P}, l' = \overline{1, L'}, w'' = \overline{1, W''}, \quad (4.2.3.1.3-4)$$

де кожен елемент масиву дорівнює кількості неаудиторних робіт виду w'' для кожної j -ї спеціальності та p -ї дисципліни в l' -му семестрі;

$$\text{масив } N_q(p, w''), p = \overline{1, P}, w'' = \overline{1, W''}, \quad (4.2.3.1.3-5)$$

де кожний елемент масиву дорівнює нормативній (на одну навчальну одиницю) трудомісткості виконання неаудиторної навчальної роботи виду w'' для p -ї дисципліни.

Далі, використовуючи (4.2.3.1.3-1)–(4.2.3.1.3-5), знаходимо трудомісткість виконання аудиторних видів робіт у кожному семестрі навчання для однієї навчальної одиниці:

$$Q_{HO}(p, w', l') = \frac{Q_{HO}^C(j, p, w') U_{HT}(j, l') Q_{HO}^{HT}(j, p, l')}{\sum_{l'=1}^{L'} U_{HT}(j, l') Q_{HO}^{HT}(j, p, l')}, \quad (4.2.3.1.3-5)$$

$$j = \overline{1, J}, p = \overline{1, P}, w' = \overline{1, W'}, l' = \overline{1, L'},$$

а також, використовуючи (4.2.3.1.3-5) – трудомісткість виконання аудиторних видів робіт на кожному курсі навчання для однієї навчальної одиниці:

$$Q_{HO}(j, p, w', l) = \sum_{l'=2l-1}^{2l} Q_{HO}(j, p, w', l'), \quad l' = \overline{1, L'}. \quad (4.2.3.1.3-6)$$

Далі, використовуючи (4.2.3.1.3-4) і (4.2.3.1.3-5), отримуємо структуру навчального плану для кожної j -ї спеціальності:

$$Q_{HO}(j, p, w'', l) = \sum_{l'=2l-1}^{2l} N_q(p, w'') U_{HP}(j, p, l', w''), \quad (4.2.3.1.3-7)$$

$$j = \overline{1, J}, \quad p = \overline{1, P}, \quad w'' = \overline{1, W''}, \quad l = \overline{1, L}.$$

І нарешті, на основі (4.2.3.1.3-6) і (4.2.3.1.3-7) отримуємо структуру навчального плану для кожної j -ї спеціальності:

$$Q_{HO}(j, p, w, l) = Q_{HP}(j, p, w', l) + Q_{HP}(j, p, w'', l),$$

$$j = \overline{1, J}, \quad p = \overline{1, P}, \quad l = \overline{1, L}, \quad w' = \overline{1, W'}, \quad w'' = \overline{1, W''},$$

$$w = \overline{1, W}, \quad W = W' + W''.$$

На практиці для ряду навчальних дисциплін директивно встановлюються обмеження на максимальний обсяг навчального навантаження ПВК, які навчають цих дисциплін. Назвемо такі навчальні дисципліни дисциплінами з обмеженнями навантаження. Для відображення і подальшого врахування цієї особливості об'єднаємо навчальні дисципліни в k груп. При цьому, навчальні дисципліни входять до тієї або іншої групи за ознакою рівності максимально допустимого обсягу навчального навантаження за цих дисциплін або відсутності будь-яких обмежень на її максимальний обсяг.

Належність кожної p -ї дисципліни до k -ї групи відобразимо масивом $Z(p, k)$, де кожний елемент масиву

$$z_{pk} = \begin{cases} 1 - \text{якщо } p\text{-та дисципліна входить до } k\text{-ї групи;} \\ 0 - \text{у протилежному разі.} \end{cases}$$

Введемо до розгляду масив $C(w, m)$, в якому кожен елемент масиву

$$c_{wm} = \begin{cases} 1 - \text{якщо } w\text{-й вид навчальної роботи виконується з } m\text{-м видом} \\ \text{навчальної одиниці;} \\ 0 - \text{у протилежному разі.} \end{cases}$$

Тоді, з урахуванням відзначених особливостей, трудомісткість виконання навчального плану для кожної j -ї спеціальності на l -му курсі для k -ї групи навчальних дисциплін для кожного m -го виду навчальної одиниці буде

$$Q_{HO}(j, l, k, m) = \sum_{p=1}^P \sum_{w=1}^W q_{jpw} z_{pk} c_{wm}, \quad (4.2.3.1.3-7)$$

$$j = \overline{1, J}, \quad l = \overline{1, L}, \quad k = \overline{1, \dots, k_0, \dots, K}, \quad m = \overline{1, 4},$$

де p – кількість навчальних дисциплін, які вивчаються на j -й спеціальності; w – кількість видів навчальної роботи, що проводиться за дисциплінами, які вивчаються на

j -й спеціальності; L – кількість років навчання на j -й спеціальності; J – кількість всіх спеціальностей, за якими ведеться підготовка в ВНЗ; k_0 – номер групи навчальних дисциплін, на які не накладаються обмеження навчального навантаження; m – номер навчальної одиниці у списку всіх видів навчальних одиниць.

Структура спеціальностей для кожного i -го ВНЗ на l -му курсі в році t може бути задана таким масивом (визначається на основі описаної нижче структури контингенту студентів ВНЗ): $B(i, j, l, t)$, в якому кожний елемент масиву

$$b_{ijlt} = \begin{cases} 1 - \text{якщо в } i\text{-му ВНЗ на } l\text{-му курсі в році } t \text{ здійснюється підготовка на } j\text{-й спеціальності;} \\ 0 - \text{у протилежному разі.} \end{cases}$$

З урахуванням (4.2.3.1.3-7) і (4.2.3.1.3-7) можна знайти трудомісткість виконання навчального плану в i -му ВНЗ для k -ї групи навчальних дисциплін в році t для кожного m – виду навчальних одиниць

$$Q_{HO}(i, k, m, t) = \sum_{j=1} \sum_{l=1} Q_{HO}(j, l, k, m) \cdot B(i, j, l, t), \quad (4.2.3.1.3-7)$$

$$i = \overline{1, I}, k = \overline{1, K}, m = \overline{1, 4}, t = \overline{1, T},$$

де I – кількість всіх ВНЗ одного типу (університети, коледжі та ін.), для яких здійснюються розрахунки; T – кількість років в плановому періоді.

Для знаходження повної трудомісткості навчальної роботи, що проводиться в i -му ВНЗ з k -ї групи дисциплін в році t , необхідно знати кількість всіх навчальних одиниць у кожному ВНЗ за роками планового періоду. Це можливо, якщо відома структура навчальних одиниць у кожному ВНЗ на кожній j -й спеціальності в році t в розрізі курсів (семестрів) навчання і видів навчальних одиниць. У свою чергу, зазначену структуру можна визначити, якщо відомі дані про структуру контингенту студентів в розрізі спеціальностей за освітою та курсів (семестрів) навчання для кожного i -го ВНЗ в році t , а також відомі межі (максимальна і мінімальна) наповнюваності навчальних одиниць кожного виду в розрізі спеціальностей. Нарешті, необхідною умовою для визначення структури контингенту студентів є знання структури прийому студентів на перший курс у кожний ВНЗ у розрізі спеціальностей за роками планованого періоду.

Якщо структура прийому студентів у визначених вище розрізах задана, то структуру контингенту студентів можна знайти, описавши динаміку руху контингенту студентів за роками планового періоду.

Відповідно до (4.2.1.1-1), рівняння динаміки контингенту студентів ВНЗ, що навчаються на кожній j -й спеціальності, мають вигляд (індекс j для спрощення запису опущений):

$$g_l(t) = a_l(t), \quad l = 1;$$

$$g_l(t) = g_{l-1}(t) \alpha_{l-1}(t-1) (1 - d_{l-1}^-(t-1) + d_{l-1}^+(t-1)) +$$

$$+ g_l(t-1) (1 - d_l^-(t-1) + d_l^+(t-1) (1 - \alpha_l(t-1))), \quad l = \overline{2, L}, \quad t = \overline{1, T},$$

де $g_l(t)$ – кількість студентів на l -му курсі в році t ; $\alpha_l(t)$ – коефіцієнт переходу студентів з l -го на $(l+1)$ -й курс в році t ; $d_l^-(t)$, $d_l^+(t)$ – коефіцієнти вибування і прийому

студентів на l -й курс в році t ; $\alpha_l(t)$ – кількість студентів, яких потрібно прийняти на перший курс в році t .

Необхідно відзначити, що з метою підвищення точності розрахунків контингенту студентів на плановий період для $l \leq L$ значення $g_l(t)$ можна отримати, користуючись даними регулярної статистичної звітності ВНЗ про реальні контингенти студентів. Однак очевидно, що такий шлях неприйнятний, коли горизонт планування перевищує термін навчання в ВНЗ.

Оскільки зазвичай $d_l^-(t) \approx d_l^+(t) \ll 1$ і ці дані відсутні у відповідній статистичній звітності, то з достатньою для практики точністю вираз (4.2.3.1.3-8) можна записати так:

$$\begin{aligned} g_l(t) &= \alpha_l(t), \quad l=1; \\ g_l(t) &= g_{l-1}(t) \alpha_{l-1}(t-1) + g_l(t-1), \quad l=2, \overline{L}, \quad t=\overline{1, T}, \end{aligned} \quad (4.2.3.1.3-9)$$

При цьому для $l > L$ рівняння (4.2.3.1.3-8) і (4.2.3.1.3-9) описують динаміку виводу спеціалістів з ВНЗ.

Використовуючи (4.2.3.1.3-8), структуру контингенту студентів ВНЗ подамо масивом $G(i, j, l, t)$, де кожний елемент масиву g_{ijlt} дорівнює кількості студентів в i -му ВНЗ, які навчаються на l -му курсі на кожній j -й спеціальності в році t . Аналогічно позначимо структуру прийомів студентів на перший курс ВНЗ – $A(i, j, t)$.

Тоді кількість студентів, що навчаються в i -му ВНЗ в році t , буде:

$$G_c(i, t) = \sum_{j=1}^J \sum_{l=1}^L g_{ijlt}, \quad i=\overline{1, I}, \quad t=\overline{1, T}, \quad (4.2.3.1.3-10)$$

а учнів в усіх ВНЗ в році t буде:

$$G(t) = \sum_{i=1}^I G_c(i, t), \quad t=\overline{1, T}. \quad (4.2.3.1.3-11)$$

Максимальна $N_{HO}^{\max}(j, p, m)$ та мінімальна $N_{HO}^{\min}(j, p, m)$ наповнюваності навчальних одиниць зазвичай задаються директивно для кожної j -ї спеціальності, p -ї дисципліни і для всіх m видів навчальних одиниць ($m = 1$ – потік, $m = 2$ – група, $m = 3$ – підгрупа, $m = 4$ – студент). Їх значення приймаються однаковими для всіх ВНЗ, робота яких планується.

Тоді структуру навчальних одиниць в розрізі спеціальностей за освітою можна подати масивом $U(i, j, p, l, m, t)$, в якому кожний елемент u_{ijplmt} дорівнює кількості m -го виду навчальних одиниць, що будуть створені для студентів i -го ВНЗ, які навчаються на l -му курсі на j -й спеціальності при вивченні ними p -ї дисципліни в році t .

Для знаходження значень елементів цього масиву введемо до розгляду допоміжний масив $V(i, j, p, l, m, t)$, в якому кожний елемент

$$\begin{aligned} V_{ijplmt} &= \left\lfloor g_{ijlt} / N_{HO}^{\max}(j, p, m) \right\rfloor, \\ i &= \overline{1, I}, \quad j = \overline{1, J}, \quad p = \overline{1, P}, \quad l = \overline{1, L}, \quad m = \overline{1, 4}, \quad t = \overline{1, T}, \end{aligned}$$

де $\lfloor x \rfloor$ – ціла частина x .

При цьому $V_{ijplmt} N_{HO}^{\max}(j, p, m) \leq g_{ijlt}$.

Кожний елемент масиву $U(i, j, p, l, m, t)$, яким описується структура навчальних одиниць, утворюється з відповідного елементу допоміжного масиву $V(i, j, p, l, m, t)$ за таким правилом (індекси для спрощення запису опущені):

$$u = \begin{cases} v - \text{якщо } vN_{HO}^{\max} = g; \\ v - \text{якщо } vN_{HO}^{\max} < g \text{ і } vN_{HO}^{\max} + (v+1)N_{HO}^{\min} \geq 2g; \\ v+1 - \text{якщо } vN_{HO}^{\max} < g \text{ і } vN_{HO}^{\max} + (v+1)N_{HO}^{\min} < 2g. \end{cases}$$

При цьому кількість навчальних одиниць, які будуть утворені в i -му ВНЗ в році t , буде:

$$U_{HO}(i, m, t) = \sum_{j=1}^J \sum_{p=1}^P \sum_{l=1}^L U_{ijplmt}, i = \overline{1, I}, m = \overline{1, 4}, t = \overline{1, T}. \quad (4.2.3.1.3-12)$$

Тоді, використовуючи (4.2.3.1.3-12) і (4.2.3.1.3-7), повна трудомісткість виконання навчального плану i -м ВНЗ в році t буде:

$$\begin{aligned} Q_{III}(i, t) &= U_{HO}(i, m, t) Q_{HO}(i, k, m, t) = Q'_{III}(i, t) + Q''_{III}(i, t) = \\ &= U_{HO}(i, m, t) \left[Q_{HO}(i, k_0, m, t) + \sum_{k=1}^K Q_{HO}(i, k, m, t) \right], i = \overline{1, I}, t = \overline{1, T}, \end{aligned} \quad (4.2.3.1.3-13)$$

де $Q'_{III}(i, t) = U_{HO}(i, m, t) Q_{HO}(i, k_0, m, t)$ – трудомісткість виконання навчального плану i -м ВНЗ в році t за дисциплінами без обмеження навчального навантаження;

$Q''_{III}(i, t) = U_{HO}(i, m, t) \sum_{k=1}^K Q_{HO}(i, k, m, t)$ – трудомісткість виконання навчального плану i -м ВНЗ в році t за дисциплінами з обмеженнями навчального навантаження; тут $k = \overline{1, K-1}$, оскільки існує тільки одна група (k_0) навчальних дисциплін, на які не накладаються обмеження навчального навантаження.

Таким чином, для будь-якої k -ї групи навчальних дисциплін з обмеженнями навчального навантаження трудомісткість виконання навчального плану i -м ВНЗ в році t визначається виразом

$$\begin{aligned} Q''_{III}(i, k, t) &= U_{HO}(i, m, t) Q_{HO}(i, k, m, t), \\ i &= \overline{1, I}, t = \overline{1, T}, k = \overline{1, K-1}, k \neq k_0. \end{aligned} \quad (4.2.3.1.3-14)$$

Тоді, якщо в році t для кожної k -ї групи навчальних дисциплін з обмеженнями навчального навантаження задані ці обмеження для одного викладача, то кількість ПВК для кожного i -го ВНЗ в році t , які будуть навчати дисциплін з обмеженнями навчального навантаження, можна визначити так:

$$P''(i, t) = Q''_{HP}(i, k, t) / H(k, t), i = \overline{1, I}, t = \overline{1, T}, \quad (4.2.3.1.3-15)$$

а для всіх ВНЗ

$$P''(t) = \sum_{i=1}^I P''(i, t), t = \overline{1, T}, \quad (4.2.3.1.3-16)$$

де $H(k, t)$ – максимальний обсяг навантаження ПВК (в годинах) для k -ї групи навчальних дисциплін з обмеженнями навчального навантаження в році t .

Якщо заданий галузевий штатний норматив $N_{\text{ш}}(t)$, за яким встановлюється для кожного року t кількість студентів ВНЗ на одного викладача, то з врахуванням (4.2.3.1.3-11) загальна чисельність ПВК для всіх ВНЗ в році t буде

$$П(t) = G_c(t) / N_{\text{ш}}(t), \quad t = \overline{1, T}. \quad (4.2.3.1.3-17)$$

Тоді, використовуючи (4.2.3.1.3-17) і (4.2.3.1.3-16), чисельність ПВК, яка необхідна для всіх ВНЗ в році t для навчання дисциплін без обмеження навчального навантаження, буде:

$$П'(t) = П(t) - П''(t). \quad (4.2.3.1.3-18)$$

Якраз ця чисельність ПВК і підлягає подальшому розподілу відповідно до трудомісткості виконання навчального плану кожним i -м ВНЗ в році t .

Використовуючи (4.2.3.1.3-18) і (4.2.3.1.3-13), чисельність ПВК, необхідна кожному i -му ВНЗ в році t для навчання дисциплін без обмеження навчального навантаження, буде:

$$П'(i, t) = П'(i, t) Q'_{\text{ин}}(i, t) / \sum_{i=1}^I Q'_{\text{ин}}(i, t), \quad i = \overline{1, I}, \quad t = \overline{1, T}. \quad (4.2.3.1.3-19)$$

Нарешті, враховуючи (4.2.3.1.3-19) і (4.2.3.1.3-15), визначимо загальну чисельність ПВК для кожного i -го ВНЗ в році t :

$$П(i, t) = П'(i, t) + П''(i, t), \quad i = \overline{1, I}, \quad t = \overline{1, T}, \quad (4.2.3.1.3-20)$$

Іноді загальну чисельність ПВК визначають для ВНЗ, встановлюючи, на підставі (4.2.3.1.3-10) і (4.2.3.1.3-20), в році t значення штатних нормативів для кожного i -го ВНЗ:

$$N_{\text{ш}}(i, t) = G(i, t) / П(i, t), \quad i = \overline{1, I}, \quad t = \overline{1, T}. \quad (4.2.3.1.3-21)$$

Відзначимо ще одну можливість, що відкривається наведеним тут підходом до розрахунку плану розподілу ПВК ВНЗ.

Зазвичай весь професорсько-викладацький персонал ВНЗ підрозділяють за рівнем науково-педагогічної кваліфікації на професорський (професори, доценти) та викладацький (викладачі, асистенти). Якщо задати співвідношення між обсягами навчального навантаження, яке виконують окремо професорський і викладацький персонал (в частках або відсотках) за кожним видом навчальної роботи, то план розподілу ПВК ВНЗ можна отримати окремо за професорським і за викладацьким персоналом.

Ці співвідношення задамо масивом $R(w, n)$, в якому кожний елемент масиву $r_{\text{кв}}$ дорівнює частці навчального навантаження, що виконується професорським ($n = 1$) і викладацьким ($n = 2$) персоналом стосовно w -го виду навчальної роботи.

Тоді вираз (4.2.3.1.3-7) запишемо так:

$$Q_{\text{НО}}(j, l, k, m, n) = \sum_{P=1}^P \sum_{W'=1}^w q_{jPw'l} z_{pk} c_{wm} z_{wn}, \quad j = \overline{1, J}, \quad (4.2.3.1.3-22)$$

$$l = \overline{1, L}, \quad k = \overline{1, \dots, k_0, \dots, K}, \quad m = \overline{1, 4}, \quad n = \overline{1, 2}.$$

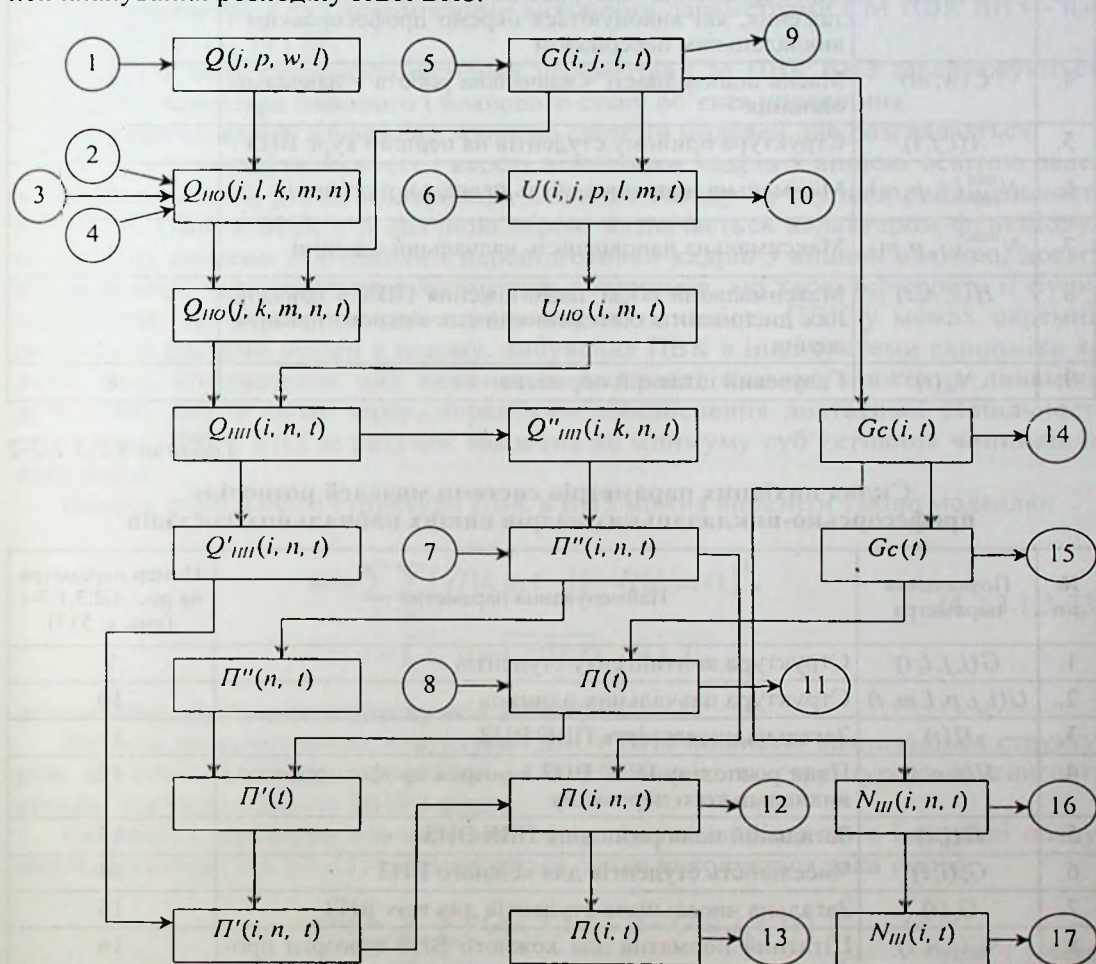
Далі, міркуючи аналогічно описаному вище, можна показати, що всі масиви, що описуються виразами (4.2.3.1.3-7), (4.2.3.1.3-13) – (4.2.3.1.3-16) і (4.2.3.1.3-19) – (4.2.3.1.3-21), будуть містити змінну n , що дозволяє-врешті решт отримати план розподілу ПВК ВНЗ окремо для професорського і для викладацького персоналу. При цьому, загальна чисельність ПВК для кожного i -го ВНЗ в році t буде:

$$\Pi(i, t) = \sum_{n=1}^2 \Pi(i, n, t), \quad i = \overline{1, I}, \quad t = \overline{1, T},$$

а значення штатного нормативу для кожного i -го ВНЗ в році t буде:

$$N_{ш}(i, t) = \sum_{n=1}^2 N_{ш}(i, n, t), \quad i = \overline{1, I}, \quad t = \overline{1, T}.$$

На рис. 4.2.3.1.3-1 наведена логіко-функціональна схема (ЛФС) системи моделей планування розподілу ПВК ВНЗ.



Склад вхідних параметрів моделей об'єкта управління (МОУ) і моделей оточуючого середовища (МОС), що входять до СМ, що розглядається, наведений в табл. 4.2.3.1.3-1, а склад вихідних параметрів цих моделей – в табл. 4.2.3.1.3-2.

Таблиця 4.2.3.1.3-1

**Склад вхідних параметрів системи моделей розподілу
професорсько-викладацьких кадрів вищих навчальних закладів**

№ з/п	Позначення параметра	Найменування параметра	Номер параметра на рис. 4.2.3.1.3-1 (див. с. 517)
1.	–	Навчальні плани для всіх спеціальностей підготовки	1
2.	$Z(p, k)$	Список навчальних дисциплін з обмеженнями навчального навантаження	2
3.	$R(w, n)$	Співвідношення між обсягами навчального навантаження, які виконуються окремо професорським і викладацьким персоналом	3
4.	$C(w, m)$	Масив відповідності < навчальна робота – навчальна одиниця >	4
5.	$A(i, j, t)$	Структура прийому студентів на перший курс ВНЗ	5
6.	$N_{НО}^{\min}(j, p, m)$	Мінімальна наповнюваність навчальної одиниці	6
7.	$N_{НО}^{\max}(j, p, m)$	Максимальна наповненість навчальної одиниці	6
8.	$H(k, n, t)$	Максимальний обсяг навантаження ПВК з навчальних дисциплін з обмеженнями навчального навантаження	7
9.	$N_{ш}(t)$	Галузевий штатний норматив	8

Таблиця 4.2.3.1.3-2

**Склад вихідних параметрів системи моделей розподілу
професорсько-викладацьких кадрів вищих навчальних закладів**

№ з/п	Позначення параметра	Найменування параметра	Номер параметра на рис. 4.2.3.1.3-1 (див. с. 517)
1.	$G(i, j, l, t)$	Структура контингенту студентів	9
2.	$U(i, j, p, l, m, t)$	Структура навчальних одиниць	10
3.	$P(t)$	Загальна чисельність ПВК ВНЗ	11
4.	$P(i, n, t)$	План розподілу ПВК ВНЗ в розрізі професорського і викладацького персоналу	12
5.	$P(i, t)$	Загальний план розподілу ПВК ВНЗ	13
6.	$G_c(i, t)$	Чисельність студентів для кожного ВНЗ	14
7.	$G_c(t)$	Загальна чисельність студентів для всіх ВНЗ	15
8.	$N_{ш}(i, n, t)$	Штатний норматив для кожного ВНЗ в розрізі професорського і викладацького персоналу	16
9.	$N_{ш}(i, t)$	Загальний штатний норматив для кожного ВНЗ	17

Параметри 1, 2, 4, 6, 7 і 8 (номери параметрів відповідають номерам на рис. 4.2.3.1.3-1, див. с. 517) є некеровані (нормативні) параметри СМ, що розглядається. Значення цих параметрів зберігаються у підбазі нормативно-довідкових даних галузевого автоматизованого банку даних (АБД), куди вони завантажуються з МОС.

Параметри 2 і 5 – керовані вхідні параметри СМ. Їх значення визначаються за допомогою інших МПУ (приміром, параметр 5 визначається в моделі планування прийому студентів до ВНЗ) і передаються за допомогою АБД (де зберігаються параметри МОУ) до даної СМ як параметри бажаного або планового стану об'єкта управління.

Параметри 12, 13, 16 і 17 є основними вихідними параметрами СМ, що розглядається. Їх сукупність відображає цілі розв'язування задачі розрахунку плану розподілу ПВК ВНЗ. Однак у процесі розрахунку основних параметрів виникає потреба визначення цілого ряду допоміжних параметрів, деякі з яких виявляються (як і основні параметри) необхідними вхідними параметрами інших МПУ. Тому ці допоміжні параметри є тут допоміжними вихідними параметрами СМ ПВК ВНЗ – параметри 9, 10, 11, 14 і 15.

Значення всієї сукупності вихідних параметрів СМ ПВК ВНЗ завантажуються до АБД як параметри бажаного і планового стану об'єкта управління.

Зробимо ще кілька зауважень відносно системи моделей, що розглядається.

Забезпечення ефективності і якості підготовки кадрів з вищою освітою залежить не тільки від рівня кваліфікації, якісного складу та ступеня раціональності розподілу ПВК в ВНЗ, а й значною мірою визначається характером функціонування всієї системи підготовки і перепідготовки кадрів з вищою освітою, досягнутим рівнем тих соціально-економічних показників, які характеризують її функціонування. Це передусім такі показники, як плинність ПВК у межах окремих регіонів та системи освіти в цілому, вибування ПВК в інші системи економіки та деякі інші. Покращення цих показників насправді означає зниження динаміки руху ПВК, що, в свою чергу, передбачає забезпечення достатньої стабільності структури ПВК в ВНЗ за рахунок зведення до мінімуму суб'єктивних чинників їх вибування.

Вимогу стабільності структури ПВК в ВНЗ можна виразити такою моделлю:

$$\min \sum_i \sum_{\mu} (P(i, \mu, t-1) - P(i, \mu, t))^2, \quad (4.2.3.1.3-23)$$

$$i = \overline{1, I}, \mu = \overline{1, P(i, t)}, t = \overline{1, T},$$

де μ – номер викладача у списку всіх ПВК ВНЗ.

Як було показано вище, структура ПВК у ВНЗ повністю визначається структурою навчального плану для кожній j -ї спеціальності та структурою контингенту студентів у кожному i -му ВНЗ в році t .

Вважаючи структуру навчального плану досить стабільною в інтервалі планування, вимога (4.2.3.1.3-23) забезпечується, якщо виконується така умова:

$$\min \sum_i \sum_j \sum_l (G(i, j, l, t-1) - G(i, j, l, t))^2, \quad (4.2.3.1.3-24)$$

$$i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}, l = \overline{1, L}, t = \overline{1, T}.$$

У свою чергу, умова (4.2.3.1.3-24) забезпечується, якщо досягається

$$\min \sum_i \sum_j (A(i, j, t-1) - A(i, j, t))^2, \quad i = \overline{1, I}, \quad j = \overline{1, J}, \quad t = \overline{1, T}. \quad (4.2.3.1.3-25)$$

Тобто, стабільність структури ПВК в основному визначається стабільністю структури прийомів (плану прийомів) студентів на перший курс ВНЗ. Ця структура є одним з вихідних параметрів моделі розрахунку плану прийому до ВНЗ.

Вочевидь, що загальна структура прийому до ВНЗ залежить від структури додаткової потреби галузей економіки того або іншого регіону у фахівцях з вищою освітою (для системи освіти – потреби в педагогічних кадрах). В окремих випадках (наприклад, при введенні у ВНЗ підготовки за новими спеціальностями або різкій зміні наповнюваності класів ЗНЗ, ПТНЗ та ін.), структура додаткової потреби в кадрах з вищою освітою може помітно змінитись. При цьому виконання умови (4.2.3.1.3-25) може бути досягнута, якщо додаткова потреба в педагогічних кадрах задовольнятиметься за рахунок випусків систем підготовки кадрів інших міністерств і відомств. Таким чином, умова (4.2.3.1.3-25) повинна розглядатись як один з можливих критеріїв оптимізації в моделі планування прийому до ВНЗ.

4.2.3.2. Моделі обласного і районного рівнів управління

- Модель планування загальної потреби навчальних закладів у педагогічних кадрах.
- Модель планування додаткової потреби навчальних закладів у педагогічних кадрах.
- Модель розподілу педагогічних кадрів за стажем їх роботи.
- Модель розподілу молодих спеціалістів до загальноосвітніх і професійно-технічних навчальних закладів.

4.2.3.2.1. Модель планування загальної потреби навчальних закладів у педагогічних кадрах

Аналіз процесу планування потреби системи освіти (СО) в педагогічних кадрах, який вже склався на практиці (з урахуванням моделей, що наведені в табл. 4.2.3.1.1-1 (див. с. 502) і 4.2.3.1.2-1 (див. с. 505)), дозволяє подати цей процес такою моделлю:

$$C_{js}^c(t + \tau) = C_{js}^a(t + \tau) + q_{js}(t)\epsilon_{js}^t + \sum_{p=0}^{t-1} g_{js}(t + p)\epsilon_{js}^{t-p}, \quad (4.2.3.2.1-1)$$

де: t – рік, що передуює початку планового періоду; $t + \tau$ – термін, на який ведеться розрахунок; τ – інтервал планування; $C_{js}^c(t + \tau)$ – загальна потреба s -го регіону в педагогічних кадрах j -ї спеціальності; $C_{js}^a(t + \tau)$ – додаткова потреба s -го регіону в педагогічних кадрах j -ї спеціальності; $q_{js}(t)$ – чисельність педагогічних кадрів j -ї спеціальності в s -му регіоні перед початком планового періоду; ϵ_{js} – частка педагогічних кадрів j -ї спеціальності, які щорічно продовжують роботу в навчальних закладах (НЗ) s -го регіону; $g_{js}(t + p)$ – чисельність молодих спеціалістів j -ї спеціальності, які направлені в СО s -го регіону на початок року $t + p$, $p = 1, 2, \dots$; $q_{js}(t) = 0$ для всіх j та s .

Особливості інформаційного забезпечення моделі (4.2.3.2.1-1) приводять до двох характерних випадків, що мають місце при здійсненні розрахунків за цією моделлю.

У першому випадку відомі всі дані, необхідні для здійснення розрахунку загальної потреби в педагогічних кадрах. Тобто, задача в цьому випадку зводиться до прямих нормативних розрахунків, як це описано в розділах 4.2.3.1.1 і 4.2.3.1.2.

У другому випадку, невідомий весь обсяг вхідних даних (як за складом, так і за рівнем деталізації) для розв'язування даної задачі за моделлю (4.2.3.2.1-1). Наприклад, в чинних формах статистичної звітності відсутні відомості про розподіл існуючого складу педагогічних кадрів у ЗНЗ. Розглянемо цей випадок на прикладі розрахунку загальної потреби у вчителів-предметниках для основної і повної школи. В запропонованому тут підході [97] (рекомендується застосовувати на обласному та районному рівнях управління СО) використовується модель вибору доцільного складу педагогічних кадрів для різних типів шкіл і різних варіантів комплектації їх класами (клас-комплектами). Саме такий підхід є компромісом між необхідністю використання детальних даних про педагогічні кадри ЗНЗ і відсутністю таких даних в існуючих формах статистичної звітності.

Основна ідея цього підходу полягає в такому.

Необхідний склад вчителів у загальноосвітніх навчальних закладах (ЗНЗ) наперед залежить від змісту навчального плану, типу ЗНЗ та кількості в ньому паралельних класів.

Введемо до розгляду вектор

$$\bar{\omega} = \{\omega_k\}, k = \overline{1, m},$$

де ω_k – кількість k -х класів в ЗНЗ; m – номер класу в ЗНЗ.

Для однотипних ЗНЗ існує обмежена кількість типових варіантів v_i комплектації їх класами. Типові варіанти комплектації класами ЗНЗ наведені в табл. 4.2.3.2.1-1.

Таблиця 4.2.3.2.1-1

Типові варіанти комплектації класами загальноосвітніх навчальних закладів

Варіант комплектації V_i	Характеристика комплектації
V_1	$\omega_k = 1, k = \overline{1, 12}$
V_2	$\omega_k = 1, k = \overline{1, 10}; \omega_k = 2, k = \overline{11, 12}$
V_3	$\omega_k = 2, k = \overline{1, 12}$

Позначимо через r_v множину типових варіантів комплектації класами ЗНЗ типу v :

$$\bar{r}_v = \{r_v\}, v = \begin{cases} 1, \text{ тоді } i = a_1^{\max}; \\ 2, \text{ тоді } i = a_2^{\max}; \\ \dots\dots\dots \\ \alpha, \text{ тоді } i = a_\alpha^{\max}; \end{cases}$$

де: $a_1^{\max}, a_2^{\max}, \dots, a_\alpha^{\max}$ – максимальна кількість типових варіантів комплектації класами ЗНЗ типу $v = \overline{1, \alpha}$.

Далі будемо вважати, що відомий алгоритм знаходження доцільного складу вчителів у ЗНЗ (про що піде мова у розділі 4.2.3.3.2), тобто є можливість знайти раціональний склад педагогічних кадрів у ЗНЗ $\bar{q}^* = q_j^*$, де q_j^* – кількість вчителів j -ї спеціальності при обґрунтованому складі педагогічних кадрів.

Тоді для всієї множини $\bar{r}_v$ типових варіантів комплектації класами ЗНЗ знайдемо множину обґрунтованих структур педкадрів

$$\bar{Q}^* = \{ \bar{q}_n^*(r_{vi}, v) \}, \quad \forall r_{vi} \in \bar{r}_v, v = \overline{1, \alpha}, n = \overline{1, b}, b = a_1^{\max} + a_2^{\max} + \dots + a_\alpha^{\max}.$$

Знаючи $\bar{Q}^*$ і розподіл всіх ЗНЗ регіону за типовими варіантами комплектації класами, можна визначити шукану величину – кількість вчителів j -ї спеціальності в цілому в регіоні, тобто знайти загальну потребу у вчителях ЗНЗ регіону в розрізі спеціальностей.

Зазначимо, що розрахунки $\bar{Q}^*$ на практиці достатньо провести тільки один раз для можливих значень $\bar{r}_v$ і v , а результати розрахунків занести до архіву (наприклад, сформувати спеціальний файл). Тоді розрахунок загальної потреби у вчителях-предметниках для будь-якого регіону буде зводитись, насправді, до розподілу всіх ЗНЗ даного регіону за варіантами комплектації, що закладені до архіву, і підсумовування чисельності педагогічних кадрів з відповідною спеціальністю, що взяті з архіву їх обґрунтованих структур. Значення $\bar{Q}$ для конкретних ЗНЗ можна отримати із відповідної статистичної звітності (форми ЗШ-1, ЗШ-3). Для виділення типових варіантів комплектації ЗНЗ класами в даному регіоні можна також використовувати дані статистичної форми Д-6.

4.2.3.2.2. Модель планування додаткової потреби навчальних закладів у педагогічних кадрах

Згідно з (4.2.3.2.1-1) модель планування додаткової потреби в педагогічних кадрах ЗНЗ в розрізі спеціальностей за освітою можна подати так:

$$C_{js}^a(t + \tau) = C_{js}^c(t + \tau) - q_{js}(t) \varepsilon_{js}^\tau + \sum_{p=0}^{\tau-1} g_{js}(t + p) \varepsilon_{js}^{\tau-p}. \quad (4.2.3.2.2-1)$$

З (4.2.3.2.2-1) випливає, що задача розрахунку додаткової потреби в педагогічних кадрах ЗНЗ зводиться до пошуку значень величини ε_{js} для того чи іншого інтервалу часу. Розглянемо два характерних випадки розрахунку ε_{js} , що впливають із ступеня забезпеченості моделі вхідними даними.

У першому випадку, коли для кожного року базового періоду (що передувє плановому) відомі дані (наприклад, із паспортів ЗНЗ) про розподіл педагогічних кадрів за спеціальностями та стажем роботи, в тому числі за стажем роботи педагогічних кадрів у межах кожної спеціальності, то розрахунок ε_{js} ведеться в такій послідовності:

1. Користуючись даними про ретроспективний стан ЗНЗ (статистичні дані за попередні роки), для кожного року базового періоду $T_\delta = \{t_0, t_0 + 1, \dots, t\}$ знаходимо чисельність педкадрів j -ї спеціальності в s -му регіоні, що мають стаж l (з інтервалом в один рік), тобто отримуємо

$$g_{jst}(l), \quad \forall l \in T_\delta.$$

2. Знаходимо значення частки педагогічних кадрів j -ї спеціальності в s -му регіоні, що мають в році t стаж l і які в році $t + 1$ будуть продовжувати роботу в СО даного регіону, тобто шукаємо

$$\eta_{jsl}(l) = q_{js,t+1}(l+1) / q_{jsl}(l), l = \overline{0,34}, \forall t \in T_{\delta}.$$

Аналіз статистичних даних для різних регіонів показує, що чисельність педагогічних кадрів, які мають стаж роботи 35 і більше років та які продовжують працювати в СО, дуже незначна (вихід на пенсію та інші причини). Тому тут взято $l_{\max} = 34$;

3. Знаходимо середнє за базовий період значення частки педагогічних кадрів j -ї спеціальності в s -му регіоні, що мають стаж l ,

$$\bar{\eta}_{js}(l) = \sum_t \eta_{jsl}(l) / (|T_{\delta}| - 1), l = \overline{0,34}, \forall t \in T_{\delta}.$$

4. Знаходимо шукане значення частини кадрів j -ї спеціальності в s -му регіоні, які щорічно продовжують роботу в ЗНЗ даного регіону для запланованого періоду

$$\epsilon_{js} = \sum_l \bar{\eta}_{js}(l), l = \overline{0,34}.$$

Другим характерним випадком, коли про розподіл педагогічних кадрів за спеціальностями та стажем роботи наближено судять за наявними агрегованими даними (наприклад, дані статистичної звітності про кадри ЗНЗ дають лише таку картину розподілу педагогічних кадрів за стажем роботи: з одного боку, в ній наводиться чисельність педагогічних кадрів, що мають стаж роботи у відповідних часових інтервалах – від 0 до 5 років, від 5 до 10 років, від 10 до 15 років, від 15 до 25 років та більше ніж 25 років; з іншого боку, в статистичній звітності відсутні відомості про розподіл загальної кількості педагогічних кадрів, які мають певний стаж роботи, в межах кожної спеціальності).

У цьому випадку розрахунок ϵ_{js} можна здійснити так.

Аналіз статистичних даних про розподіл педагогічних кадрів за стажем роботи для різних регіонів України показав, що типова форма кривої цього розподілу має вигляд, поданий на рис. 4.2.3.2.2-1 (див. с. 524) [97], де $\xi(l) = q(l) / \sum_l q(l)$ – чисель-

ність педагогічних кадрів, які мають стаж роботи l .

Якщо криву, що наведена на рис. 4.2.3.2.2-1, апроксимувати деякою функцією (див. розділ 4.2.3.2.2), то, використовуючи вираз апроксимуючої функції для $\xi(l)$, можна отримати значення розподілу педагогічних кадрів за стажем роботи в s -му регіоні в році $t - \xi_{st}(l)$.

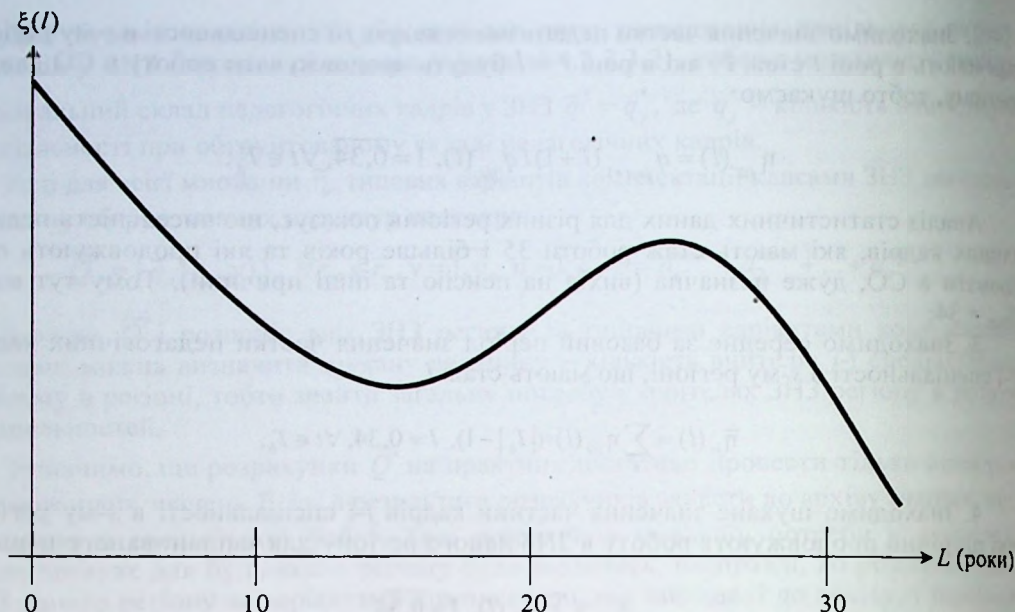
Тоді розрахунок $\xi_{st}(l)$ для другого з випадків, що розглядаються, ведеться у такий послідовності:

1. Знаходимо значення

$$\xi_{st}(l), \forall l \in T_{\delta}.$$

2. Знаходимо

$$\eta_{st}(l) = \xi_{s,t+1}(l+1) / \xi_{st}(l), l = \overline{0,34}, \forall (t+1) \in T_{\delta}.$$



Р и с. 4.2.3.2.2-1. Типова форма кривої розподілу чисельності педагогічних кадрів за стажем роботи

3. Знаходимо середнє значення

$$\bar{\eta}_s(l) = \sum_i \eta_{si}(l) / (|T_\delta| - 1), \quad l = \overline{0, 34}, \quad \forall l \in T_\delta.$$

4. Для планованого періоду знаходимо

$$\xi_{js} = \xi_j \sum_l \xi_{sl}(l) \bar{\eta}_s(l), \quad l = \overline{0, 34}.$$

4.2.3.2.3. Модель розподілу педагогічних кадрів за стажем їх роботи

Ця задача виникає при планування додаткової потреби навчальних закладів у педагогічних кадрах (див. розділ 4.2.3.2.2), коли про розподіл педагогічних кадрів за спеціальностями та стажем роботи наближено судять за наявними агрегованими даними статистичної звітності. Водночас, інформаційне наповнення моделі (другий випадок розрахунку моделі (4.2.3.2.2-1)) планування додаткової потреби в педагогічних кадрах потребує деталізованих даних про розподіл педагогічних кадрів за спеціальностями та стажем роботи, в тому числі за стажем роботи педагогічних кадрів у межах кожної спеціальності (ϵ_{js}).

У таких випадках зазначена задача зводиться до задачі апроксимації функції, що відображається кривою (рис. 4.2.3.2.2-1) розподілу педагогічних кадрів за стажем роботи.

Введемо ряд припущень, які з достатньою точністю (щодо отримання коректних результатів розрахунків за моделлю (4.2.3.2.2-1)) виконуються в освітній практиці.

По-перше, будемо вважати, що розподіл педагогічних кадрів за стажем роботи в межах кожної спеціальності описується однією і тією ж функцією $\xi(l)$.

По-друге, будемо вважати, що динаміка складу педагогічних кадрів у планованому періоді залишається стабільною і характер руху педагогічних кадрів зберігає тенденцію попередніх років (базового періоду).

По-третє, будемо припускати, що структура педагогічних кадрів у регіоні, що розглядається, в інтервалі часу, який включає базовий і плановий періоди, змінюється несуттєво. Це припущення ґрунтується на тому, що навчальний план, контингенти учнів і сама мережа навчальних закладів достатньо стабільні у часі. Якщо формально структуру педагогічних кадрів подати вектором $\xi = \{\xi_j\}$, де ξ_j – частка педагогічних кадрів, що мають j -ту спеціальність, то елементи цього вектора залишаються в часі (інтервалі планування) незмінними.

По-четверте, будемо вважати, що значення ξ_{js} пропорційні кількості педагогічних кадрів j -ї спеціальності.

По-п'яте, оберімо, що $q_{ist} (l > 34) = 0$ для всіх допустимих j, s і t .

Тоді криву рис. 4.2.3.2.2-1 з достатньою для практики точністю можна апроксимувати такою функцією:

$$\xi(l) = a_0 + a_1 / [(l - b_1)^2 + 1] + a_2 / [(l - b_2)^2 + 1],$$

де: a_0, a_1, a_2, b_1, b_2 – константи, значення яких визначається на основі аналізу реального розподілу педагогічних кадрів за стажем роботи для того або іншого регіону.

Шукані константи a_0, a_1 і a_2 апроксимуючої функції для $\xi(l)$ є рішенням системи рівнянь, кожне з яких може бути записане у такому вигляді:

$$\int_{u_{k-1}}^{u_k} \left\{ a_0 + a_1 / [(l - b_1)^2 + 1] + a_2 / [(l - b_2)^2 + 1] \right\} dl = q_{sk} / \sum_k q_{sk}, \quad (5.3.5-1)$$

$$k = \overline{1, 5},$$

де: q_{sk} – чисельність педагогічних кадрів в s -му регіоні, що відповідають одній з груп педагогічних кадрів за стажем роботи: для педагогічних кадрів із стажем роботи від 0 до 5 років $k = 1$, від 5 до 10 років $k = 2$, від 10 до 16 років $k = 3$, від 15 до 25 років $k = 4$, від 25 до 35 років і вище $k = 5$; $u_0 = 0, u_1 = 5, u_2 = 10, u_3 = 15, u_4 = 25, u_5 = 35$ – додаткові змінні.

Взявши інтеграл лівої частини рівняння (5.3.5-1) в зазначених межах і прийнявши $b_1 = b_2 = 0$, отримаємо систему рівнянь, в якій кількість рівнянь більше кількості невідомих. Розв'язуючи цю систему рівнянь, наприклад, методом найменших квадратів, отримаємо значення шуканих констант a_0, a_1, a_2 .

Далі, для підвищення точності апроксимації, знайдемо значення констант b_1 і b_2 , кожна з яких може набувати значення $b = \overline{0, 35}$.

Оскільки $\int_0^{35} \xi(l) dl = 1$, то знаходження шуканих констант b_1 і b_2 може бути здійснено простим перебором їх можливих значень і вибором такої пари значень (b_1, b_2) ,

для якої $\left| 1 - \int_0^{35} \xi(l) dl \right| \rightarrow \min$.

4.2.3.2.4. Модель розподілу молодих спеціалістів до загальноосвітніх і професійно-технічних навчальних закладів

Розрахунок додаткової потреби в педагогічних кадрах для кожного з моментів часу $t + \tau$, $\tau \geq 1$ згідно з (4.2.3.2.2-1) є можливим, якщо відомі дані про розподіл в s -й регіон молодих спеціалістів кожної j -ї спеціальності, тобто якщо відомо $q_{js}(t + p)$ – план розподілу молодих спеціалістів для $p \leq \tau$.

Як впливає із загальної теорії ієрархічних систем [217], можливими є способи (стратегії) розподілу педагогічних кадрів на різних рівнях управління СО, а тим самим і можливі будови моделей, що описують даний процес, залежать від рівня інформованості органів управління освітою і доступних їм, в межах існуючих організаційних структур, механізмів реалізації управлінських впливів.

На практиці, що склалася, розподіл молодих спеціалістів здійснюється між суміжними рівнями управління – від Міністерства освіти і науки до ЗНЗ. Підходи і моделі, що описані в цьому розділі, за наявності необхідних вхідних даних можуть практично з однаковою ефективністю бути застосовані для формування плану розподілу молодих спеціалістів між такими будь-якими парами суміжних рівнів управління: державний – обласний (міський), обласний (міський) – міський (районний), міський (районний) – районний (навчального закладу), районний – навчального закладу.

При розподілі молодих спеціалістів можуть бути реалізованими дві стратегії – пропорційний розподіл і непропорційний, здебільшого – пріоритетний розподіл. В обох випадках розподіл молодих спеціалістів здійснюється незалежно для кожної спеціальності і для кожного року планованого періоду. Тому для спрощення подальших записів опустимо в них відповідні індекси.

Пропорційний розподіл здійснюється, виходячи з реальної потреби в педагогічних кадрах того або іншого регіону чи навчального закладу. Такий розподіл молодих спеціалістів в s -й регіон для кожного року планованого періоду може бути описаний такою моделлю:

$$\max_g \min_s g_s / c_s, \\ \sum_{s=1}^{n_s} g_s = \Lambda, \quad g_s = 0, 1, 2, \dots; \quad s = \overline{1, n_s}.$$

де: c_s – потреба в педагогічних кадрах s -го регіону; g_s – шуканий план розподілу молодих спеціалістів в s -й регіон; Λ – сумарна чисельність молодих спеціалістів, які направлені в s -й регіон від суміжного з ним верхнього рівня управління освітою;

$\sum_{s=1}^{n_s} c_s = \Lambda$; n_s – кількість всіх навчальних закладів (або регіонів нижнього рівня) в регіоні верхнього рівня, куди входить s -й регіон (наприклад, кількість районів в області, в яку входить s -й район).

Наведена модель відображає типовий розподіл обмеженого ресурсу на підставі заявок користувачів за умов неповної інформованості органів управління, що досліджена в [132].

Пріоритетний розподіл здійснюється, виходячи із сформованої системи переваг. На основі цієї системи, за допомогою, як правило, трудноформалізованого апарату порівняння об'єктів встановлюється пріоритет одного об'єкта стосовно іншого. При

цьому результат у багатьох випадках подається у вигляді ранжированого списку об'єктів.

Будемо вважати (це підтверджується реальною практикою), що органами управління освітою сформована необхідна система переваг, яка забезпечує встановлення переваг для кожного підлеглого їм навчального закладу або СО регіону щодо повноти задоволення їх додаткової потреби в педагогічних кадрах. Тоді пріоритетний розподіл молодих спеціалістів в s -й регіон для кожного року планованого періоду може бути описаний такою моделлю:

$$\max_g \min_s \theta_s(c_s - g_s),$$

$$\sum_{s=1}^{n_s} g_s = \Lambda,$$

$$(c_s - g_s) \geq 0,$$

де θ_s – пріоритет s -го регіону. Пріоритет s -го регіону може виражатися такою функцією: $\theta_s = 2^{n_s - i}$, де i – номер об'єкта в ранжированому списку об'єктів. У цьому випадку дослідження наведеної пріоритетної моделі показали, що її застосування при формуванні плану розподілу молодих спеціалістів забезпечує можливість гнучкого врахування окремих пріоритетів всіх об'єктів у межах їх повного списку [97].

4.2.3.3. Моделі управління на рівні навчального закладу

- Модель оптимального розподілу педагогічних кадрів.
- Модель оптимального складу педагогічних кадрів.
- Модель планування додаткової потреби в педагогічних кадрах.

4.2.3.3.1. Модель оптимального розподілу педагогічних кадрів

Зазвичай на практиці намагаються забезпечити такий розподіл педагогічних кадрів, який би максимально задовольняв низку вимог щодо створення умов для більш якісного виконання навчального плану. До основних таких вимог насамперед слід віднести:

- узгодженість навчального доручення вчителя з профілем його спеціальності повинна бути максимальною;
- кількість підготовок вчителя до занять повинна бути мінімальною;
- тижневе навантаження вчителя повинно бути в допустимих межах (наприклад, для загальноосвітніх навчальних закладів: 20–26 годин).

Відзначимо, що виконання цих вимог не тільки сприяє підвищенню якості навчально-виховного процесу в навчальному закладі (НЗ), а й збігається з інтересами самого вчителя, позитивно відображаючись на динаміці складу педагогічних кадрів в даному регіоні та підвищуючи тим самим пов'язані з цим явищем важливі соціально-економічні показники функціонування як окремих НЗ, так і системи освіти (СО) в цілому.

Однак аналіз перелічених вимог для різних типів та значної кількості НЗ показав, що одночасно задовольнити ці вимоги в повному обсязі для всього складу вчителів практично неможливо.

І все ж для кожного НЗ існує деякий розподіл педагогічних кадрів, який максимально можливою мірою (в заздалегідь обумовленому розумінні і з врахуванням умов конкретного НЗ) задовольняє сукупності вищезазначених вимог. Такий розподіл будемо називати *оптимальним розподілом педагогічних кадрів у НЗ*.

Можна припустити, що відхилення в кожному окремому НЗ реального розподілу педагогічних кадрів від оптимального в тій чи іншій бік в цілому в регіоні, де ці НЗ розташовані, буде наближати картину розподілу педагогічних кадрів до оптимальної.

Перейдемо до формальної постановки задачі.

Введемо ряд означень, які необхідні для описування параметрів моделі. Будемо називати роботою пару <предмет – клас> (фактично ця пара насправді є урок, однак будемо користуватись термінологією, що прийнята в роботах з дослідження операцій). Множина таких пар визначається навчальним планом НЗ.

Як правило, один вчитель навчає одного або кількох предметів в одному або в кількох класах, тобто один вчитель виконує кілька робіт.

Множину робіт, які виконуються одним вчителем, назовемо *навчальним дорученням* і позначимо так:

$$\Phi_{\mu} = \left\{ w \mid \chi_{w\mu} = 1 \right\}, w = \overline{1, W}, W_{\mu} = |\Phi_{\mu}|,$$

де μ – номер вчителя у списку всіх вчителів НЗ; $\mu = \overline{1, q}$; q – кількість вчителів в НЗ; W – кількість робіт в НЗ; w_{μ} – кількість всіх робіт, що виконуються μ -м вчителем; $\chi_{w\mu}$ – розподіл роботи між μ вчителями,

$$\chi_{w\mu} = \begin{cases} 1 & \text{– якщо } \mu\text{-й вчитель виконує роботу } w, \\ 0 & \text{– у противному разі.} \end{cases}$$

Якщо будь-яка робота w виконується тільки одним μ -м вчителем, то

$$\sum_{\mu=1}^q \chi_{w\mu} = 1, \forall w = \overline{1, W}.$$

Таким чином, розв'язування задачі про розподіл педагогічних кадрів зводиться до знаходження таких $\chi_{w\mu}$, які задовольняли би деяким критеріям і обмеженням. Причому в основу вибору критерію оптимальності та обмежень покладемо перелічені вище вимоги, за якими визначається якість розподілу педагогічних кадрів і якість виконання навчального плану в цілому в НЗ.

Дві перші вимоги (пов'язані з узгодженістю навчального доручення вчителя з профілем його спеціальності та кількістю підготовок вчителя) суттєво впливають на ефективність навчання і, відповідно, на якість розподілу педагогічних кадрів у НЗ.

Розглянемо можливі способи оцінки якості розподілу в НЗ існуючого складу педагогічних кадрів.

Нехай деяким чином (наприклад, експертним за допомогою представників органів управління освітою, методистів та інших фахівців у галузі психолого-психологічних наук та освітньої практики) встановлена (на основі, наприклад, порівняльного аналізу змісту навчальних планів і програм для різних спеціальностей) можлива ефективність навчання предмета p вчителем j -ї спеціальності – E_{pj} . Будемо вважати, $0 \leq E_{pj} \leq 1$, причому більшому значенню E_{pj} відповідає краща узгодженість навчального предмета p із j -ю спеціальністю вчителя.

Для оцінки узгодженості робіт, що входять до навчального доручення, зі спеціальністю вчителя введемо до розгляду матрицю узгодженості «робота – спеціальність вчителя» $Z = \|Z_{\mu\mu}\|$, в якій кожний елемент матриці

$$z_{\mu\mu} = E_{pj} \alpha_{pw} \Big| Q_{\mu} = j \text{ або } z_{\mu\mu} = E_{pj} \alpha_{pw},$$

де: Q_{μ} – список вчителів в НЗ, кожний елемент списку вказує на спеціальність, якою володіє μ -й вчитель; α_{pw} – розподіл предмета p між роботами w ,

$$\alpha_{pw} = \begin{cases} 1 & \text{– якщо навчання предмета } p \text{ входить до роботи } w; \\ 0 & \text{– в протилежному разі.} \end{cases}$$

Інакше можна записати, що

$$z_{\mu\mu} = \begin{cases} E_{pj} & \text{– якщо навчання предмета } p \text{ входить до роботи } w; \\ 0 & \text{– у протилежному разі,} \end{cases}$$

тобто кожний елемент матриці Z дорівнює можливій ефективності навчання предмету p вчителем j -ї спеціальності, якщо навчання предмета p входить до роботи w . Таким чином, знаючи спеціальність j будь-якого μ -го вчителя, можна за допомогою $z_{\mu\mu}$ оцінити можливу ефективність виконання ним будь-якої роботи w .

Тоді якість виконання навчального доручення будь-яким вчителем можна оцінити двома показниками, що залежать від обраного розподілу робіт (тобто від $\chi_{\mu\mu}$):

$$E_{\mu} = \min_{w \in W} x_{\mu\mu} z_{\mu\mu}; \quad (4.2.3.3.1-1)$$

$$P_{\mu} = \sum_{w \in W} \chi_{\mu\mu}. \quad (4.2.3.3.1-2)$$

Перший показник характеризує ефективність виконання навчального доручення μ -м вчителем. Ефективність визначають за тією з робіт w (що входить до навчального доручення μ -го вчителя), яка найменшою мірою відповідає профілю спеціальності μ -го вчителя. Другий показник характеризує кількість підготовок μ -го вчителя при даному розподілі робіт між усіма вчителями НЗ.

Введемо до розгляду третю із зазначених вимог, що, як і дві попередні, сприяє підвищенню якості виконання навчального плану. Ця вимога накладає обмеження на дві перші.

Дійсно, з одного боку, в НЗ без паралельних класів обсяг годин, які відводяться на виконання будь-якої роботи h_w , задовольняє умову $1 \leq h_w \leq h_w^{\max}$ (для загальноосвітніх навчальних закладів, наприклад, $h_w^{\max} = 6$; при цьому, кількість підготовок вчителя, що дорівнює кількості робіт в дорученні, лежить у межах 4–10 і не може бути зменшена, якщо не виходити за допустимі межі його тижневого навантаження).

З іншого боку, виявляється неможливим так розподілити навчальні доручення між вчителями, аби, перебуваючи в допустимих межах тижневого навантаження, забезпечити максимально можливу узгодженість навчального доручення з профілем його спеціальності. Відзначимо, що тижневе навантаження вчителя відображає також економічний аспект розподілу педагогічних кадрів у НЗ.

З урахуванням всього сказаного основне обмеження моделі запишемо так:

$$H_{1np} \leq \sum_{w \in W} h_w x_{w\mu} \leq H_{2np}, \mu = \overline{1, q}, \quad (4.2.3.3.1-3)$$

де H_{1np} і H_{2np} – відповідно нижня та верхня межі тижневого навантаження вчителя.

З урахуванням (4.2.3.3.1-1)–(4.2.3.3.1-3), можна так подати можливі критерії якості розподілу педагогічних кадрів у НЗ:

$$G_1 = \min_{\mu} E_{\mu} = \min_{\mu} \min_{w \in W} x_{w\mu} z_{w\mu},$$

$$G_2 = \frac{1}{q} \sum_{\mu=1}^q E_{\mu},$$

$$G_3 = \min_{\mu} \Pi_{\mu} = \min_{\mu} \sum_{w \in W} x_{w\mu}.$$

При цьому оптимальний розподіл у НЗ існуючого складу педагогічних кадрів відповідає таким значенням $x_{w\mu}$, за яких досягається максимум якості розподілу педагогічних кадрів у НЗ. Тобто, задача оптимального розподілу існуючого в НЗ складу педагогічних кадрів є багатокритеріальною.

Проте, дослідження варіантів моделей оптимального розподілу педагогічних кадрів у НЗ, що побудовані на основі використання кожного з трьох наведених критеріїв (при однокритеріальній постановці задачі), показали, що критерій G_1 найбільшою мірою відповідає змістовій постановці задачі, а його використання (при мінімальній складності алгоритму обчислення на відміну від багатокритеріальної постановки задачі) дозволяє розрахувати розподіл педагогічних кадрів у НЗ, досить близький до оптимального.

Таким чином, остаточно модель оптимального розподілу існуючого складу педагогічних кадрів у НЗ має вигляд

$$\max_x \min_{\mu} \min_{w \in W} x_{w\mu} z_{w\mu}, \quad (4.2.3.3.1-4)$$

$$H_{1np} \leq \sum_{w \in W} h_w x_{w\mu} \leq H_{2np}, \mu = \overline{1, q}, \quad (4.2.3.3.1-5)$$

$$\sum_{\mu=1}^q x_{w\mu} = 1, w = \overline{1, W}. \quad (4.2.3.3.1-6)$$

Цільова функція (4.2.3.3.1-4) відповідає вибору такого варіанта розподілу педагогічних кадрів у НЗ, за яким для кожного вчителя мінімізується ступінь неузгодженості робіт, що входять до навчального доручення вчителя, з профілем його спеціальності. Умовою (4.2.3.3.1-5) задаються обмеження тижневого навантаження вчителя. Умова (4.2.3.3.1-6) означає, що виконання всіх W робіт у НЗ здійснюється існуючим складом педагогічних кадрів.

Відзначимо, що використання оптимальних варіантів розподілу педагогічних кадрів у НЗ можливе не тільки при плануванні потреби в педагогічних кадрах, а й при реорганізації розподілу педагогічних кадрів, якщо оптимальні варіанти розподілу є потенційно здійсненними (або досить наближено здійсненними) при існуючому складі педагогічних кадрів у НЗ, а також при визначенні тенденцій (напрямів) удосконалення існуючого складу педагогічних кадрів у НЗ.

4.2.3.3.2. Модель оптимального складу педагогічних кадрів

Потреба навчальних закладів (НЗ) у педагогічних кадрах може бути задоволена різним складом педагогічних кадрів.

У запропонованому тут способі визначення оптимального складу педагогічних кадрів використовується описана в розділі 4.2.3.3.1 модель оптимального розподілу педагогічних кадрів у НЗ. Саме на цій основі можна віднайти розумний компроміс між необхідністю використання детальних даних про розподіл існуючого складу педагогічних кадрів у НЗ і відсутністю даних про такий розподіл у чинній статистичній звітності. Оптимальність складу педагогічних кадрів у НЗ будемо оцінювати з позицій забезпечення якості виконання навчального плану, оскільки саме створення умов для якісного виконання навчального плану є тією основною метою, яка повинна бути досягнута у процесі забезпечення НЗ педагогічними кадрами.

Для побудови критерію вибору оптимального складу педагогічних кадрів у НЗ проведемо змістовий аналіз ситуацій, що виникають у процесі розв'язування цієї задачі.

Будь-який вчитель у НЗ типово навчає одного або кількох предметів. Можливу структуру розподілу предметів між вчителями можна подати у вигляді графа (рис. 4.2.3.3.2-1). При цьому, кожній парі (PP_p , Y_μ) можна поставити у відповідності такі змінні: $H_{p\mu}$ – навантаження з p -го предмета μ -го вчителя; $E_{p\mu}$ – можлива ефективність викладання p -го предмета μ -м вчителем (вчителем j -ї спеціальності), де p – номер предмета в списку всіх предметів за навчальним планом НЗ, $p = \overline{1, P_p}$; P_p – кількість всіх предметів, яких навчають у НЗ.

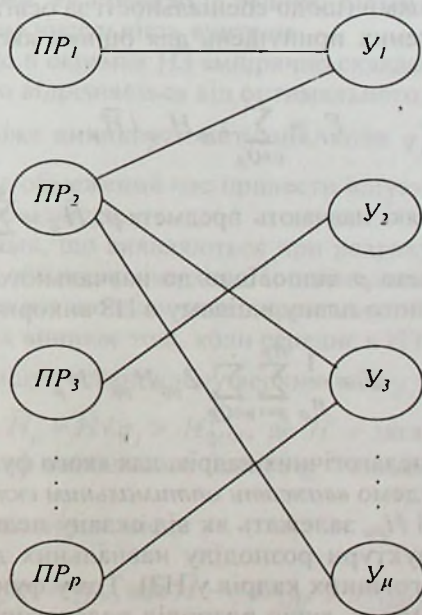


Рис. 4.2.3.3.2-1. Можлива структура розподілу навчальних предметів між вчителями: $PP_1, \dots, PP_P, \dots$ – навчальні предмети, $Y_1, \dots, Y_\mu, \dots$ – вчителі

Можливі шляхи отримання значень $E_{p\mu}$ описані в розділі 4.2.3.3.1. Тут лише нагадаємо, що $E_{p\mu}$ – величина безрозмірна, причому $0 \leq E_{p\mu} \leq 1$ і більшому значенню $E_{p\mu}$ відповідає краща узгодженість навчального предмета p із спеціальністю μ -го вчителя.

Для оцінки узгодженості предмета p із спеціальністю μ -го вчителя, як і в розділі 4.2.3.3.1, введемо до розгляду матрицю узгодженості «предмет – спеціальність вчителя», кожний елемент якої

$$Z_{p\mu} = \begin{cases} E_{p\mu} & \text{– якщо предмета } p \text{ навчає } \mu\text{-й вчитель;} \\ 0 & \text{– у протилежному разі.} \end{cases}$$

Далі, з врахуванням методичних і дидактичних вимог щодо порядку розподілу предметів між вчителями, відзначимо таке:

1. Якщо предмета p навчає тільки один вчитель, то можлива якість навчання даного предмета залежить тільки від ступеня узгодженості цього предмета із спеціальністю μ -го вчителя, тобто від значення $E_{p\mu}$.

2. Якщо предмета p навчає кілька вчителів, що мають однакову спеціальність, то якість навчання цього предмета також залежить тільки від $E_{p\mu}$.

3. У випадках, коли предмета p навчають кілька вчителів різних спеціальностей, то якість навчання даного предмета залежить як від значення $E_{p\mu}$, так і від співвідношення навантаження кожного вчителя з предмета p і загального навантаження з предмета p за навчальним планом НЗ. При цьому якість навчання предмета p буде тим вищою, чим менша частка навантаження з даного предмета буде виконуватись вчителями, що не є фахівцями (щодо спеціальності за освітою) з предмета p .

З урахуванням зазначених припущень для оцінки якості навчання предмета p застосуємо такий вираз:

$$F_p = \sum_{\mu \in Q_p} z_{p\mu} H_{p\mu} / \bar{H}_p,$$

де Q_p – список вчителів, які навчають предмета p ; $\bar{H}_p = \sum_{\mu=1}^q H_{p\mu}$ – загальне навчальне

навантаження з предмета p відповідно до навчального плану НЗ; а для оцінки якості виконання навчального плану в цілому в НЗ використовуємо таку функцію:

$$F = \frac{1}{n_p} \sum_{p=1}^{n_p} \sum_{\mu \in Q_p} Z_{p\mu} H_{p\mu} / H_p. \quad (4.2.3.3.2-1)$$

При цьому, той склад педагогічних кадрів, для якого функція (4.2.3.3.2-1) набуває максимальне значення, будемо вважати оптимальним складом педагогічних кадрів.

Значення змінних $z_{p\mu}$ і $H_{p\mu}$ залежать як від складу педагогічних кадрів, що вже існує в НЗ, так і від структури розподілу навчальних доручень між вчителями (тобто від розподілу педагогічних кадрів у НЗ). Тому функція F є складною функцією цих двох змінних. Однак, якщо розподіл педагогічних кадрів для всіх типів НЗ та можливих варіантів комплектації їх класами проводити за допомогою однієї і тієї ж процедури, то, застосовуючи (4.2.3.3.2-1), можна оцінити якість виконання навчального плану практично будь-яким можливим складом педагогічних кадрів.

При цьому, той склад педагогічних кадрів, для якого функція F набуває максимального значення, будемо вважати оптимальним для даного НЗ і даного розподілу робіт $\bar{y}$.

4.2.3.3.3. Модель планування додаткової потреби у педагогічних кадрах

Досягнення оптимального складу педагогічних кадрів у кожному навчальному закладі (НЗ) будемо вважати метою, що повинна досягнута у процесі забезпечення НЗ педагогічними кадрами. Тому склад фахівців, який є додатково потрібним до вже існуючого складу педагогічних кадрів у НЗ, необхідно забезпечити таким, аби при повному задоволенні потреби НЗ у педагогічних кадрах досягалось би мінімальне відхилення нового складу педагогічних кадрів від оптимального. В цьому і полягає сутність задачі, що розглядається.

Оскільки навчальний план є однаковим для всіх одноймених (за номером) класів НЗ, то в однотипних НЗ з однаковою комплектацією класами в принципі повинен бути один і той самий склад педагогічних кадрів. Тому, на перший погляд, здавалося би достатньо знайти різницю $C_j^a = q_j^* - q_j$ (де q_j^* – кількість вчителів j -ї спеціальності при оптимальному складі педагогічних кадрів, q_j – кількість вчителів j -ї спеціальності в існуючому в НЗ складі педагогічних кадрів) і визначити C_j^a як додаткову потребу даного НЗ у вчителях j -ї спеціальності.

Однак аналіз статистичних даних про різні типи НЗ у різних регіонах показує, що за різних причин склад педагогічних кадрів навіть в однотипних НЗ з однаковою комплектацією класами, як правило, є різним. Більш того, різною в таких НЗ часто виявляється і загальна чисельність вчителів.

Це є причиною того, що в окремих НЗ емпірично складається такий склад педагогічних кадрів, який суттєво відрізняється від оптимального. При цьому для вчителів деяких спеціальностей може виникнути ситуація, коли $q_j^* < q_j$. За таких умов на практиці досить складно за обмежений час привести існуючий і оптимальний склад педагогічних кадрів у відповідність.

Основними обмеженнями, що виявляються при розрахунку додаткової потреби в педагогічних кадрах НЗ, є обмеження верхньої і нижньої меж тижневого навчального навантаження вчителів, що встановлюються директивно. При цьому додаткова потреба в педагогічних кадрах виникає тоді, коли середнє в НЗ навчальне навантаження одного вчителя H_{μ} перевищує встановлену верхню межу тижневого навантаження вчителя $H_{2пр}$, тобто коли $\bar{H}_{\mu} = \bar{H} / q_j > H_{2пр}$, де $\bar{H}$ – загальне навчальне навантаження вчителя відповідно до навчального плану; q_j – кількість вчителів j -ї спеціальності в певному НЗ.

Однак у тих випадках, коли має місце

$$\bar{H}_{\mu} > H_{2пр}, \text{ але } \bar{H} - q_j H_{2пр} \leq H_{1пр}, \quad (4.2.3.3.3-1)$$

додатково залучений до роботи в НЗ вчитель не буде забезпечений навчальним навантаженням у необхідному обсязі. В цьому випадку додаткова потреба в педагогічних кадрах відсутня і потрібно розв'язувати задачу оптимального розподілу існуючого

в НЗ складу педагогічних кадрів, замінивши в її умовах H_{2np} на $\lceil \overline{H} / q\Phi \rceil$, де Φ – кількість всіх робіт, які виконує один вчитель; $\lceil x \rceil$ – ціле число, що більше або дорівнює x .

Коли існуючий в НЗ склад педагогічних кадрів не може повністю забезпечити виконання всіх робіт, що передбачені навчальним планом (умова (4.2.3.3.3-1) не виконується), виникає додаткова потреба НЗ у педагогічних кадрах. У таких випадках чинять так.

Розв'язують задачу вибору оптимального розподілу існуючого в НЗ складу педагогічних кадрів, замінивши умову (4.2.3.3.3-1) на таку:

$$\sum_{\mu=1}^q \chi_{w\mu} \leq 1, \quad w = \overline{1, \Phi}. \quad (4.2.3.3.3-2)$$

Умова (4.2.3.3.3-2) при цьому знімає обмеження стосовно необхідності виконання всіх робіт, що передбачені навчальним планом, існуючим у НЗ складом педагогічних кадрів. При цьому додаткова потреба в педагогічних кадрах всіх спеціальностей певного НЗ

$$C_f^a \leq \lceil H^+ / H_{2np} \rceil,$$

де залишок навчального навантаження H^+ визначається з виразу

$$H^+ = \sum_{\mu=1}^q \sum_{w=1}^{\Phi} (1 - \chi_{w\mu}) h_w.$$

З метою забезпечення можливості використання моделей (4.2.3.3.1-1) – (4.2.3.3.1-4) для розрахунку додаткового необхідного складу педагогічних кадрів у зазначених моделях замість матриці Z введемо іншу матрицю A , кожний елемент якої a_{wj} буде характеризувати можливу ефективність виконання кожної із незакріплених (за вчителем існуючого складу педагогічних кадрів) робіт вчителем будь-якої із можливих спеціальностей, тобто з тих, за якими здійснюється підготовка вчителів для ЗНЗ.

У випадках, коли $C_f^a > 1$ (такі випадки на практиці виникають найбільш часто), для визначення додаткового необхідного складу педагогічних кадрів з урахуванням їх спеціальностей за освітою можна застосувати таку процедуру.

1. Задамо деяке допустиме значення критерію якості розподілу додаткового складу педагогічних кадрів G^* . Наприклад, припустимо, що G^* дорівнює значенню цільової функції (4.2.3.3.1-4) в моделі оптимального розподілу педагогічних кадрів.

2. Знайдемо значення навчального навантаження з кожної із можливих спеціальностей педагогічних кадрів

$$H_j = \sum_{w \in \Phi_j} b_{wj} h_w,$$

де: Φ_j – множина вільних робіт;

$$b_{wj} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } a_{wj} \geq G^*, \\ 0 & \text{– у протилежному разі.} \end{cases}$$

3. З урахуванням (4.2.3.3.1-5) визначимо максимально можливу кількість вчителів j -ї спеціальності, які можуть входити до додатково необхідного складу педагогічних кадрів $q_j^* = \lceil H_j / H_{111P} \rceil$.

4. Перетворимо матрицю A на матрицю A^* так, щоб кожному стовпчику в матриці A відповідало б рівно q_j^* однакових m стовпчиків матриці A^* . При цьому, якщо для деяких спеціальностей виявиться, що $q_j^* = 0$, то таку спеціальність не розглядають. Таким чином, матриця A^* характеризує тільки ті спеціальності, які слід враховувати при визначенні додатково необхідного складу педагогічних кадрів.

5. Відомі тільки межі, в яких знаходиться шукане значення додаткової потреби в педкадрах:

$$2 \leq C_j^a \leq \lceil H^* / H_{21P} \rceil,$$

причому кожному значенню C_j^a можуть відповідати різні сполучення спеціальностей додатково необхідного складу педагогічних кадрів.

У задачі оптимального розподілу педагогічних кадрів як критерій вибору кращого набору спеціальностей вчителів будемо використовувати цільову функцію (4.2.3.3.1-4). Пошук необхідного складу педагогічних кадрів можна забезпечити багаторазово розв'язуючи задачу (4.2.3.3.1-4)–(4.2.3.3.1-6) і послідовно припускаючи, що

$$C_j^a = 2 \lceil H^* / H_{21P} \rceil.$$

При цьому, для кожного значення C_j^a слід розглянути всі можливі набори спеціальностей, тобто всі сполучення з m по C_j^a , щоразу формуючи нову матрицю Z , стовпчики якої відповідають набору спеціальностей вчителів, що розглядається.

Однак, застосовуючи методи оцінки екстремального значення цільової функції (4.2.3.3.1-4), можна здійснити вибір додатково необхідного складу педагогічних кадрів, не розв'язуючи відповідну задачу на основі моделей (4.2.3.3.1-4)–(4.2.3.3.1-6). Для цього, сформувавши матрицю Z , знайдемо оцінку Γ екстремального значення цільової функції (4.2.3.3.1-4):

$$\Gamma = \min_w \max_{\mu} z_{w\mu}.$$

Набір спеціальностей вчителів, для яких Γ набуває максимального значення, є тим, що відшукується.

В окремому випадку, коли $C_j^a = 1$, для визначення спеціальності, що її повинен мати додатково необхідний вчитель, знайдемо

$$j^* = \arg \max_j d_j,$$

де $d_j = \min_w a_{wj}$. У цьому випадку, спеціальність, що відповідає номеру j^* , є шуканою.

4.3. Моделі макрофункцій планування та управління розвитком освіти на державному рівні

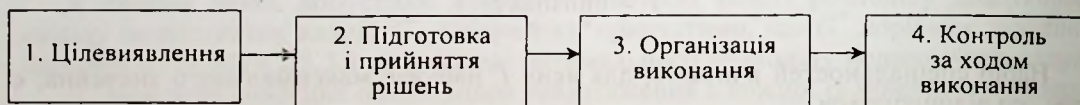
- Система моделей забезпечення навчальних закладів педагогічними кадрами.
- Система моделей управління розвитком галузевої системи підготовки педагогічних кадрів.
- Система моделей забезпечення навчальних закладів засобами навчання.

У процесі функціонування системи управління освітою (СУО) здійснюється широкий спектр функцій, спрямованих на досягнення цілей, які визначають призначення системи освіти (СО). З усього різноманіття функцій СУО виділимо деякі їх сукупності (які назвемо тут макрофункціями (МФ) СУО), які можна характеризувати низкою їх загальних особливостей (особливостей МФ).

Особливості МФ, що розглядаються у розділах 4.3.1–4.3.3, полягають в тому, що їх використання:

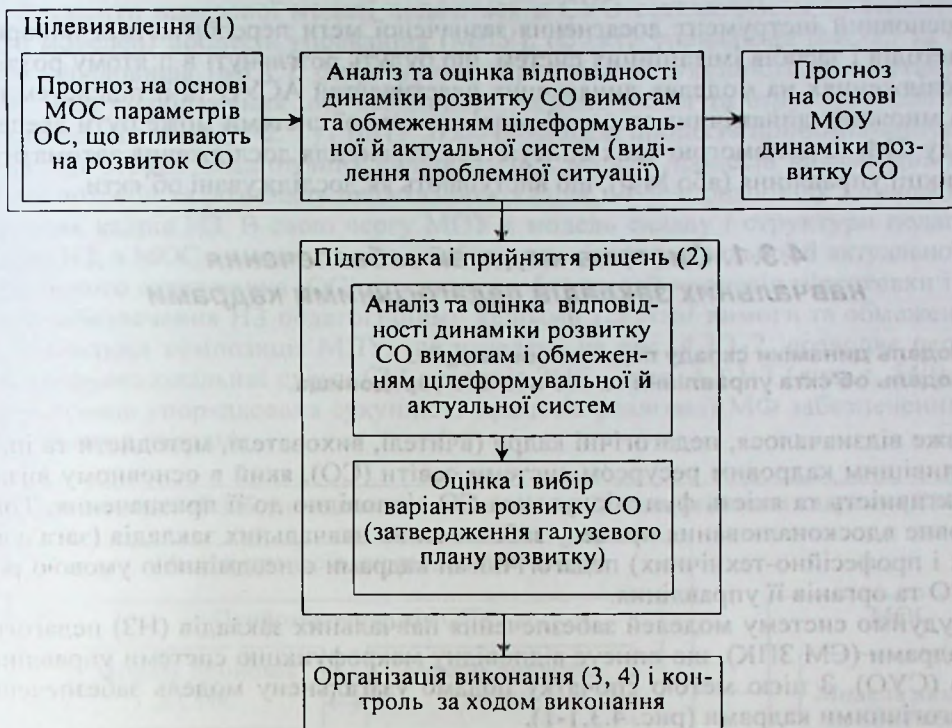
- забезпечує досягнення цілей СО на верхніх рівнях дерева цілей СО; для зовнішніх цілей СО – на рівні кінцевих результатів її функціонування;
- відображає як основні, так і допоміжні складові призначення СО;
- ув'язує функціонування, як правило, однотипних (за видами кінцевих результатів) закладів освіти (дитячих дошкільних установ, загальноосвітніх, професійно-технічних і вищих навчальних закладів, структур галузевого матеріально-технічного і постачання тощо);
- охоплює всі елементи життєвого циклу кінцевих результатів функціонування СО (виявлення потреби, виробництво, розподіл, використання);
- відображає процеси планування розвитку та управління функціонуванням СО на державному рівні;
- відображає багаторівневі системи моделей наскрізних задач планування розвитку СО;
- відображає упорядковану множину зв'язків на рівні самостійних організаційно-структурних одиниць будови СО (навчальних закладів, органів управління освітою тощо).

Щодо функціонального наповнення кожної з МФ, то воно визначається цілями, на досягнення яких ця МФ спрямована (цільовий аспект реалізації МФ). Проте можна визначити деяку модель, властиву всім МФ, що тут розглядаються, – модель основних етапів процесу управління розвитком СО (рис. 4.3-2, блоки 1 і 2), що побудована відповідно до наведеної на рис. 4.3-1 узагальненої моделі етапів управлінської діяльності (технологічний аспект реалізації МФ).



Р и с. 4.3-1. Узагальнена модель етапів управлінської діяльності

У СУО макрофункції описуються системами моделей (СМ), що виділяються з усієї СМ СУО (виділяється відповідний сектор в циліндрі моделей – рис. 4.1.2-1, див. с. 462) за ознакою використання тих чи інших моделей СМ СУО для опису відповідних МФ. Реалізація МФ здійснюється через розв'язування відповідних функціональних комплексів задач, що входять, у свою чергу, до СЗ СУО (виділяється визначений сектор в циліндрі задач) і утворюють, як правило, самостійні функціональні підсистеми СУО.



Р и с. 4.3-2. Модель основних етапів управління розвитком системи освіти

Вкажемо ще на один аспект модельного подання розглянутих тут МФ, що є суттєвим у контексті даного розгляду.

Як вже було зазначено (розділ 3.5), процес функціонування СУО можна подати у вигляді упорядкованої сукупності автоматизованих процедур, що забезпечує автоматизовану реалізацію функцій планування та управління (у тому числі розглянутих тут МФ) – автоматизоване розв’язування задач СУО. Втім, відповідну структурно упорядковану множину елементів СУО можна розглядати як деяку автоматизовану розв’язувальну систему, в якій програмно-технічні засоби автоматизованої СУО (АСУО) використовуються у процесі розв’язування різних задач управління.

Як показали дослідження [66, 96], зазначена особливість АСУО не тільки істотно впливає на динамічні властивості АСУО, що разом із властивостями самих задач, які розв’язуються в процесі управління СО, значною мірою визначає характер функціонування АСУО в часі, а й у ряді випадків визначає саму можливість успішного розв’язування задач управління.

Тому видається доцільним дослідження динамічних властивостей розв’язувальних систем, врахування (у разі потреби) цих властивостей при дослідженні динаміки реалізації МФ і проектуванні організаційно-технологічного забезпечення АСУО.

Саме описуванню СМ, що відображають найважливіші МФ планування та управління розвитком СО на державному рівні, і присвячений цей розділ. Головною метою побудови і наступного використання розглянутих тут СМ є підвищення ефективності здійснення в СУО відповідних цим СМ макрофункцій, планування та управління розвитком СО на державному рівні.

Як основний інструмент досягнення зазначеної мети передбачається використання методів і засобів імітаційних систем, що будуть розглянуті в п'ятому розділі. При дослідженнях на моделях динамічних властивостей АСУО та її підсистем необхідна множина динамічних моделей розв'язувальної системи може бути введена до складу СМ, за допомогою яких описуються обрані для дослідження автоматизовані функції управління (або МФ), що виступають як досліджувані об'єкти.

4.3.1. Система моделей забезпечення навчальних закладів педагогічними кадрами

- Модель динаміки складу педагогічних кадрів.
- Модель об'єкта управління та оточуючого середовища.

Як вже відзначалося, педагогічні кадри (вчителі, вихователі, методисти та ін.) є найважливішим кадровим ресурсом системи освіти (СО), який в основному визначає ефективність та якість функціонування СО відповідно до її призначення. Тому неперервне вдосконалювання процесу забезпечення навчальних закладів (загальноосвітніх і професійно-технічних) педагогічними кадрами є неодмінною умовою розвитку СО та органів її управління.

Побудуємо систему моделей забезпечення навчальних закладів (НЗ) педагогічними кадрами (СМ ЗПК), що описує відповідну макрофункцію системи управління освітою (СУО). З цією метою спочатку подамо узагальнену модель забезпечення НЗ педагогічними кадрами (рис. 4.3.1-1).

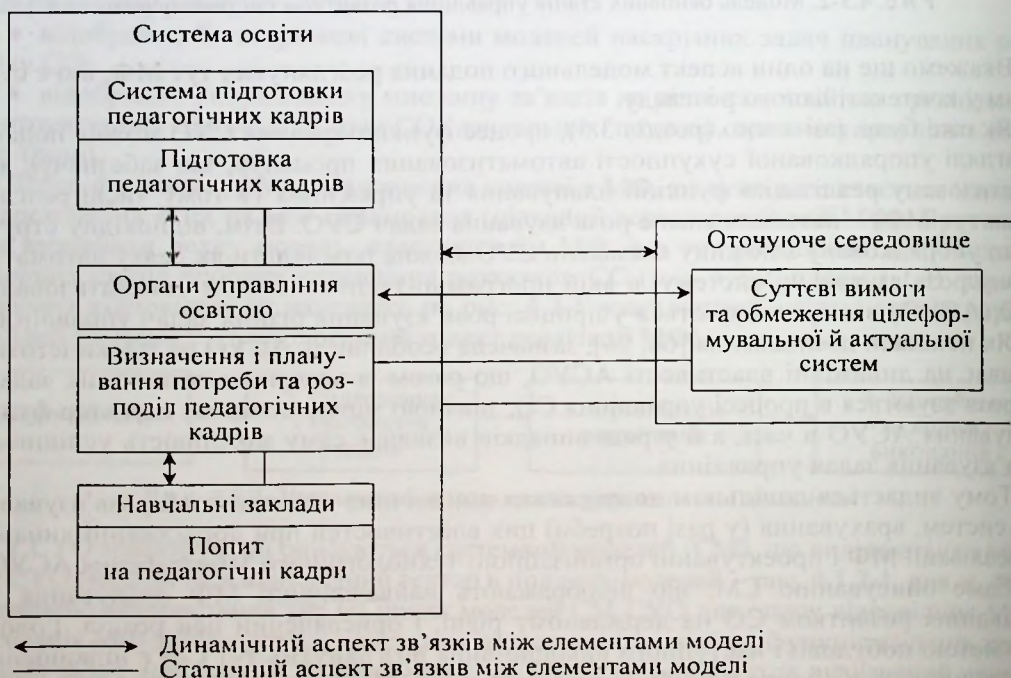


Рис. 4.3.1-1. Узагальнена модель забезпечення навчальних закладів педагогічними кадрами

Елементи наведеної моделі подаються в СУО відповідними моделями (системою моделей) процесів управління (МПУ), об'єкта управління (МОУ) та оточуючого середовища (МОС), структурно упорядкована сукупність яких утворює СМ ЗПК. Для відображення цієї особливості подамо склад та структуру СМ ЗПК, як показано на рис. 4.3.1-2. Тут МПУ включає моделі процесів прийомів-випусків системи підготовки педагогічних кадрів (СПК), моделі процесів визначення і планування потреби та розподілу педагогічних кадрів, моделі розподілу і динаміки педагогічних кадрів НЗ. В свою чергу МОУ є модель складу і структури педагогічних кадрів НЗ, а МОС – модель вимог та обмежень цілеформувальної й актуальної систем оточуючого середовища (ОС) стосовно особливостей процесів підготовки і результатів забезпечення НЗ педагогічними кадрами (суттєві вимоги та обмеження ОС).

Подальша композиція МПУ, що наведена на рис. 4.3.1-2, дозволяє перейти до логіко-функціональної схеми СМ процесів ЗПК – рис. 4.3.1-3 (див. с. 540), на якій відображена упорядкована сукупність процесів реалізації МФ забезпечення НЗ педагогічними кадрами.

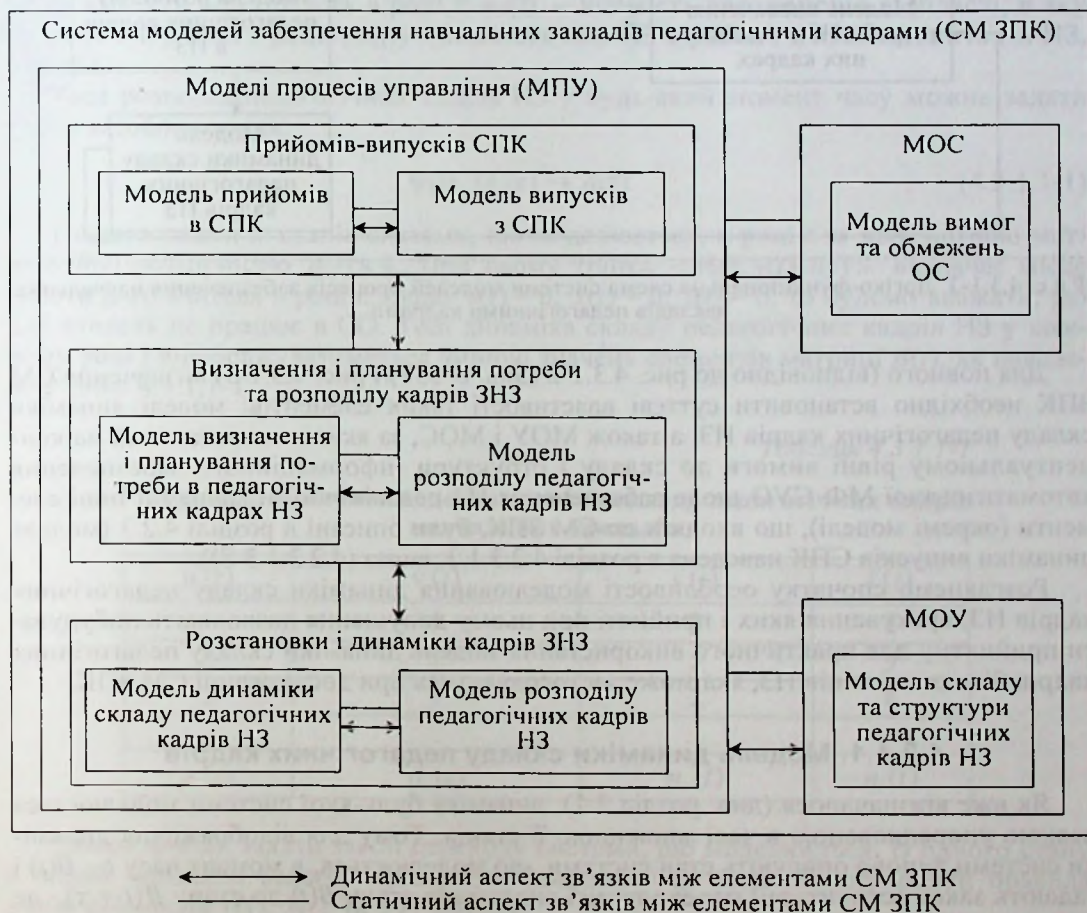


Рис. 4.3.1-2. Склад та структура системи моделей забезпечення навчальних закладів (НЗ) педагогічними кадрами (СМ ЗПК)

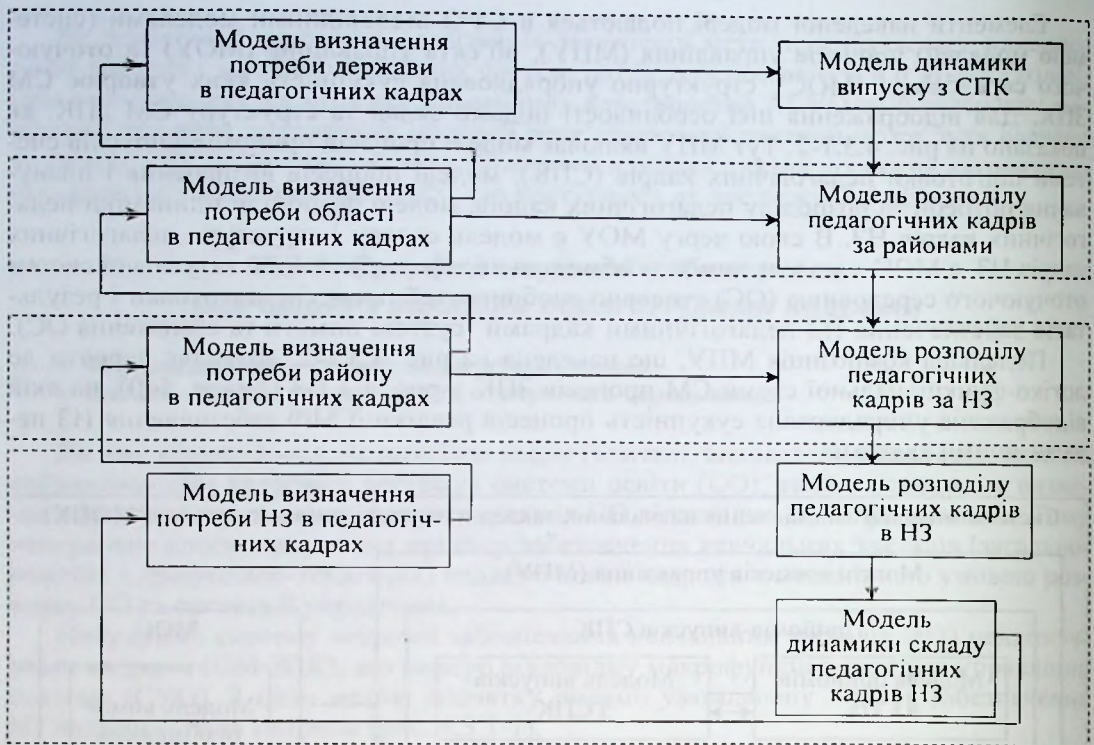


Рис. 4.3.1-3. Логіко-функціональна схема системи моделей процесів забезпечення навчальних закладів педагогічними кадрами

Для повного (відповідно до рис. 4.3.1-2 (див. с. 539) і рис. 4.3.1-3) визначення СМ ЗПК необхідно встановити суттєві властивості таких елементів: моделі динаміки складу педагогічних кадрів НЗ, а також МОУ і МОС, за якими визначаються на концептуальному рівні вимоги до складу і структури інформаційного забезпечення автоматизованої МФ СУО щодо забезпечення НЗ педагогічними кадрами. Інші елементи (окремі моделі), що входять до СМ ЗПК, були описані в розділі 4.2.3 (модель динаміки випусків СПК наведена в розділі 4.2.3.1.3, вираз (4.2.3.1.3-8)).

Розглянемо спочатку особливості моделювання динаміки складу педагогічних кадрів НЗ, врахування яких і прийняті при цьому допущення дозволяють побудувати прийнятну для практичного використання модель динаміки складу педагогічних кадрів більшості типів НЗ, яка може застосовуватись при дослідженні СМ ЗПК.

4.3.1.1. Модель динаміки складу педагогічних кадрів

Як вже відзначалося (див. розділ 2.1), динаміка будь-якої системи моделюється деякою упорядкованою в часі множиною її станів. Тому для відображення динаміки системи типово описують стан системи, що моделюється, в момент часу $t - B(t)$ і задають закон (структуру) переходу цієї системи із стану $B(t)$ до стану $B(t + \tau)$, де τ – часовий інтервал вивчення досліджуваного процесу.

З позиції даного розгляду, визначимо, що $B(t)$ – це розподіл педагогічних кадрів за навчальними закладами (НЗ) на момент часу t . Для описування динаміки цього

розподілу введемо до розгляду дві множини, що характеризують відповідно склад педагогічних кадрів у системі освіти (СО) того чи іншого регіону (держави, області, району) та мережу НЗ у цьому регіоні:

$$Q_{\mu}(t) = \{\mu(t)\}, \mu(t) = \overline{1, q(t)},$$

$$A(t) = \left\{ [v(t), s(t), i(t)] \right\}; v(t) = \overline{0, n_v(t)}; s(t) = \overline{0, n_s(t)}; i(t) = \overline{0, n_i(t)},$$

де: $Q_{\mu}(t)$ – список вчителів (також вихователів, методистів та ін.) в регіоні; кожний елемент списку вказує на спеціальність j , якою володіє μ -й вчитель; $\mu(t)$ – номер вчителя в списку всіх вчителів району в році t ; $q(t)$ – кількість вчителів у регіоні в році t ; $A(t)$ – структура мережі НЗ в році t ; $v(t)$ – номер області в списку всіх областей держави в році t ; $s(t)$ – номер району в списку всіх районів області в році t ; $i(t)$ – номер НЗ району в році t ; $n_v(t)$ – кількість всіх областей в державі, в яку входить v -та область в році t ; $n_s(t)$ – кількість всіх районів в області, в яку входить s -й район в році t ; $n_i(t)$ – кількість всіх НЗ в районі, в який входить i -й НЗ, в році t .

Тоді розподіл педагогічних кадрів НЗ у будь-який момент часу можна задати таким відображенням:

$$\psi(t): Q_{\mu}(t) \rightarrow A(t). \quad (4.3.1.1-1)$$

Подамо кожен із станів системи, що моделюється, в році t за допомогою матриці $B(t)$ розмірністю $q(t) \times 4$. При цьому трійка $\langle v(t), s(t), i(t) \rangle$ визначає місце роботи μ -го вчителя в році t . Якщо $v(t) = 0$, $s(t) = 0$, $i(t) = 0$, то будемо вважати, що μ -й вчитель не працює в СО. Тоді динаміка складу педагогічних кадрів НЗ у кожному році t відображатиметься зміною значень елементів матриці $B(t)$, як наведено у табл. 4.3.1.1-1.

Таблиця 4.3.1.1-1

Матриця $B(t)$ станів моделі динаміки складу педагогічних кадрів навчальних закладів

$\mu(t)$	$v(t)$	$s(t)$	$i(t)$
1	5	3	7
2	1	5	9
3	8	2	6
...	...	...	...
$q(t)$	$n_v(t)$	$n_s(t)$	$n_i(t)$

Таким чином, задати закон переходу системи, що моделюється, із одного стану в інший протягом всього періоду дослідження – це означає встановити правила зміни елементів $v(t)$, $s(t)$ та $i(t)$ матриці

$$B(t), \forall t = t + \tau; v(t) = \overline{0, n_v(t)}; s(t) = \overline{0, n_s(t)}; i(t) = \overline{0, n_i(t)}.$$

Взагалі кажучи, елементи матриці $B(t)$ можуть змінюватись за довільним законом (в тому числі змінюватись випадково, з нормальним або рівномірним розподілом щільності ймовірностей), тобто характер змін елементів матриці $B(t)$, що описує стан системи, яка моделюється, може бути або стохастичним, або детермінованим.

Вибір того чи іншого характеру зміни елементів матриці $B(t)$ пов'язаний з оцінкою максимальної кількості можливих станів моделі, які необхідно відобразити при здійсненні імітаційного експерименту.

Повна кількість станів моделі, що не повторюються, за весь період дослідження (при повному переборі елементів матриці $B(t)$) визначається виразом

$$W_1 = \sum_{\tau=0}^T q(t+\tau) n_v(t+\tau) n_s(t+\tau) n_l(t+\tau). \quad (4.3.1.1-2)$$

Якщо припустити, наприклад, що при всіх вірогідних t $q(t) = 4 \cdot 10^5$ вчителів, $n_v(t) = 27$ і середні значення $\bar{n}_s(t) = \bar{n}_l(t) = 20$ (обрані значення наближені в середньому до тих, що мають місце в системі освіти України), $T = 5$ років (при п'ятирічному горизонті дослідження), то $W_1 \approx 2,16 \cdot 10^{10}$ станів. Враховуючи, що для відтворення одного стану моделі, що досліджується за допомогою комп'ютера, необхідно здійснити не менше 10^3 елементарних операцій і що швидкодія комп'ютера дорівнює, наприклад, 10^6 операціям за секунду, отримаємо, що для повного перебору елементів матриці $B(t)$ буде необхідно витратити близько 6000 годин безперервної роботи комп'ютера (без використання для таких обчислень комп'ютера практичне виконання цієї роботи неможливо навіть уявити). Ця цифра, звичайно, є непринятною. Навіть за допомогою найсучасніших комп'ютерів здійснити повний перебір можливих станів системи, що моделюється, для відображення її динаміки (наприклад, побудови повної множини відповідних перехідних для $B(t)$ матриць) виявляється практично неможливим. Такий шлях тим більш є неприйнятним, якщо припустити стохастичний характер змін елементів матриці $B(t)$ і застосувати для дослідження моделі статистичні методи. За цих умов при прийнятних похибках результатів для отримання однієї значимої оцінки імітаційного експерименту необхідно змітувати на моделі більше ніж $10^9 - 10^{10}$ реалізацій траєкторії досліджуваної системи [221] при тому, що число можливих станів системи для однієї такої реалізації набагато перевищує W_1 .

Таким чином, використання стохастичних законів змін елементів матриці $B(t)$ прийнятне лише в тих випадках, коли експериментатор або зовсім не знає, або знає недостатньо глибоко особливості функціонування досліджуваної системи, тобто не має необхідних даних для детермінованої постановки імітаційного експерименту.

З наведеного стає зрозумілим, що реальна можливість здійснення імітаційного експерименту з'явиться лише в тому випадку, якщо характер змін станів моделі буде детермінованим і при цьому вдасться значно знизити (порівняно з W_1) можливу множину цих станів.

Цього можна досягти, якщо на основі знань про систему, що моделюється, сформулювати ряд припущень, на основі яких, суттєво не спотворюючи реальних процесів, можна виключити із розгляду істотну кількість малоймовірних і неможливих її станів.

При описуванні динаміки педагогічних кадрів введення припущень виявляється в обмеженні множини можливих значень елементів матриці $B(t)$ і тим самим – у значному скороченні кількості необхідних обчислень при здійсненні імітаційного експерименту та аналізі його результатів. Введемо ці припущення.

По-перше, будемо вважати, що можливі переміщення педагогічних кадрів у СО відбуваються один раз на рік в один і той самий час (типово після закінчення навчального року в період літніх відпусток вчителів), тобто $\tau = 0, T$, де T – часовий горизонт (період) дослідження. Це припущення виключає з розгляду процес міграції педагогічних кадрів під час навчального року (на практиці ця міграція незначна) і тим самим обмежує загальне (за весь період дослідження T) число матриць $B(t)$, кількість яких стає рівною T . У загальному випадку кількість матриць $B(t)$ дорівнює T/τ . Тому, якщо перше припущення не виконується і τ може набувати будь-яких значень, у тому числі $\tau < 1$, то кількість матриць $B(t)$ може виявитися дуже великою.

По-друге, будемо припускати, що працевлаштування педагогічних кадрів здійснюють тільки органи управління освітою (ОУО), виходячи з реальної потреби регіону в даний момент часу, тобто вчитель, який переходить на іншу роботу в іншій НЗ даного чи іншого регіону, в загальному випадку заздалегідь не знає місця своєї нової роботи. Це припущення виключає із розгляду випадки «підшукування» вчителями нового місця роботи та їх переміщення без відома ОУО (на практиці такі випадки трапляються рідко). Друге припущення дає підстави вважати окремі стани моделі некорельованими між собою.

По-третьє, припустимо, що міграція вчителів між областями в межах країни дуже мала, на відміну від міграції вчителів між районами однієї області і тим більше між НЗ одного району, так що з допустимою для практики точністю приймемо її рівною нулю. При цьому $v(t) = \text{const} \quad \forall(t) = t + \tau; \quad \bar{\tau} = 0, T$ і $\forall_v(t) = 1, q_v(t)$. Тоді все різноманіття станів моделі в році t може відображатися v матрицями $B_v(t)$ розмірності $q_v(t) \times 3$ де $B_v(t)$ – матриця станів моделі динаміки педкадрів для v -ї області в році t ; $q_v(t)$ – кількість вчителів в v -й області в році t .

З врахуванням третього припущення повна кількість неповторних станів моделі за весь період дослідження (при повному переборі елементів матриці $B(t)$) визначається так:

$$W_2 = \sum_{\tau=0}^T \sum_{v=0}^{n_v(t+\tau)} q_v(t+\tau) n_s(t+\tau) n_i(t+\tau),$$

де $q_v(t+\tau)$ – кількість вчителів в v -й області в році $t+\tau$.

Якщо значення величин $q(t)$, $n_v(t)$, $n_s(t)$, $n_i(t)$ і T прийняти такими, якими їх було обрано при обчисленні W_1 , і вважати, що $q_v(t) = q(t)/n_v(t)$, то $W_2 \approx 8 \cdot 10^8$ станів. Таким чином, прийняття третього припущення зменшує кількість можливих станів моделі в $W_1/W_2 = 27$ разів. І все ж таки число W_2 залишається досить великим. Так, якщо, як у попередньому випадку, для відтворення одного стану моделі виконується 10^3 елементарних операцій, швидкодія комп'ютера дорівнює 10^6 таким операціям за секунду, то для повного відтворення динаміки педагогічних кадрів необхідно витратити більш ніж 222 години безперервної роботи комп'ютера.

По-четверте, припустимо, що можливими є тільки чотири шляхи переміщення педагогічних кадрів у році t , кожному з яких відповідає певне $q_z(t)$, $z = 1, 4$:

- $z = 1$ – продовження роботи в тому ж НЗ;
- $z = 2$ – перехід до іншого НЗ того ж району;
- $z = 3$ – перехід в НЗ іншого району тієї ж області;
- $z = 4$ – вибуття з СО.

Можливості змін (const – не змінюється, var – змінюються) значень елементів матриці $B(t)$ та $i(t)$ для різних z переміщень педагогічних кадрів у році t відображені в табл. 4.3.1.1-2.

Таблиця 4.3.1.1-2

Можливість змін і значення елементів матриці $B(t)$ при різних z

z	1	2	3	4
$s(t)$	const	const	var	0
$i(t)$	const	var	var	0

Як видно з таблиці 4.3.1.1-2, більша частина елементів матриці $B(t)$ залишається в році t незмінною (const або 0 при переході системи з одного стану в інший, тобто друге припущення також дозволяє значно знизити кількість можливих станів моделі динаміки складу педагогічних кадрів.

Якщо означити через $q_{vz}(t+\tau)$ і $p_{vz}(t+\tau) = q_{vz}(t+\tau)/q_v(t+\tau)$ відповідно кількість і частку вчителів v -ї області, які в році $(t+\tau)$ переміщуються шляхом z , то з урахуванням четвертого припущення кількості станів моделі, що не повторюються за весь період дослідження (при частковому, відповідно до табл. 4.3.1.1-2, переборі елементів матриці $B_v(t)$) визначається таким виразом:

$$W_3 = \sum_{\tau=0}^T \sum_{v=1}^{n_v(t+\tau)} q_v(t+\tau) \times \\ \times \left\{ 2[p_{v1}(t+\tau) + p_{v4}(t+\tau)]n_l(t+\tau)[p_{v2}(t+\tau) + p_{v3}(t+\tau)]n_s(t+\tau) \right\}.$$

Якщо значення величин $q_v(t)$, $n_v(t)$, $n_s(t)$, $n_l(t)$ і T , а також кількість елементарних операцій для відтворення одного й того ж стану моделі та швидкодію комп'ютера прийняти такими, якими їх було прийнято при обчисленні значення W_2 , і покласти $p_{v1}(t+\tau) = 0,9$; $p_{v2}(t+\tau) = 0,05$; $p_{v3}(t+\tau) = 0,03$; $p_{v4}(t+\tau) = 0,02$ (обрані значення наближені в середньому до тих, що мають місце в системі освіти України), то $W_3 = 2,97 \cdot 10^7$ станів. Таким чином, прийняття четвертого припущення зменшує кількість можливих станів моделі ще в $W_2/W_3 = 2,9$ раза, або порівняно з повним перебором елементів матриці $B(t)$ в $W_1/W_3 = 727,3$ раза. При цьому для повного відтворення динаміки складу педагогічних кадрів в цілому в Україні потрібно близько 8,25 годин роботи комп'ютера, або в середньому 0,3 години роботи комп'ютера для розрахунків динаміки складу педагогічних кадрів в одній області. Ці часові витрати вже цілком прийнятні для практики.

По-н'яте, серед всього різноманіття чинників, що впливають на ймовірність того або іншого результату переміщення педагогічних кадрів, виділимо п'ять їх груп, кожна з яких відповідає певній ймовірності переміщення педкадрів – $\delta_f(t)$, $f = \overline{1,5}$:

$f = 1$ – група організаційно-педагогічних чинників;

$f = 2$ – група чинників, що зумовлені індивідуально-груповими особливостями складу педагогічних кадрів;

$f = 3$ – група чинників, що зумовлені соціально-побутовими умовами життєдіяльності вчителів;

$f = 4$ – група чинників, що відображають працевлаштування педагогічних кадрів в інших галузях народного господарства;

$f = 5$ – група чинників, що характеризує можливу інтенсивність міграції педагогічних кадрів між районами однієї області.

До першої групи чинників входять такі чинники, як забезпеченість вчителів педагогічним навантаженням, узгодженість навчального доручення вчителя з профілем його спеціальності, кількість підготовок вчителя, морально-психологічний клімат в педагогічному колективі та ін.

Друга група чинників містить такі чинники, як розподіл педагогічних кадрів за стажем роботи, статтю, віком, кількістю молодих спеціалістів, що працюють третій рік, та ін.

Третю групу чинників становлять усереднені показники умов праці вчителя (наявність спеціальних навчальних приміщень, рівень їх оснащення технічними засобами навчання, забезпеченість навчально-виховного процесу методичними матеріалами, навчальною літературою та ін.) і соціально-побутових умов проживання вчителів (забезпеченість житлом і комунальними послугами, віддаленість житла від місця роботи, наявність і ритмічність роботи громадського транспорту, характер працевлаштування членів родини, влаштованість дітей у дитячих дошкільних закладах та ін.).

Четверта група чинників певною мірою характеризує наявність у народному господарстві дефіциту фахівців певної кваліфікації і фаху, а також динаміку розвитку окремих галузей, та проявляється як ймовірність працевлаштування вчителів j -ї спеціальності в інших галузях народного господарства.

П'ята група чинників певною мірою відображає рівень соціально-економічного розвитку тих чи інших регіонів, а також інформованість (у тому числі й помилкову) вчителів про значення чинників, що входять до перших трьох груп.

При цьому для кожного року t

$$\sum_{f=1}^5 \delta_f(t) = 1. \quad (4.4.1.1-1)$$

Слід відзначити, що на ймовірність того чи іншого результату переміщення педагогічних кадрів певною мірою впливає не стільки значення перелічених чинників у даний момент часу, скільки характер їх зміни (на скільки і як швидко) в той чи інший бік у майбутньому.

Прийняття п'ятого з перелічених припущень виключає необхідність врахування впливу великої кількості часто неформалізованих або складноформалізованих окремих чинників (за рахунок їх об'єднання в п'ять зазначених груп), що впливають на ймовірність переміщення педагогічних кадрів. Тим самим вдається істотно знизити вимоги до складу і обсягу вхідних даних, що необхідні для розрахунку станів моделі динаміки складу педагогічних кадрів.

Таким чином, урахування при створенні моделі динаміки складу педагогічних кадрів всіх п'яти припущень дає змогу побудувати таку модель, яка може бути реально реалізована на сучасних комп'ютерах за прийнятний час.

Дослідження концептуальної моделі динаміки складу педагогічних кадрів НЗ, що базується на наведених припущеннях, проведене у розділі 5.3.1 [97].

4.3.1.2. Модель об'єкта управління та оточуючого середовища

У цьому розділі описується склад і структура моделей, на основі яких здійснюється інформаційне наповнення системи моделей забезпечення навчальних закладів (НЗ) педагогічними кадрами (СМ ЗПК), що розглянута в розділі 4.3.1.1. При здійсненні імітаційних експериментів з СМ ЗПК передбачається, що всі необхідні дані розміщуються в автоматизованому банку даних (АБД), а сам імітаційний експеримент може бути реалізований як за допомогою методів і засобів автоматизованої системи управління освітою в процесі її поточної експлуатації, так і незалежно від них шляхом залучення методів і засобів розв'язувальної частини спеціально створеної для цього імітаційної системи.

Інформаційне забезпечення СМ ЗПК включає в себе моделі об'єкта управління (МОУ) і моделі оточуючого середовища (МОС), що відображають суттєві в даному випадку властивості, відповідно, об'єкта управління (ОУ) і вимоги оточуючого середовища (ОС) стосовно рівня забезпеченості НЗ педагогічними кадрами. Сукупності параметрів, що входять до складу МОУ і МОС, утворюють деякий векторний простір змінних стану відповідно ОУ та ОС, а значення цих параметрів в деякі моменти часу – простір станів ОУ і ОС в ці моменти часу. Розглянемо особливості будови МОУ і МОС окремо.

Будова МОУ відображає будову системи освіти (СО), де елементами на тому або іншому рівні її ієрархії виступають характерні для цього рівня об'єкти СО, тобто кожному рівню ієрархії СО відповідає певний тип її об'єктів. Тому елементами ієрархічної структури МОУ виступає та або інша сукупність суттєвих даних стосовно об'єктів СО, які, таким чином, є специфічними для різних рівнів ієрархії МОУ. Ця сукупність даних визначає склад параметрів (груп параметрів), що описують об'єкти СО на різних її організаційних рівнях.

Для спрощення записів індекс l у відповідних параметрів опущено. Однак передбачається, що наведені нижче параметри відображають ОУ в кожному році l .

Структуру МОС подамо за допомогою матриці

$$P' = \| p_{km} \|, k = \overline{1, K}, m = \overline{1, M_K},$$

де k – номер ієрархічного рівня МОУ, який одночасно є ідентифікатором типу об'єкта СО; K – кількість ієрархічних рівнів у МОУ, яка дорівнює кількості типів об'єктів СО; m – номер об'єкта в списку всіх об'єктів на даному рівні ієрархії МОУ (і СО); M_k – кількість об'єктів у списку всіх об'єктів на k -му рівні ієрархії МОУ (і СО); P_{km} – вектор параметрів (груп параметрів), за допомогою яких описується m -й об'єкт на k -му рівні ієрархії СО.

Кожний вектор

$$P_{km} = \{ p_{k,m,\lambda} \}, \lambda = \overline{1, \Lambda_{km}},$$

де λ – номер параметра (групи параметрів) в списку всіх параметрів, за допомогою яких описується km -й об'єкт СО; Λ_{km} – кількість параметрів (груп параметрів) в списку всіх параметрів, за допомогою яких описується km -й об'єкт СО ($\Lambda_{km} = \Lambda_k \forall m = \overline{1, M_k}$).

Склад параметрів МОУ в СМ ЗПК наведено в табл. 4.3.1.2-1.

Склад параметрів МОУ, що входять до СМ ЗПК

Значення ідентифікаторів параметра			№ з/п	Позначення параметра	Найменування параметра
k	m	λ			
5	$\overline{1, q}$	$\overline{1, 7}$	1	$P_{5,m,1}$	код вчителя
			2	$P_{5,m,2}$	спеціальність вчителя за освітою (j)
			3	$P_{5,m,3}$	стаж роботи вчителя (l)
			4	$P_{5,m,4}$	відношення педагогічного навантаження не за профілем вчителя до загального (h)
			5	$P_{5,m,5}$	кількість підготовок вчителя до занять
			6	$P_{5,m,6}$	код НЗ, в якому працює даний вчитель
			7	$P_{5,m,7}$	код району, в якому працює вчитель
4	$\overline{1, n_i}$	$\overline{1, 6}$	8	$P_{4,m,1}$	код НЗ (включає код району, куди входить даний ЗНЗ)
			9	$P_{4,m,2}$	тип НЗ (v)
			10	$P_{4,m,3}$	кількість паралельних класів у ЗНЗ (w_k)
			11	$P_{4,m,4}$	кількість вчителів у НЗ (q_i)
			12	$P_{4,m,5}$	розподіл вчителів за спеціальностями $\mu(j), \forall \mu = \overline{1, q_i}$
			13	$P_{4,m,6}$	розподіл вчителів за стажем роботи ($\xi(l)$)
3	$\overline{1, n_s}$	$\overline{1, 6}$	14	$P_{3,m,1}$	код району (включає код області, куди входить цей район)
			15	$P_{3,m,2}$	кількість НЗ у районі (n_l)
			16	$P_{3,m,3}$	розподіл НЗ району за типами ($i(v), \forall i = \overline{1, n_l}$)
			17	$P_{3,m,4}$	кількість вчителів у районі (q_s)
			18	$P_{3,m,5}$	розподіл вчителів за спеціальностями $\mu(j), \forall \mu = \overline{1, q_s}$
			19	$P_{3,m,6}$	розподіл вчителів за стажем роботи ($\xi(l)$)
2	$\overline{1, n_v}$	$\overline{1, 5}$	20	$P_{2,m,1}$	код області (включає код держави, куди входить ця область)
			21	$P_{2,m,2}$	кількість районів в області (n_s)
			22	$P_{2,m,3}$	кількість вчителів в області (q_v)
			23	$P_{2,m,4}$	розподіл вчителів за спеціальностями $\mu(j), \forall \mu = \overline{1, q_v}$
			24	$P_{2,m,5}$	розподіл вчителів за стажем роботи ($\xi(l)$)
1	1	$\overline{1, 4}$	25	$P_{1,1,1}$	код держави
			26	$P_{1,1,2}$	кількість областей у державі (n_v)
			27	$P_{1,1,3}$	кількість вчителів у державі (q)
			28	$P_{1,1,4}$	розподіл вчителів за спеціальностями $\mu(j), \forall \mu = \overline{1, q}$

Кількість елементів МОУ можна віднайти з виразу

$$W = \sum_{k=1}^K M_k \Lambda_k = 4 \cdot 1 + 5n_v + 6n_s n_v + 6n_s n_s n_v + 7q_s n_s n_s n_v.$$

Якщо покласти $q_s n_s n_s n_v = 4 \cdot 10^5$ вчителів, $n_s n_s n_v = 2 \cdot 10^6$ загальноосвітніх навчальних закладів, $n_s n_v = 700$ районів і $n_v = 27$ областей (наведені значення параметрів моделі наближено відображають СО України), то $W \approx 2,9 \cdot 10^6$ елементів.

Структуру МОС подамо вектором

$$P'' = \{p_\varepsilon\}, \varepsilon = \overline{1, E},$$

де ε – номер параметра (групи параметрів) в списку всіх параметрів МОС; E – кількість параметрів (груп параметрів) у списку всіх параметрів МОС.

Склад параметрів МОС у СМ ЗПК наведено в табл. 4.3.1.2-2.

Таблиця 4.3.1.2-2

Склад параметрів МОС, що входять до СМ ЗПК

№ з/п	Позначення параметра	Найменування параметра
1	p_1	Навчальний план за роками навчання
2	p_2	Множина типових варіантів комплектації класами ЗНЗ типу v (V_v)
3	p_3	Матриця узгодження «предмет – спеціальність вчителя» ($Z(pj)$)
4	p_4	Матриця можливої інтенсивності міграції педагогічних кадрів між районами однієї області (Y)
5	p_5	Вектор імовірності працевлаштування вчителів кожної спеціальності в інших галузях суспільства (δ_4)

Елементи МОС p_1, p_2 і p_3 виражають галузеві вимоги ОС відносно специфіки організації в НЗ навчально-виховного процесу. Елементи МОС p_4 і p_5 відображають територіальні особливості взаємозв'язків ОС і СО, що впливають на динаміку складу педагогічних кадрів НЗ.

Таким чином, МОУ та МОС дозволяють, зі свого боку, повністю забезпечити інформаційне наповнення СМ ЗПК при здійсненні імітаційного експерименту.

4.3.2. Система моделей управління розвитком галузевої системи підготовки педагогічних кадрів

Здійснення підготовки педагогічних кадрів є однією з найважливіших макрофункцій (МФ) системи освіти (СО), реалізація якої забезпечується відповідною системою підготовки педагогічних кадрів (СПК) – підсистемою СО. Моделі, за допомогою яких описують цю МФ, дають змогу «замкнути» СМ СПК (див. рис. 4.3.1-3, с. 540), відображаючи тим самим цілісність і неперервність процесу забезпечення навчальних закладів (НЗ) педагогічними кадрами. Вкажемо на деякі характерні риси розглянутої МФ, які слід врахувати при її моделюванні, визнавши тим самим їх суттєвість щодо даного розгляду.

По-перше, це міжгалузевий характер СПК. Педагогічні кадри для СО готуються у вищих навчальних закладах (ВНЗ) різного рівня акредитації, що входять до СО (педагогічні університети, коледжі, училища; класичні, технічні університети та ін.), так і в ВНЗ, що входять до складу інших міністерств і відомств (медичні університети,

університети фізичної культури і спорту, консерваторії та ін.). Цей характер проявляється як на стадії формування контингенту тих, хто планує навчатися в цих ВНЗ, так і на стадіях підготовки педагогічних кадрів, їх розподілу до місця наступної роботи і подальшого використання (випускники СПК, окрім СО, працюють практично в усіх сферах суспільства, наприклад, у переважній більшості навчально-виховних закладів, що входять до складу інших міністерств і відомств). Разом з тим будемо вважати, що галузева СПК чи просто СПК – це СПК, що функціонує у складі СО. В свою чергу, позагалузева СПК (ПСПК) – це СПК, що функціонує у складі інших систем суспільства, де готуються педагогічні кадри (медицина, сільське господарство, культура та ін.).

По-друге, це необхідність забезпечення досить високої стабільності складу і структури прийомів-випусків СПК, а також складу кафедр і професорсько-викладацького персоналу ВНЗ (про що мова йшла в розділі 4.2.3.1, моделі (4.2.3.1.3-23) – (4.2.3.1.3-25), що в цілому впливає з вимог щодо забезпечення якості підготовки педагогічних кадрів) в умовах значної динаміки потреби в педагогічних кадрах за роками, регіонами і спеціальностями.

Розглянемо систему моделей управління розвитком галузевої СПК (СМ СПК), в якій враховані описані вище особливості МФ СО, що моделюється [119]. Логіко-функціональна схема СМ СПК наведена на рис. 4.3.2-1 (див. с. 550–551).

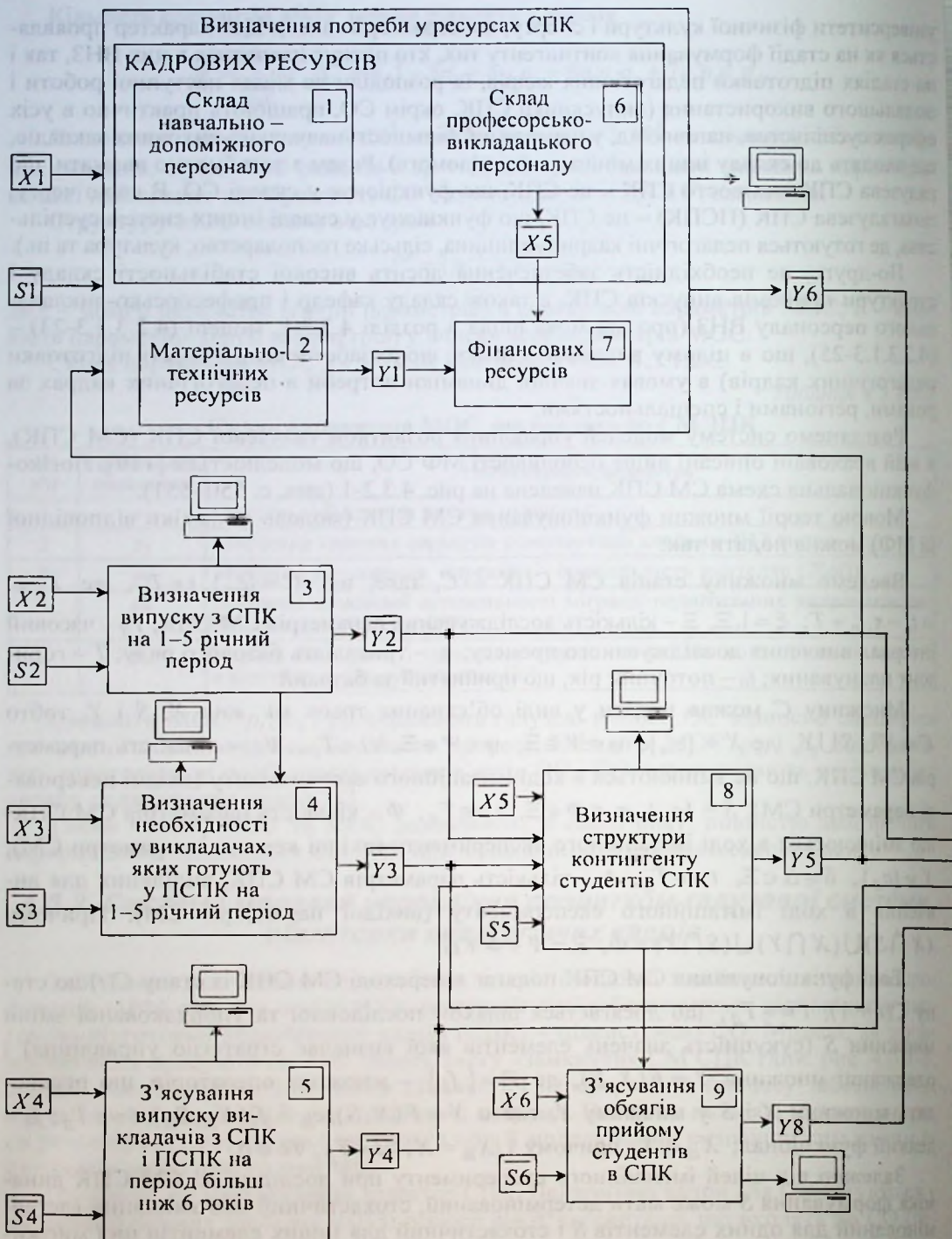
Мовою теорії множин функціонування СМ СПК (модель динаміки відповідної її МФ) можна подати так:

Введемо множину станів СМ СПК – C , таке, що $C = \{c_{t\xi}\}$, $t \in T_D$, де $T_D = [t_0 - \tau, t_0 + T]$; $\xi = 1, \Xi$, Ξ – кількість досліджуваних параметрів СМ СПК; T_D – часовий інтервал вивчення досліджуваного процесу; τ – тривалість базового ряду; T – горизонт планування; t_0 – поточний рік, що прийнятий за базовий.

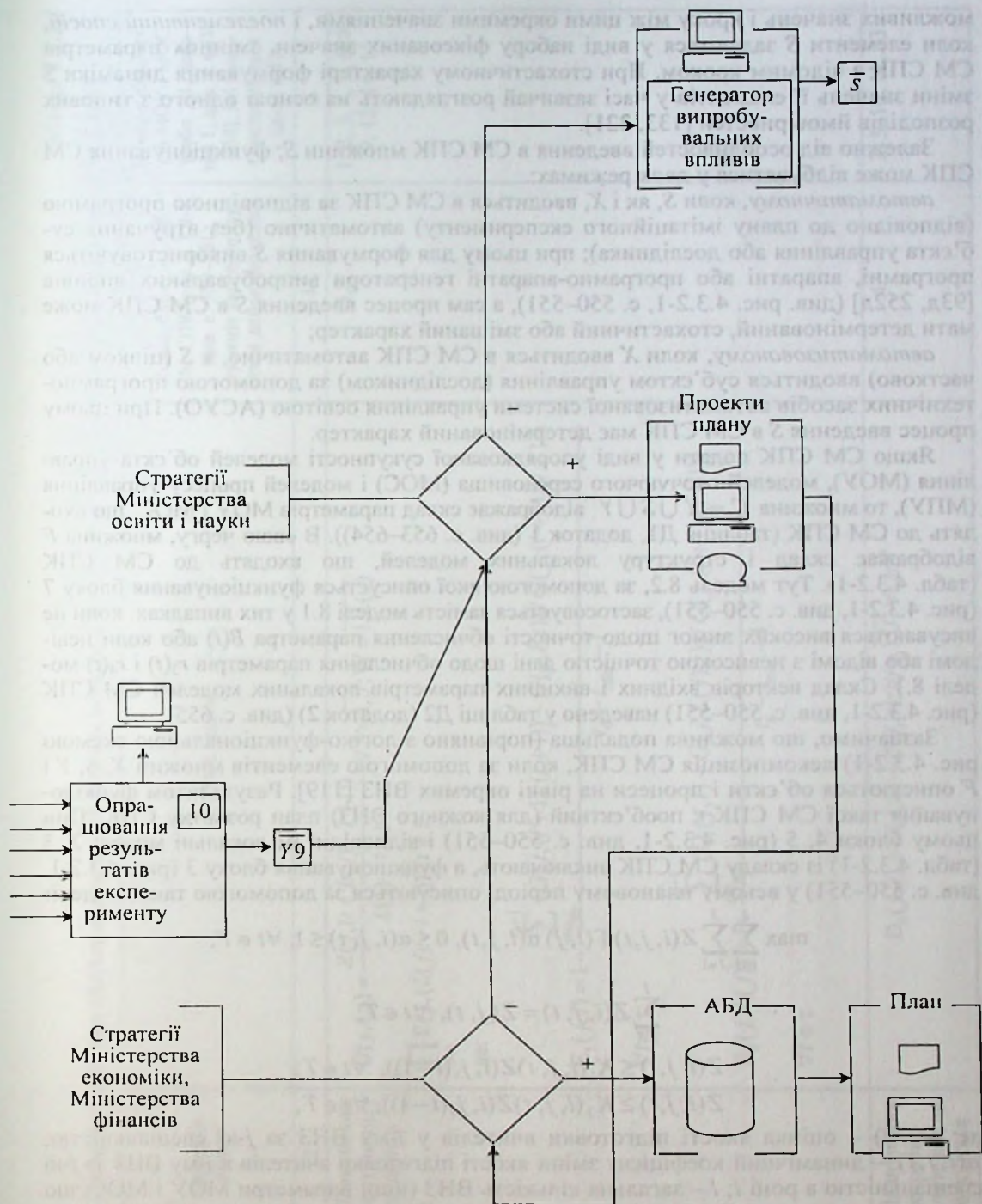
Множину C можна подати у виді об'єднання трьох множин X , S і Y , тобто $C = X \cup S \cup Y$, де $X = \{c_{t\psi}\}$, $\psi \in \Psi \in \Xi$, $\psi \in \Psi \in \Xi$, $\forall t \in T_D$, Ψ – кількість параметрів СМ СПК, що не змінюються в ході імітаційного експерименту (вхідні некеровані параметри СМ); $S = \{c_{t\phi}\}$, $\phi \in \Phi \in \Xi$, $t \in T_D$, Φ – кількість параметрів СМ СПК, що змінюються в ході імітаційного експерименту (вхідні керовані параметри СМ); $Y = \{c_{t\delta}\}$, $\delta \in \Delta \in \Xi$, $t \in T_D$, Δ – кількість параметрів СМ СПК, виділених для вивчення в ході імітаційного експерименту (вихідні параметри СМ). Причому $(X \cap S) \cup (X \cap Y) \cup (S \cap Y) = \emptyset$, $\Xi = \Psi + \Phi + \Delta$.

Тоді функціонування СМ СПК полягає в переході СМ СПК із стану $C(t)$ до стану $C(t+1)$, $t \in T_D$, що досягається шляхом послідовної та упорядкованої зміни множини S (сукупність значень елементів якої визначає стратегію управління) і одержанні множини $Y = F(X, S)$, де $F = \{f_\delta\}$ – множина операторів, що переводять множини X і S у множину Y , тобто $Y = F(X, S)$, $c_{t\delta} = f_\delta(X_{t\delta}, S_{t\delta})$, $t \in T_D$; f_δ – деякий функціонал; $X_{t\delta} \in X$, причому $\bigcup_{\delta} X_{t\delta} = X$, $\forall t \in T_D$, $\forall \delta \in \Delta$.

Залежно від цілей імітаційного експерименту при дослідженні СМ СПК динаміка формування S може мати детермінований, стохастичний або змішаний (детермінований для одних елементів S і стохастичний для інших елементів цієї множини) характер. Втім, найбільш поширеними способами детермінованого формування динаміки S є *інтервальний спосіб*, коли елементи S задаються у виді інтервалу їх



Р и с. 4.3.2-1 Логіко-функціональна схема системи моделей управління



можливих значень і кроку між цими окремими значеннями, і *поелементний спосіб*, коли елементи S задаються у виді набору фіксованих значень змінних параметрів СМ СПК з відомим кроком. При стохастичному характері формування динаміки S зміни значень її елементів у часі зазвичай розглядають на основі одного з типових розподілів ймовірностей [133, 221].

Залежно від особливостей введення в СМ СПК множини S , функціонування СМ СПК може відбуватися у двох режимах:

автоматичному, коли S , як і X , вводиться в СМ СПК за відповідною програмою (відповідно до плану імітаційного експерименту) автоматично (без втручання суб'єкта управління або дослідника); при цьому для формування S використовуються програмні, апаратні або програмно-апаратні генератори випробувальних впливів [93д, 252д] (див. рис. 4.3.2-1, с. 550–551), а сам процес введення S в СМ СПК може мати детермінований, стохастичний або змішаний характер;

автоматизованому, коли X вводиться в СМ СПК автоматично, а S (цілком або частково) вводиться суб'єктом управління (дослідником) за допомогою програмно-технічних засобів автоматизованої системи управління освітою (АСУО). При цьому процес введення S в СМ СПК має детермінований характер.

Якщо СМ СПК подати у виді упорядкованої сукупності моделей об'єкта управління (МОУ), моделей оточуючого середовища (МОС) і моделей процесу управління (МПУ), то множина $C = X \cup S \cup Y$ відображає склад параметрів МОУ і МОС, що входять до СМ СПК (таблиця Д1, додаток 1 (див. с. 653–654)). В свою чергу, множина F відображає склад і структуру локальних моделей, що входять до СМ СПК (табл. 4.3.2-1). Тут модель 8.2, за допомогою якої описується функціонування блоку 7 (рис. 4.3.2-1, див. с. 550–551), застосовується замість моделі 8.1 у тих випадках, коли не висуваються високих вимог щодо точності обчислення параметра $B(t)$ або коли невідомі або відомі з невисокою точністю дані щодо обчислення параметрів $r_3(t)$ і $r_4(t)$ моделі 8.1. Склад векторів вхідних і вихідних параметрів локальних моделей СМ СПК (рис. 4.3.2-1, див. с. 550–551) наведено у таблиці Д2 (додаток 2) (див. с. 655).

Зазначимо, що можлива подальша (порівняно з логіко-функціональною схемою рис. 4.3.2-1) декомпозиція СМ СПК, коли за допомогою елементів множин X , S , Y і F описуються об'єкти і процеси на рівні окремих ВНЗ [119]. Результатом функціонування такої СМ СПК є пооб'єктний (для кожного ВНЗ) план розвитку СПК. При цьому блоки 4, 5 (рис. 4.3.2-1, див. с. 550–551) і відповідні їм локальні моделі 2, 3 (табл. 4.3.2-1) із складу СМ СПК виключають, а функціонування блоку 3 (рис. 4.3.2-1, див. с. 550–551) у всьому плановому періоді описуються за допомогою такої моделі:

$$\max \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J Z(i, j, t) \Gamma(i, j) \alpha(i, j, t), 0 \leq \alpha(i, j, t) \leq 1, \forall t \in T;$$

$$\sum_{i=1}^I Z(i, j, t) = Z(j, t), \forall t \in T;$$

$$Z(i, j, t) \leq K_1(i, j, t) Z(i, j, (t-1)), \forall t \in T;$$

$$Z(i, j, t) \geq K_2(i, j, t) Z(i, j, (t-1)), \forall t \in T,$$

де: $\Gamma(i, j)$ – оцінка якості підготовки вчителів у i -му ВНЗ за j -ю спеціальністю; $\alpha(i, j, t)$ – динамічний коефіцієнт зміни якості підготовки вчителів в i -му ВНЗ за j -ю спеціальністю в році t ; I – загальна кількість ВНЗ (інші параметри МОУ і МОС, що використовуються в цій моделі, наведені в табл. Д1, додаток 1, див. с. 653–654).

Аналіз всіх інших локальних моделей, що наведені в табл. 4.3.2-1, здійснюється для кожного ВНЗ, що входить до СПК.

Склад і структура локальних моделей, що входять до СМ управління розвитком галузевої СПК (СМ СПК)

№ з/п	Функція моделі	Опис моделі	Номер блоку на ЛФС СМ СПК (рис. 4.3.2-1, див. с. 550-551), функція якого описується даною моделлю	Номери параметрів МОУ і МОС (табл. Д1, додаток 1, див. с. 653-654), які використовуються у даній МПУ
1	2	3	4	5
1	Планування контингенту студентів	$G(j, l, t) = \frac{Z(j, (l + L(j)) - l + 1)}{L(j) - l + 1}, \forall j = \overline{1, J}; \forall l = \overline{1, L(j)}$ $\prod_{i=1}^{l-1} P(E(j, L(j)) - i + 1) \forall t \in T$ де: $E_1(j, l) = 1 - \frac{\sum_{t=t_{\min}}^{t_0-1} (G(j, (l+1), (t+1)) - G(j, l, t)) / G(j, (l+1), (t+1))}{t_0 - t_{\min} - 1}$ $\forall t \in \tau;$ $E_2(j, L(j)) = 1 - \frac{\sum_{t=t_{\min}}^{t_0-1} (D_1(j, t) - G(j, L(j), t)) / G(j, (l+1), (t+1))}{t_0 - t_{\min} - 1}$ $\forall t \in \tau$	3,8	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 13, 14, 15
2	Планування потреби вчителів, що готуються	$D_2(j, t) = C(j, t) - Z(j, t); \forall j = \overline{1, J}; \forall t \in T$	4	2, 5, 10, 11, 13

№ з/п	Функція моделі	Опис моделі	Номер блоку на ДІФС СМ СІПК (рис. 4.3.2-1, див. с. 550-551), функція якого описується даною моделлю	Номери параметрів МОУ і МОС (табл. ДЦ, додаток 1, див. с. 653-654), які використовуються у даній МПУ
1	2	3	4	5
3	Планування випуску вчителів із СІПК на період, що перевищує термін навчання за спеціальністю	$\min \sum_{t=t_0+1}^T F(j, t'); \forall j = \overline{1, J}; \forall t \in T;$ $F(j, t) \geq 0, \forall t \in T;$ $Z(j, t) \leq K_1(j, t)Z(j, t-1);$ $Z(j, t) \geq K_2(j, t)Z(j, t-1);$ $D_3(j, t) \leq K_3(j, t)D_3(j, t-1);$ $D_2(j, t) \geq K_4(j, t)D_2(j, t-1);$ де: $F(j, t') = C(j, t') - V_1(j, t')Z(j, t') - V_2(j, t')D_2(j, t') +$ $+ \sum_{t''=1}^{t'-1} (C(j, t'') - V_1(j, t'')Z(j, t'') - V_2(j, t'')D_2(j, t''))$	5	1, 5, 10, 11, 13, 18, 19, 20, 21, 22, 23
4	Планування прийому студентів до СІПК	$A(j, t) = \frac{Z(j, t + L(j))}{L(j)}; \forall j = \overline{1, J}; \forall t \in T$ $PE_1(j, t)$	9	2, 5, 7, 13

5	Планування чисельності персоналу ВНЗ СПК у розрізі видів персоналу	5.1. $\alpha = 1$. $\prod (1, t) = \alpha_1 h^3(t) + \alpha_2 h^2(t) + \alpha_3 h(t) + c; \forall t \in T;$ $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ – коефіцієнти рівняння регресії; c – вільний член; $h(t) = \sum_{j=1}^J \sum_{l=1}^{L(j)} G(j, l, t) - \text{контингент студентів СПК в році } t.$ 5.2. $\alpha = 2$. $\prod (2, t) = \frac{\sum_{j=1}^J \sum_{l=1}^{L(j)} G(j, l, t)}{N_{st}(t)}; \forall t \in T;$ або $\prod (2, t) = \sum_{j=1}^J \prod (2, j, t); \forall t \in T;$ 5.3. $\alpha = 3$. $\prod (3, t) = \left(\sum_{j=1}^J \sum_{l=1}^{L(j)} \frac{W(j, l, t)}{H(j, l, t)} \right) \frac{1}{4!}; \forall t \in T;$ 5.4. $\alpha = 4$. $\prod (4, t) = \sum_{l=1}^3 b_l g_l^2(t) + \sum_{l=1}^3 d_l g_l(t) + c; \forall t \in T;$ b_l, d_l – коефіцієнти рівняння регресії; c – вільний член; $g_l(t) = \sum_{j=1}^J \sum_{l=1}^{L(j)} G(j, l, t) - \text{контингент студентів СПК в році } t.$	1,6	1, 2, 5, 6, 7, 8, 16, 17, 24, 25, 29, 30
---	--	---	-----	--

№ з/п	Функція моделі	Опис моделі	Номер блоку на ЛФДС СМ СПК (рис. 4.3.2-1, див. с. 550-551), функція якого описується даною моделлю	Номери параметрів МОУ МОС (табл. ДП, додаток 1, див. с. 653-654), які використовуються у даній МПУ
1	2	3	4	5
6	Планування чисельності ППП СПК у розрізі спеціальностей	Опис моделі наведено в розділі 4.2.3.1.3 $\prod (i, j, t)$	6	
7	Планування додаткової потреби в місцях у студентських гуртожитках	$M_3(t) = R_1(t)R_2(t) \sum_{j=1}^J \sum_{i=t_0+1}^{t(t)} G(j, i, t) - M_1(t_0) - \sum_{i=t_0+1}^t (t')$ $\forall t \in T;$	2	1, 2, 5, 6, 7, 26, 27, 28, 31, 32
8	Планування бюджету СПК у цілому	8.1. $B(t) = \sum_{i=1}^6 p_i r_i^2(t) + \sum_{i=1}^6 q_i f_i(t) + c \quad \forall t \in T;$ де: p_i, q_i – коефіцієнти рівняння регресії; c – вільний член;	7	1, 5, 6, 7, 8, 24, 25, 29, 30, 33, 36, 37

$$r_1(t) = \sum_{j=1}^J \sum_{l=1}^{L(t)} G(j, l, t) - \text{контингент студентів}$$

СПК у році t ;

$$r_2(t) = \sum_{j=1}^J \prod_{l=1}^{L(t)} (2, j, l) - \text{кількість ППП СПК}$$

у році t ,

де:

P_l, q_l – коефіцієнт рівняння регресії;

c – вільний член.

$$r_1(t) = \sum_{j=1}^J \sum_{l=1}^{L(t)} G(j, l, t) - \text{контингент студентів}$$

СПК у році t ;

$$r_2(t) = \sum_{j=1}^J \prod_{l=1}^{L(t)} (2, j, l) - \text{кількість ППП СПК у році};$$

$$r_3(t) = R_1(t_0) + \sum_{t'=t_0+1}^T U_1(t') - \text{площа учбових приміщень}$$

СПК у році t ;

$$r_4(t) = P_2(t_0) + \sum_{t'=t_0+1}^T U_2(t') - \text{площа житлових приміщень}$$

СПК у році t ;

$$r_5(t) = \Delta Q_1(1, t);$$

$$r_6(t) = \Delta Q_8(t).$$

$$8.2. \quad B(t) = \sum_{i=1}^4 p_i r_i(t) + c, \forall t \in T.$$

№ з/п	Функція моделі	Опис моделі	Номер блоку на ЛФС СМ СПК (рис. 4.3.2-1, див. с. 550-551), функція якого описується даною моделлю	Номери параметрів МОУ і МОС (табл. Д1, додаток 1, див. с. 653-654), які використовуються у даній МПУ
1	2	3	4	5
9	Планування бюджету СПК у розрізі статей витрат (К)	$Q(\beta, t) = \sum_{i=1}^6 p'_{ik} r_i^2(t) + \sum_{i=1}^6 q'_{ik} r_i(t) + c$ $\forall K = 1, 2, 3, 4, 5, 8, 12, 14, 16, 18$ де: P'_{ik}, q'_{ik} – коефіцієнти рівняння регресії; c – вільний член; $r_i(t)$ – змінні, визначені виразами, наведеними в моделі 8 для однойменних змінних	7	1, 2, 5, 6, 7, 24, 25, 29, 34, 36, 37
10.	Опрацювання результатів експерименту	Використовуються моделі, в яких застосовуються методи описової і прикладної статистики	10	

4.3.3. Система моделей забезпечення навчальних закладів засобами навчання

Серед макрофункцій (МФ) системи управління освітою (СУО), що відображають ресурсний бік забезпечення функціонування системи освіти (СО), однією з важливих є МФ забезпечення СО матеріальними і фінансовими ресурсами. Ці функції відображають, з одного боку, забезпечення стійкого функціонування і плано-мірного розвитку СО, а з іншого – досягнення як внутрісистемної (у межах СО) збалансованості потреб у матеріальних і фінансових ресурсах, так і в збалансованості потреби СО у цих ресурсах з матеріально-технічними ресурсами і фінансовими асигнуваннями, що виділяються на освіту з державного і місцевих джерел. Задачі СУО, що відповідають цій МФ, утворюють завершальну ланку в ітераційному процесі планування розвитку СО. Вкажемо на деякі специфічні риси розглянутих МФ.

На попередньому етапі планування на основі обраних варіантів розвитку СО та її об'єктів, а також відповідних норм і нормативів визначається потреба СО у матеріальних і фінансових ресурсах. Особливість реалізації цього етапу планування полягає в тому, що потреба СО у розглянутих ресурсах утворюється шляхом інтеграції даних, що відображають цю потребу «знизу-вгору» за ієрархією СО.

Потім здійснюється етап внутрісистемного балансування потреб у різних видах ресурсів і узгодження цих потреб з відповідними системами оточуючого середовища (ОС).

Далі, йде етап розподілу ресурсів, реалізація якого здійснюється у зворотному напрямі шляхом дезагрегування виділених для СО ресурсів «униз» за ієрархією СО. На цьому етапі логіка задач розподілу матеріальних і фінансових ресурсів набуває характеру оптимізації, де істотною є проблема вибору критеріїв ефективності і системи обмежень, що відображають особливості функціонування і розвитку СО, а також обсяги ресурсів, що виділяються для цього.

Можливі підходи щодо формальної постановки таких задач з урахуванням особливостей і обмежень, що відображають конкретні умови функціонування СО, наводяться в [97].

Для опису задачі, що розглядається, у [97] пропонується така модель для кожного виду ресурсу:

$$\max \min_m \Delta P_m,$$

$$\Delta P_m \leq \Delta P_m^*,$$

$$\sum_{m=1}^M P_m'' \leq K,$$

де: $\Delta P_m = (P_m' - P_m'')$ – абсолютне відхилення потреби m -го навчального закладу (НЗ) у деякому ресурсі від його розподіленого значення; P_m' – потреба m -го НЗ у цьому ресурсі; P_m'' – розподілена в m -й НЗ кількість даного ресурсу; ΔP_m^* – припустимий абсолютний рівень незадоволення потреби m -го НЗ у даному ресурсі; M – кількість НЗ, між якими здійснюється розподіл даного ресурсу; K – виділений обсяг даного обмеженого ресурсу.

Обласний рівень

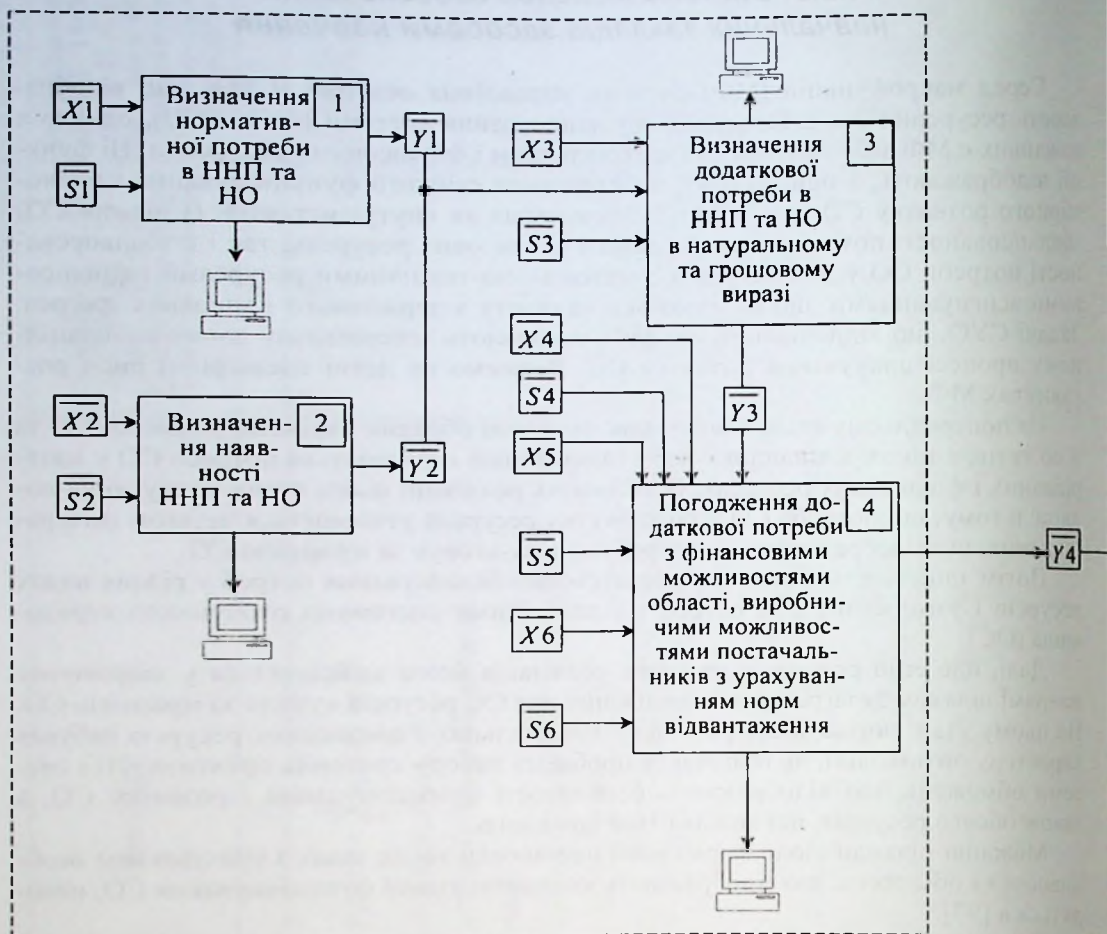
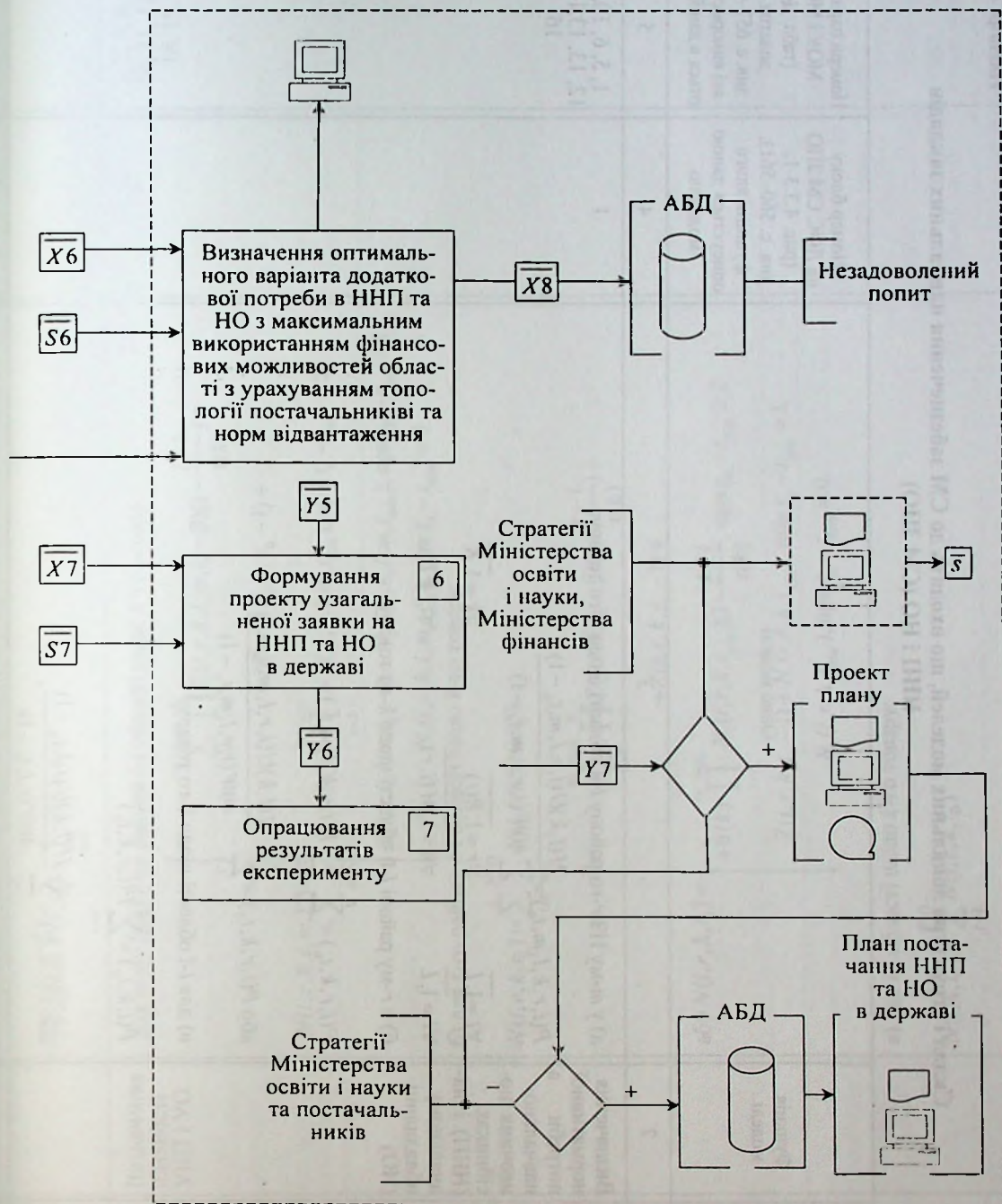


Рис. 4.3.3.-1. Логіко-функціональна схема системи моделювання



Склад і структура локальних моделей, що входять до СМ забезпечення навчальних закладів
ННП і НО (СМ ЗПО)

№ з/п	Функція моделі	Опис моделі	Номер блоку на ЛФС СМ ЗПО (рис. 4.3.3-1, див. с. 560–561), функція якого описується даною моделлю	Номери параметрів МОУ і МОС (табл. Д4, додаток 4, див. с. 657–659), які використовуються в даній МПУ
1	2	3	4	5
1	Визначення нормативної потреби в навчально-педагогічних засобах (ННП) і навчальному обладнанні (НО)	а) у m-му НЗ r-го району l-ї області щодо k-го товару: $P(i, r, k, l, m, t_0) = \frac{H(l, k)U(i, r, l, m, t_0 - 1)}{40W(i, r, l, m, t_0 - 1)}, \quad \forall k = 1, K$ $\forall i = 1, I \quad \forall r = 1, R(l) \quad \forall l = 1, L \quad \forall m = 1, M(i, r) \quad \forall t_0 \in T;$ б) в r-му районі l-ї області щодо k-го товару: $P(i, r, k, t_0) = \sum_{l=1}^L \sum_{m=1}^{M(i, r)} P(i, r, k, l, m, t_0)$ або $P(i, r, k, t_0) = \sum_{l=1}^L \frac{H(l, k)U(i, r, l, m, t_0 - 1)}{40W(i, r, l, m, t_0 - 1)},$ в) для l-ї області щодо k-го товару: $P(i, k, t_0) = \sum_{r=1}^{R(l)} P(i, r, k, t_0)$ або $P(i, k, t_0) = \sum_{l=1}^L \frac{H(l, k)U(i, l, t_0 - 1)}{40W(i, l, t_0 - 1)},$	1	1, 5, 6, 10, 11, 12, 13, 13, 14, 15, 16

2	Визначення наявності УНП і УО	г) в країні $P(k, t_0) = \sum_{i=1}^l P(i, k, t_0)$ для m-му ВНЗ r-го району l-ї області щодо k-го товару: $N(i, r, k, l, m, t_0) = \left\{ \begin{aligned} & \sum_{\beta=2}^{t_0 - t_{\min}} \prod_{i=2}^{\beta} Z(i, r, k, l, m, t_0 - \beta) \left(1 - \frac{t-1}{\tau(k)}\right) + \\ & + Z(i, r, k, l, m, t_0 - 1) + \\ & + \theta(k) \prod_{i=2}^{t_0 - t_{\min}} N_1(i, r, k, l, m, t_{\min}), \text{ при } t_0 - t_{\min} \geq 2 \\ & Z(i, r, k, l, m, t_0 - 1) + N_1(i, r, k, l, m, t_{\min}), \text{ при } t_0 - t_{\min} = 1, \\ & N_1(i, r, k, l, m, t_{\min}), \text{ при } t_0 - t_{\min} = 0 \end{aligned} \right.$ б) для r-го району l-ї області щодо k-го товару: $N(i, r, k, t_0) = \sum_{l=1}^L \sum_{m=1}^{M(l)} N(i, r, k, l, m, t_0)$ або $N(i, r, k, t_0) = \left\{ \begin{aligned} & \sum_{\beta=2}^{t_0 - t_{\min}} \prod_{i=2}^{\beta} Z(i, r, k, t_0 - \beta) \left(1 - \frac{t-1}{\tau(k)}\right) + \\ & + Z(i, r, k, t_0 - 1) + \\ & + \theta(k) \prod_{i=2}^{t_0 - t_{\min}} N_1(i, r, k, t_{\min}) \left(1 - \frac{t-1}{\tau(k)}\right), \text{ при } t_0 - t_{\min} \geq 2 \\ & Z(i, r, k, t_0 - 1) + N_1(i, r, k, t_{\min}), \text{ при } t_0 - t_{\min} = 1, \\ & N_1(i, r, k, t_{\min}), \text{ при } t_0 - t_{\min} = 0 \end{aligned} \right.$ в) для i-ї області щодо k-го товару: $N(i, k, t_0) = \sum_{r=1}^{R(i)} N(i, r, k, t_0)$	2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 17, 18, 19, 44
---	-------------------------------	---	---	--

№ з/п	Функція моделі	Опис моделі	Номер блоку на ЛФС СМ ЗПО (рис. 4.3.3-1, див. с. 560-561), функція якого описується даною моделлю	Номери параметрів МОУ і МОС (табл. Д4, додаток 4, див. с. 657-659), які використовуються в даній МПТУ
1	2	3	4	5
		$\text{або } N(i, r, k, t_0) = \begin{cases} \sum_{\beta=2}^{t_0-t_{\min}} \prod_{l=2}^{\beta} Z(i, r, k, t_0 - \beta) \left(1 - \frac{t-1}{\tau(k)} \right) + \\ + Z(i, r, k, t_0 - 1) + \\ + \theta(k) \prod_{l=2}^{t_0-t_{\min}} N_l(i, r, k, t_{\min}) \left(1 - \frac{t-1}{\tau(k)} \right), \text{ при } t_0 - t_{\min} \geq 2 \\ Z(i, r, k, t_0 - 1) + N_1(i, k, t_{\min}), \text{ при } t_0 - t_{\min} = 1, \\ N_1(i, k, t_{\min}), \text{ при } t_0 - t_{\min} = 0 \end{cases}$ б) в країні: $N(k, t_0) = \sum_{i=1}^I N(i, k, t_0)$		
3	Визначення додаткової потреби в УНП і УО в натуральному виразі	а) у m-му ВНЗ r-го району l-й області щодо k-го товару: $\Delta P(i, r, k, l, m, t_0) = P(i, r, k, l, m, t_0) - N(i, r, k, l, m, t_0)$ якщо $\Delta P(i, r, k, l, m, t_0) < 0$, то $\Delta P(i, r, k, l, m, t_0) = 0$ б) для r-го району l-й області щодо k-го товару: $\Delta P(i, k, t_0) = \sum_{r=1}^{K(l)} \Delta P(i, r, k, t_0) - N(i, r, k, l, m, t_0)$ або $\Delta P(i, k, t_0) = P(i, k, t_0) - N(i, k, t_0)$ якщо $\Delta P(i, k, t_0) < 0$, то $\Delta P(i, k, t_0) = 0$		1, 5, 6, 10, 11, 12, 16, 19, 20

4	Узгодження додаткової потреби з нормами відванта- ження	г) в країні: $\Delta P(k, t_0) = \sum_{i=1}^I \Delta P(i, k, t_0)$ $\min [\Delta P(i, k, t_0) - \Delta P'(i, k, t_0)]$, якщо $f(i, k) / F_0(i, t_0) \leq 0,01$, то $\Delta P'(i, k, t_0) = \chi(k)$, при $n(k) \geq 0,95, \forall \alpha(k)$ $\Delta P'(i, k, t_0) = \chi(k)$, при $n(k) < 0,95, \mu(k) < 0,6, \forall \alpha(k)$ $\Delta P'(i, k, t_0) = \chi(k) + \beta(k)$, при $\alpha(k) \geq \sigma, n'(k) \leq 1,01$, $\Delta P'(i, k, t_0) = \chi(k) + \beta(k)$, при $n(k) \geq 0,95, \mu(k) \geq 0,85$ $\alpha(K) \geq \delta, n'(K) \leq 1,01$, $\Delta P'(i, k, t_0) = \chi(k) + \beta(k)$, при $n(k) \geq 0,95, \mu(k) \geq 0,7$ $\alpha(K) \geq h, n'(K) \leq 1,01$, $\Delta P'(i, k, t_0) = \chi(k) + \beta(k)$, при $n(k) \geq 0,85, \mu(k) \geq 0,85$ $n'(k) \leq 1,01, \forall \alpha(k)$; якщо $f(i, k) / F_0(i, t_0) > 0,01$, то $\Delta P'(i, k, t_0) = \chi(k)$, де: $q(k) = \Delta P(i, k, t_0) / \beta(k)$, $\mu(k) = \Delta P(i, k, t_0) / \beta(k) - q(k)$, $\chi(k) = q(k) \beta(k)$, $f(i, k) = (\Delta P(i, k, t_0) - \chi(k)) C(k)$, $n(k) = [\chi(k) + N(i, k, t_0)] / P(i, k, t_0)$, $n'(k) = [\chi(k) + \beta(k) + N(i, k, t_0)] / P(i, k, t_0)$, $\Delta P''(i, k, t_0) = \Delta P(i, k, t_0) - \Delta P'(i, k, t_0)$.	4	1, 5, 6, 20, 21, 26, 32, 33, 34, 35, 36, 39, 40, 41, 42, 43
5	Визначення фінансових витрат, необ- хідних для придбання розподіле- них товарів	$F_p(i, t_0) = \sum_{k=1}^K P''(i, k, t_0) C(k)$		1, 5, 6, 21, 29, 33

№ з/п	Функція моделі	Опис моделі	Номер блоку на ЛФС СМ ЗПО (рис. 4.3.3-1, див. с. 560-561), функція якого описується даною моделлю	Номери параметрів МОУ і МОС (табл. Д4, додаток 4, див. с. 657-659), які використовуються в даній МПУ
1	2	3	4	5
6	Визначення оптимального варіанта додаткової потреби в ННП і НО з урахуванням фінансових можливостей області, плану товарообігу і топології мережі постачальників	$\min[F_0(i, t) - F'_p(i, t_0)],$ якщо $F_p(i, t_0) > F_0(i, t)$, то $F'_p(i, t_0) = F_p(i, t_0) - \sum_{k^*=1}^{k^*} (P'(i, k^*, t_0) - Y(i, k^*)\beta(k^*))C(k^*), K^* \in K,$ $P'(i, k^*, t_0) - Y(i, k^*)\beta(k^*) = P'(i, k^*, t_0),$ $P''(i, k^*, t_0) = P(i, k^*, t_0) - P'(i, k^*, t_0), 0, 6 \leq n(k^*) \leq 1,$ при $\Pi_T(i, t_0) > F_0(i, t_0)$ $0 \leq F'_p(i, t_0) \leq F_0(i, t_0),$ $\Pi_T(i, t_0) \leq F_0(i, t_0) + \sum_{K^*=1}^{K^*} \sum_{j=1}^j P_j(j, k^*, t_0)C(k^*),$ при $\Pi_T(i, t_0) < F_0(i, t_0)$ $0 \leq F'_p(i, t_0) \leq F_0(i, t_0)$ $F'_p(i, t_0) \leq \Pi_T(i, t_0) + \sum_{K^*=1}^{K^*} P_j(i, k^*, t_0)C(k^*) \leq F_0(i, t_0),$ $\sum_{j=1}^j P_j(i^*, k^*, t_0) = \psi(k)\beta(k^*), \text{ де } \psi - \text{ціле число};$ якщо $F_p(i, t_0) \leq F_0(i, t)$, то $F'_p(i, t_0) = F_p(i, t_0) - \sum_{K^*=1}^{K^*} P''(i, k^*, t_0)C(k^*),$ $P''(i, k^*, t_0) + P'(i, k^*, t_0) = P'(i, k^*, t_0),$ при $\Pi_T(i, t_0) > F_0(i, t_0)$	4, 5	1, 5, 6, 7, 8, 9, 21, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45

		$F'_p(i, t_0) \leq F_0(i, t_0),$ $\Pi_T(i, t_0) \leq F_0(i, t_0) + \sum_{K^*=1}^{K^*} \sum_{j=1}^J P_j(i, k^*, t_0) C(k^*),$ при $\Pi_T(i, t_0) < F_0(i, t_0)$ $F'_p(i, t_0) \leq F_0(i, t_0)$ $F'_p(i, t_0) \leq \Pi_T(i, t_0) + \sum_{K^*=1}^{K^*} P_j(i, k^*, t_0) C(K^*) \leq F_0(i, t_0),$ $\sum_{j=1}^J P_j(i^*, k^*, t_0) = \psi(k) \beta(k^*), \text{ де } \psi - \text{ ціле число};$	$1, 5, 30, 31, 36, 37$	
7	Формування проекту зведеної заявки на ННП і НО	$P(k, t_0) = \sum_{i=1}^I P'(i, k, t_0)$ $F(t_0) = \sum_{i=1}^I F'_p(i, t_0)$	6	
8	Формування плану по-стачання на ННП і НО	$P_n(i, k^*, t_0) = P'(i, k^*, t_0) \pm Y(i, k^*) \beta(k^*),$ $P_n(i, k, t_0) = P'(i, k, t_0),$ $\sum_{k=1}^K P_n(i, k, t_0) C(k) \leq F_0(i, t_0)$		

У тих випадках, коли є відомості про наявність у НЗ даного ресурсу в момент часу, що розглядається, для опису задачі розподілу ресурсів можна використати таку модель:

$$\begin{aligned} \max \min_m \delta P_m, \\ \delta(P_m) \geq \delta_m^*(P), \\ \sum_{m=1}^M P_m'' \leq K, \end{aligned}$$

де: $\delta_m(P) = (N_m - P_m'') / P_m'$ – ступінь задоволення потреби m -го НЗ у ресурсі після ухвалення рішення щодо його розподілу; N_m – наявність в m -му НЗ даного ресурсу;

$\delta_m^*(P)$ – припустимий ступінь задоволення потреби m -го НЗ в даному ресурсі.

Зміст використаних в обох постановках задач цільових функцій можна сформулювати таким чином: забезпечити однаковий, на рівні значень $\Delta P_m^*, \delta_m^*(P)$, ступінь задоволення потреби НЗ у певному ресурсі. Очевидно, що за другою моделлю, припускаючи, що значення N_m є відомим, забезпечується більш точний результат обчислення P_m'' .

Наведені моделі лежать в основі задач розподілу матеріальних і фінансових ресурсів в СО. Проте, у кожному випадку розподілу конкретного виду ресурсу (особливо у разі розподілу матеріальних ресурсів) ці моделі повинні бути ув'язані з іншими моделями в системі, які описують відповідну МФ СУО і які набувають для кожного виду ресурсу своїх специфічних рис та особливостей.

Розглянемо ці особливості на прикладі МФ забезпечення НЗ найбільш масовим видом засобів навчання (матеріальних ресурсів) – навчально-наочними посібниками (ННП) і навчальним обладнанням (НО) – МФ ЗПО (забезпечення посібниками і обладнанням). І хоча цільове призначення цієї МФ головним чином збігається з призначенням МФ матеріально-технічного забезпечення інших галузей народного господарства, проте можна вказати на основні характерні риси МФ ЗПО, що визнаємо суттєвими для даного розгляду:

- багатогалузевий характер виробництва ННП і НО (у тому числі виробництво ННП і НО в межах самої СО);
- обмежений обсяг виробництва більшості типів ННП і НО;
- наявність чіткої відвантажувальної норми товарів, що у ряді випадків набагато перевищує потребу одного НЗ і навіть СО одного району, міста або області;
- обмежений склад мережі підприємств торгівлі і постачання ННП і НО, що досить жорстко ув'язана з мережею обслуговування цими підприємствами відповідних адміністративно-територіальних одиниць;
- обмежений обсяг товарообігу підприємств торгівлі і постачання ННП і НО;
- слабка пов'язаність товарообігу підприємств торгівлі і постачання ННП і НО з реальною потребою в них НЗ як за номенклатурою, так і в часі;
- слабка пов'язаність товарообігу підприємств торгівлі і постачання ННП і НО з фінансовими ресурсами, що виділяються для СО тих чи інших адміністративно-територіальних одиниць для придбання ННП і НО;
- фінансування процесу забезпечення навчальних закладів ННП і НО може здійснюватись з кількох джерел (у тому числі практично одночасно): державного і місцевого бюджетів і позабюджетних джерел (за рахунок самих навчальних закладів, спонсорів, грантів, вітчизняних і міжнародних кредитів та ін.).

Відзначені особливості МФ ЗПО спричиняють те, що вся задача забезпечення навчальних закладів ННП і НО виявляється слабообумовленою щодо цілей і стратегій галузевих і територіальних органів управління, а також обмежень, що накладаються на цей процес мережею підприємств-виробників, торговельних і постачальних підприємств, а також організацій, що фінансують цей процес. Найбільш продуктивним шляхом реалізації в системі управління освітою МФ ЗПО є шлях побудови відповідної цій МФ гнучкої СМ і пошуку розв'язку задачі, що описується за допомогою цієї СМ, залучаючи методи і засоби імітаційних систем.

Для досягнення подібності модельного подання МФ, що відображають процеси забезпечення СО різними видами ресурсів, подамо МФ ЗПО відповідною системою моделей – СМ ЗПО, логіко-функціональна схема якої наведена на рис. 4.3.3-1 (див. с. 560–561), а особливості її функціонування відобразимо тими ж формальними засобами, що використовувалися у розділі 4.3.2 при описуванні СМ СПК (забезпечення СО педагогічними кадрами). Склад і структура локальних моделей, що входять до СМ ЗПО, наведені в таблиці 4.3.3-1 (див. с. 560–561), а склад векторів вхідних і вихідних параметрів цих моделей наведено в табл. ДЗ (додаток 3, див. с. 644). Склад параметрів МОУ і МОС, що входять до СМ ЗПО, наведений у таблиці Д4 (додаток 4, див. с. 657–659).

4.4. Розвиток структури комп'ютерних систем опрацювання статистичної звітності для забезпечення управління системою освіти

Одним з визначальних напрямів розвитку освіти є вдосконалення системи галузевого управління на основі широкого впровадження в процеси управління освітою на всіх її організаційних рівнях сучасних інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). У свою чергу, це передбачає розвиток методів, засобів і технологій формування і використання інформаційного забезпечення процесів галузевого планування та управління, робить необхідним створення такої будови галузевої інформаційної бази, яка була би зорієнтована на максимально можливе і продуктивне застосування ІКТ.

Як першочерговий етап удосконалення інформаційного забезпечення процесів галузевого планування та управління будемо розглядати етап переведення існуючого інформаційного забезпечення цих процесів у системі освіти, орієнтованого на традиційну, переважно ручну, бланкову (у тому числі за допомогою електронних клавішних обчислювальних машин) технологію опрацювання даних, у новий стан, відмітною стороною якого є орієнтація методів і засобів інформаційного забезпечення на автоматизовану, переважно комп'ютерну технологію опрацювання даних.

Виділимо тут низку проблем інформаційного забезпечення традиційних процесів планування та управління системою освіти, які обумовлені системно-технологічними й організаційно-структурними особливостями реалізації каналу (між навчальними закладами і відповідними органами галузевого і територіального управління) формування галузевої бази даних статистичної звітності загальноосвітніх навчальних закладів. До числа таких проблем слід віднести:

- недостатню пропускну спроможність каналів формування галузевих баз даних стосовно необхідного обсягу даних, які передаються і опрацьовуються, що змушує обмежувати обсяги даних, що використовуються в управлінні при переході від нижніх рівнів управління системою освіти до верхнього. Водночас на кожному з організаційних рівнів системи освіти дані, що застосовуються для управління, агре-

гуються (знижується глибина деталізації даних), що не дозволяє реалізувати в практиці управління цілої низки управлінських задач (у тому числі багаторівневих), робить необхідним істотне спрощення цих задач (суттєве зниження рівня їх адекватності реальним процесам, що відбуваються в освіті) і, як наслідок, призводить до зниження точності розрахунків за цими задачами (у деяких випадках навіть до неприйнятних значень);

- низький рівень оперативності передавання даних між рівнями управління та їх опрацювання на різних організаційних рівнях системи освіти, що знижує оперативність формування управлінських рішень, обмежує за часом можливості розроблення необхідної і достатньої кількості варіантів таких рішень;

- обмежені операціональні можливості опрацювання даних на різних організаційних рівнях системи освіти (низький рівень автоматизації праці), що при великих обсягах даних, які підлягають опрацюванню, досить трудомістких алгоритмах їх опрацювання (особливо для операцій контролю, реорганізації, пошуку й аналітичного опрацювання даних) і обмеженості часу, що виділяється на ці цілі, неминуче призводить до появи в управлінських даних додаткових помилок, які не усуваються (через обмеження операціональних ресурсів) на даному рівні управління; з цих же причин часто не усуваються й помилки в даних, що надходять на певний рівень управління від зв'язаних з ним нижніх організаційних рівнів системи освіти;

- істотну різницю операціональних можливостей опрацювання даних у межах одного організаційного рівня системи освіти, що не дозволяє досягти єдності методичного забезпечення процесів формування управлінських даних і забезпечити переважне використання типових проектних рішень щодо їх опрацювання;

- багаторівневність і багатоетапність опрацювання даних при істотних відмінностях алгоритмів їх опрацювання і форм подання, що помітно збільшує загальну трудомісткість робіт і підвищує ймовірність внесення в управлінські дані перекручень (у тому числі навісних), особливо тих, які погано піддаються виявленню за результатами регламентованого контролю даних;

- невідповідний часу соціальний, змістовий та організаційно-технологічний рівень (культури) праці з опрацювання управлінських даних в органах управління освітою (непрестижна, низькооплачувана, переважно ручна праця, що за загальною високою трудомісткістю і низького рівня автоматизації робіт має рутинний, неритмічний характер із піковими перевантаженнями), що породжує кадрові проблеми (складність добору, висока плінність, недостатня кваліфікація кадрів), і, як результат, істотно позначається на вірогідності даних, що використовуються в управлінні.

Перелічені проблеми в цілому є основними, багато в чому взаємозалежними причинами недостатньої точності опрацювання управлінських даних під час формування галузевої бази даних статистичної звітності, роблять цю базу даних суттєво неадекватною реальним процесам і об'єктам системи освіти. Ці проблеми, практично, виражаються у відсутності єдиної та адекватної інформаційної основи прийняття рішень у багаторівневій системі галузевого управління, що в поєднанні з низьким рівнем соціально-економічної ефективності робіт із формування зазначеної бази даних помітно знижує ефективність усього галузевого управління.

Одним із продуктивних підходів, що значною мірою спрямований на розв'язування зазначених проблем, є розвиток структури комп'ютерних систем опрацювання статистичної звітності для забезпечення управління освітою. При цьому передбачається суттєве вдосконалення галузевого документообігу статистичної звітності, визначаються і пропонуються заходи щодо його розвитку відповідно до потреб

практики і наявних ресурсних можливостей реалізації каналу формування галузевої інформаційної бази управління освітою [83].

Розглядаючи документообіг як системний процес, можна виділити такі його основні атрибути: реквізитний склад документів, структура документів (сукупність взаємозв'язків між реквізитами документів), структура документообігу (сукупність взаємозв'язків між самими документами або схема документообігу), технологія опрацювання документів. Визначаючи важливість удосконалення всіх складових процесу документообігу, підкреслимо, що за умов удосконалення цього процесу на основі ІКТ на перший план висувається питання розподіленої за організаційними рівнями управління освітою технології опрацювання документів, використання якої забезпечує врахування особливостей процесу формування складу і структури статистичної звітності на кожному з цих рівнів.

Існуюча технологія опрацювання статистичної звітності (рис. 4.4-1, див. с. 572) є основою створення сьогодні інформаційного забезпечення на кожному з рівнів управління освітою. Нині, для керівників районного та обласного рівнів управління якісне інформаційне забезпечення, основу якого становить статистична звітність, – є необхідною умовою підвищення ефективності управління регіональними системами освіти. Водночас якість інформаційного забезпечення управління можна визначити за такими основними критеріями: повнота даних, їх вірогідність та оперативність опрацювання. Розраховувати на успіх можна тільки тоді, коли вдосконалення документообігу буде здійснюватись комплексно, за всіма трьома критеріями. Однак нині чинна технологія опрацювання статистичної звітності повністю не відповідає жодному з цих критеріїв. Це зумовлено насамперед тим, що на кожному рівні управління переважно застосовуються застарілі ручні технології опрацювання даних статистичної звітності, створюється своє інформаційне забезпечення з відповідним рівнем інтеграції даних, що значно зменшує як оперативність і вірогідність інформаційної бази, так і позбавляє можливості доступу користувачів вищих рівнів управління до об'єктивних і реальних первинних даних.

За такою технологією терміни опрацювання даних статистичної звітності розтягуються на неприпустимо тривалий час. Так, якщо термін подання первинної форми статистичної звітності від загальноосвітніх навчальних закладів за формою ЗНЗ-1 на районному рівні є 10 вересня поточного року, то термін подання зведеного статистичного звіту за формою 76-РВК на республіканський рівень – 5 жовтня поточного року, згідно з планом статистичних робіт Міністерства освіти і науки України. За цей період працівники районних і обласних рівнів управління освітою повинні виконати достатньо великий обсяг робіт із прийому первинних статистичних звітів за формою ЗНЗ-1, їх контролю та здійснити формування районних та обласних звітів за формою 76-РВК. Тобто, зведена статистична звітність на початок навчального року з'являється на республіканському рівні тільки в кінці жовтня поточного року. Процес формування статистичних звітів за формами Д-4, Д-5, Д-6, Д-7, Д-8, Д-9 з первинної форми ЗНЗ-1 на районних і обласних рівнях триває аж до листопада поточного року. Останні статистичні звіти стосовно загальноосвітніх навчальних закладів за формами Д-5 і Д-8 надходять до Міністерства освіти і науки України тільки в грудні.

Таким чином, загальні терміни опрацювання статистичної звітності загальноосвітніх навчальних закладів на початок навчального року за існуючою технологією розтягуються майже на чотири місяці. Чи можна розраховувати на вірогідність та цінність таких даних, коли у системі освіти вже відбулись суттєві зміни, змінилися

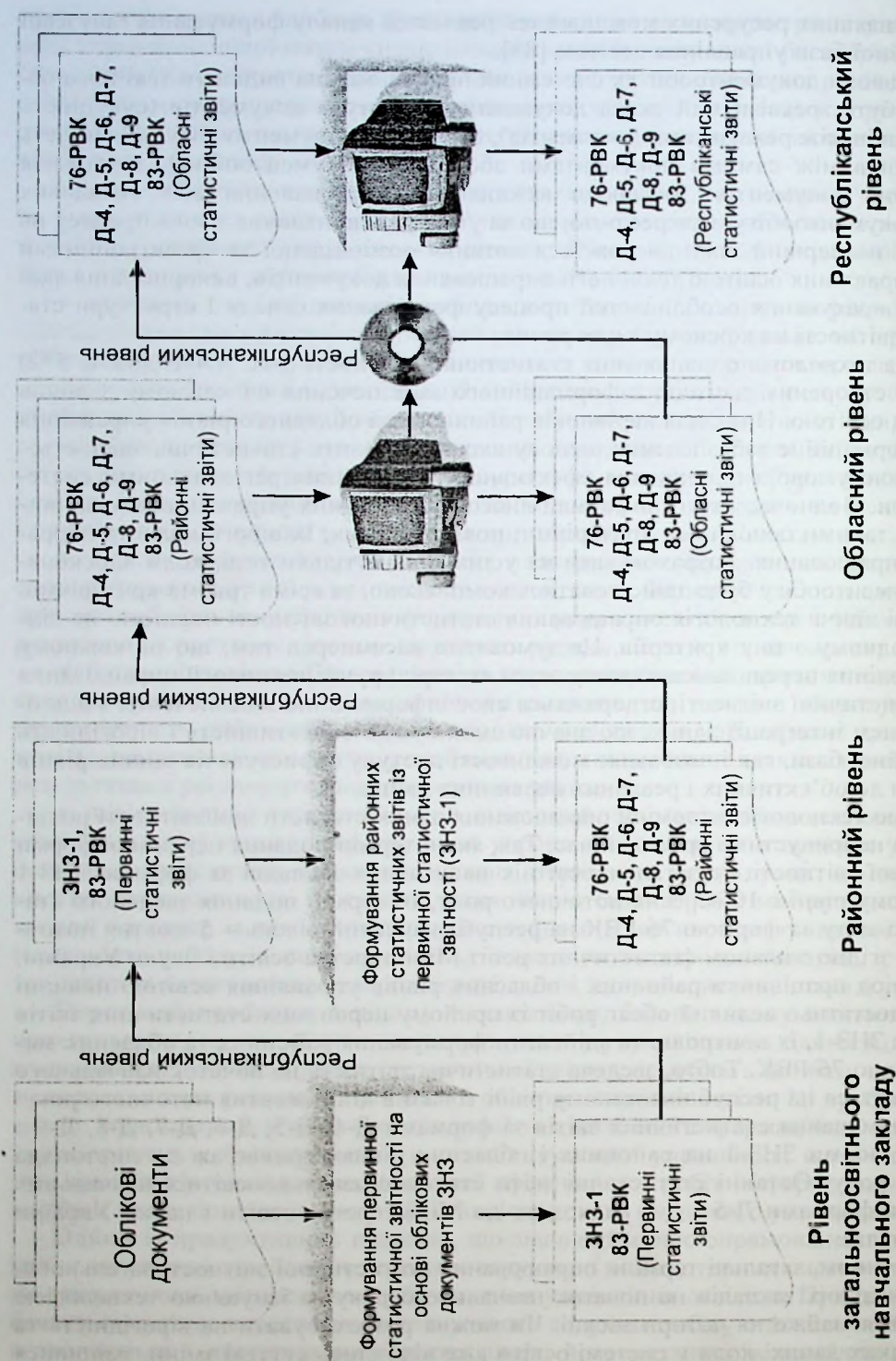


Рис. 4.4-1. Структура інформаційних потоків каналу формування галузевої бази статистичних даних за автоматизованою технологією опрацювання галузевої статистичної звітності

дані, що відображають її поточний стан, тоді як управлінці вимушені приймати рішення, користуючись неадекватними даними? Тому на практиці непоодинокими є випадки, коли управлінські рішення приймаються не тільки невчасно, але й є помилковими.

Як показав аналіз, найбільш напруженим і трудомістким за чинного сьогодні технологією опрацювання статистичної звітності є районний рівень управління освітою (районні відділи освіти), де відбувається найскладніший з технологічної точки зору процес опрацювання статистичної звітності – процес формування з первинної статистичної звітності за формою ЗНЗ-1 (звітність загальноосвітніх навчальних закладів) усіх регламентованих форм статистичної звітності районного рівня управління (76-РВК, Д-4, Д-5, Д-6, Д-7, Д-8, Д-9). У свою чергу, на обласному рівні управління з цих статистичних звітів шляхом простого сумування даних районних звітів формуються обласні статистичні звіти за кожною із зазначених форм.

Розглянемо, яке місце в існуючій технології опрацювання статистичної звітності займають ІКТ. На рис. 4.4-1 (див. с. 572) наведена структура інформаційних потоків каналу формування галузевої бази статистичних даних за існуючою технологією опрацювання галузевої статистичної звітності. Як випливає з рис. 4.4-1 (див. с. 572), комп'ютерне опрацювання статистичної звітності починається тільки з обласного рівня, тобто з рівня, на якому, як уже зазначалось, здійснюється тільки підсумовування агрегованих даних, що подана в районних звітах. Тому відносно нескладні за обсягами й алгоритмами процедури опрацювання статистичних даних на обласному рівні управління не дозволяють розраховувати на суттєве покращення якості інформаційного забезпечення управлінських процесів.

Для успішного і якісного формування єдиного для всіх рівнів управління освітою інформаційного забезпечення впровадження ІКТ повинно починатись одночасно як на рівні загальноосвітнього навчального закладу, так і на районних рівнях управління освітою. На рис. 4.4-2 (див. с. 574) наведена структура інформаційних потоків каналу формування галузевої бази статистичних даних при автоматизованій технології опрацювання галузевої статистичної звітності.

Слід зазначити, що реалізація наскрізної комп'ютерно орієнтованої технології, яка пропонується, починаючи з рівня загальноосвітніх (ЗНЗ) і професійно-технічних (ПТНЗ) навчальних закладів, сьогодні є можливою тільки у тих регіонах, де комп'ютеризація ЗНЗ і ПТНЗ практично завершена. Мова йде про ті регіони, де всі ЗНЗ вже мають сучасні комп'ютерні засоби, що можуть бути застосовані для формування інформаційних баз даних з обліку педагогічних працівників, контингенту учнів, матеріальної бази та інших баз даних, що складають інформаційну основу формування первинної статистичної звітності на рівні навчального закладу.

Впровадження ІКТ для забезпечення комп'ютерно орієнтованого процесу опрацювання статистичної звітності ЗНЗ на районному рівні є справою найбільш реальною, оскільки всі (майже всі) районні відділи освіти України вже оснащені сучасними комп'ютерними засобами. Та й кількість ЗНЗ у районах відносно невелика (від 5 до 70). За такої кількості статистичних звітів за формою ЗНЗ-1 формування первинної інформаційної бази може бути виконане в стислі терміни (1–3 дні). Створення таким чином інформаційна база первинної статистичної звітності на районних рівнях може бути основою для створення єдиного інформаційного забезпечення всіх рівнів управління освітою. Наявність комп'ютерних інформаційних баз даних за формою ЗНЗ-1 на обласному рівні дасть можливість доступу працівникам цього рівня управління до даних стосовно кожного ЗНЗ області, що значно поліпшить

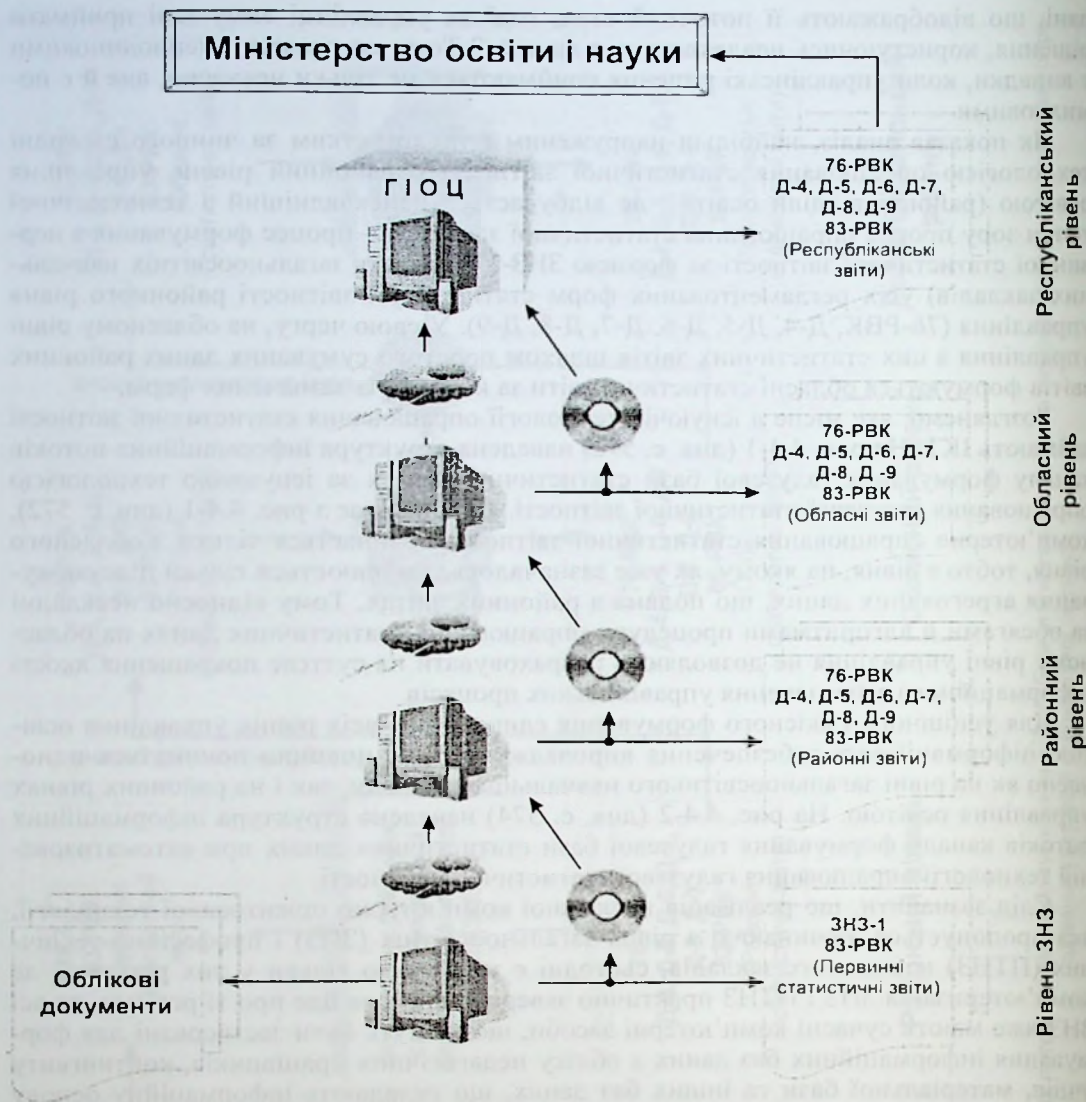


Рис. 4.4-2. Структура інформаційних потоків каналу формування галузевої бази статистичних даних при автоматизованій технології опрацювання галузевої статистичної звітності

інформаційне забезпечення прийняття управлінських рішень. Крім того, за такою технологією майже у два рази скорочуються терміни загального циклу опрацювання статистичної звітності за одночасного підвищення вірогідності статистичних звітів.

Проте, найбільш результативним напрямом удосконалення технології формування галузевої статистичної звітності є впровадження ІКТ на рівні ЗНЗ. При цьому досягається найбільший ефект щодо комплексного додержання критеріїв ефективності формування єдиної інформаційної галузевої бази статистичних даних стосовно загальноосвітніх навчальних закладів. І, як наслідок, вірогідність

інформаційної бази та оперативність її опрацювання в галузі досягає найвищого рівня.

Подана на рис. 4.2-2 (див. с. 574) структура інформаційних потоків каналу формування галузевої бази статистичних даних є розвитком існуючої структури (рис. 4.4-1, див. с. 572) і передбачає наскрізну комп'ютерно орієнтовану технологію опрацювання даних галузевої статистичної звітності у разі переходу від існуючої до автоматизованої технології галузевого управління.

Забезпечуючи такий розвиток інформаційної структури каналу формування галузевої інформаційної бази, вдається значною мірою знизити негативний вплив, навіть позбутись перелічених вище проблем. Водночас, що особливо важливо, галузеві і територіальні органи управління на кожному з організаційних рівнів управління системою освіти отримують можливість доступу до всієї бази даних (до рівня її елементів, що у певній їх сукупності характеризують окремі навчальні заклади), тоді як органи управління освітою цілком звільняються від робіт із формування цієї бази даних.

Крім цього, впровадження ІКТ на рівні ЗНЗ дозволить реалізувати цілу низку нових, дуже необхідних як на районних, так і на обласних рівнях, управлінських задач. Це, передовсім, персональний облік і моніторинг педагогічних працівників та контингенту учнів, склад бібліотечного фонду та потреба у підручниках, стан матеріально-технічної бази ЗНЗ, у тому числі забезпеченість програмно-технічними засобами комп'ютерної техніки, іншими засобами навчання та ефективність їх використання як у навчально-виховному процесі, так і в управлінні навчальним закладом.

Наявність такої інформаційної бази даних дасть можливість вищим рівням державного управління освітою більш детально (у разі необхідності) побачити стан галузі, виявити її вузькі місця й оперативно реагувати на виявлені недоліки, використовувати цю базу для прогнозування розвитку освіти на її різних організаційних рівнях.

Очевидно, що запропоноване тут удосконалення структури інформаційних потоків каналу формування галузевої бази статистичних даних передбачає відповідний розвиток й інших її компонентів і, передусім, галузевої уніфікованої системи документації, орієнтованої на нову структуру інформаційних потоків та автоматизовану технологію галузевого управління.

Розділ 5 | АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ

- Науковий експеримент як засіб дослідження систем.
- Системи експериментального дослідження об'єктів і процесів.
- Експериментальні дослідження моделей організаційних систем освіти.

Одним із продуктивних і перспективних шляхів дослідження моделей, оцінювання на їх основі характеру і результатів функціонування і розвитку різних реальних систем (у тому числі систем навчання і освіти), що відображаються за допомогою досліджуваних моделей, є постановка і здійснення наукового експерименту. «Експеримент – метод наукового пізнання, що передбачає цілеспрямований процес отримання об'єктивних наукових даних щодо сутності, динаміки, особливостей існування та розвитку досліджуваних явищ і процесів» [274, 255 с.]. «Науковий експеримент – спеціальний метод дослідження, який дозволяє вивчати властивості об'єктів та явищ, що виникають у досліджуваній системі (ДС), а також встановлювати і/або уточнювати відношення між елементами як самої ДС, так і між ДС і оточуючим її середовищем експериментальним шляхом» [418].

У педагогії і психології коректна постановка і здійснення наукового експерименту є єдиною можливим шляхом доведення вірогідності висунутих наукових гіпотез, обов'язковою передумовою широкого впровадження педагогічних інновацій в освітню практику. «Психолого-педагогічний експеримент – комплексний метод дослідження, який забезпечує науково-об'єктивну і доказову перевірку правильності обґрунтованої на початку дослідження гіпотези. Він дає можливість глибше, ніж інші методи, перевірити ефективність тих чи інших інновацій в галузі навчання і виховання, порівняти значущість різних факторів у структурі педагогічного процесу і обрати найкраще для відповідних ситуацій їх поєднання, виявити необхідні умови реалізації певних педагогічних завдань. Психолого-педагогічний експеримент дає можливість виявити стійкі, необхідні, істотні зв'язки між повторювальними явищами, тобто визначити закономірності, характерні для педагогічного процесу» [160, 253 с.].

З метою підвищення ефективності здійснення наукового експерименту створюються і застосовуються спеціальні автоматизовані системи наукових досліджень, за допомогою яких автоматизуються основні функції, пов'язані з організацією експерименту, формуванням дослідницьких впливів на ДС або її моделі, вимірюванням, накопиченням, опрацюванням та поданням експериментальних даних.

Автоматизована система наукових досліджень (АСНД) визначається як сукупність технічних, програмних засобів, математичного забезпечення, які необхідні для здійснення наукових експериментів, опрацювання, аналізу (в тому числі інтерпретації) і подання (наприклад, візуалізації) отриманих результатів. Ці системи є могутнім інструментом здійснення різних експериментів з ДС, засобом підвищення ефективності експериментальної діяльності, забезпечення високої якості наукових результатів.

Часто з'являється можливість за допомогою АСНД отримати такі нові результати досліджень, які не можна було б отримати без їх використання. В деяких

випадках застосування в експериментальній діяльності методів і засобів АСНД є єдиною можливим шляхом досягнення цілей, які ставлять перед собою експериментатори. «Використання в методичних експериментах реєструвальної, запам'ятовувальної і логіко-розв'язувальної техніки дасть можливість усебічно, об'єктивно і в кількісній формі оцінювати і порівнювати за будь-якими показниками результату і хід навчання при застосуванні різних систем, технологій і методів» [159, 496 с.].

Серед систем, що їх віднесено до класу АСНД, важливе місце займають імітаційні системи (ІМС), в яких об'єктом дослідження виступають моделі ДС і за допомогою яких вивчаються особливості будови цих систем, специфіка їх функціонування і розвитку, а також автоматизовані системи експериментального оцінювання результатів навчальної діяльності (АСОНД) [322], в яких об'єктом дослідження виступають об'єкти і процеси реальних систем навчання і за допомогою яких визначається характер впливу педагогічних інновацій на результати навчально-виховного процесу. Головним результатом застосування АСОНД є те, що їх використання дозволяє експериментально визначити динаміку рівня навчальних досягнень тих, хто навчається, і на цій основі здійснити коригування методів і засобів навчання, що застосовуються в навчально-виховному процесі, визначити ставлення проектувальників педагогічних систем, практичних працівників і управлінців освіти стосовно впливу педагогічних інновацій, що впроваджуються, сформулювати вимоги до складу і структури навчального середовища, що використовується (має використовуватися), методик, засобів і педагогічних технологій, що застосовуються або які планується застосовувати в освітній практиці.

У термінах теорії задач (див. розділ 2.5.4) АСНД утворюють розв'язувальну частину задачі (класу задач) з експериментального дослідження ДС (часто – відповідного класу ДС). Отже, АСНД, а тому й ІМС та АСОНД, є задачно орієнтованими системами, тобто системами, методи і засоби яких значною мірою спрямовуються на забезпечення конкретних цілей дослідження відповідного класу ДС. Зауважимо: як всім ІМС, так і всім АСОНД притаманні загальні властивості, що, в свою чергу, робить необхідним поглиблене вивчення самих цих систем, особливостей їх модельного подання і використання.

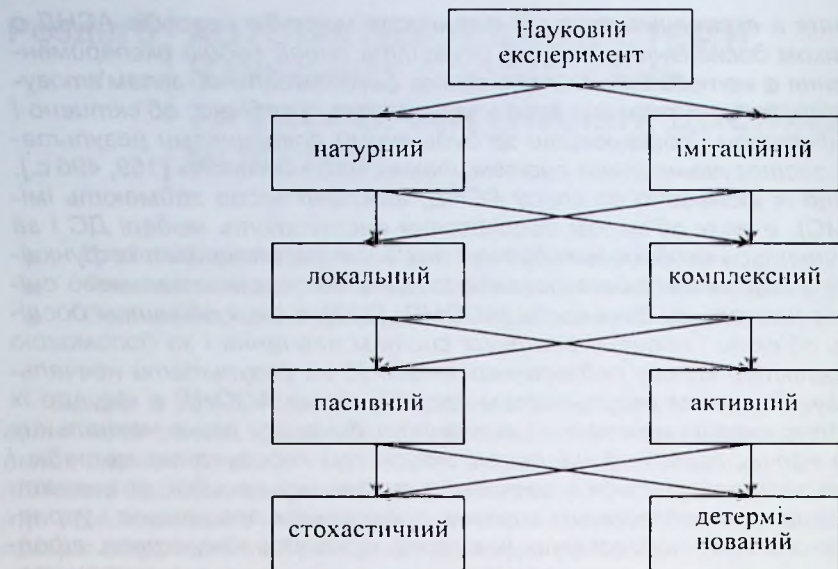
5.1. Науковий експеримент як засіб дослідження систем

- Класифікація наукових експериментів та особливості їх застосування.
- Чинники, що породжують неадекватність імітаційних експериментів.

5.1.1. Класифікація наукових експериментів та особливості їх застосування

Класифікація наукових експериментів, яка пропонується в цій роботі, наведена на рис. 5.1.1-1 (див. с. 578) [97].

Відповідно до рис. 5.1.1-1 науковий експеримент (далі – експеримент) може бути *натурним*, який проводиться на реальній досліджуваній системі, та *імітаційним*, який здійснюється на моделях, що описують досліджувану систему. Таким чином, з позиції експериментатора при проведенні натурального експерименту як досліджувана система (ДС) виступає реальна система, що вивчається, тоді як при імітаційному експерименті ДС є модельним поданням статистики і/або динаміки реальної системи, що вивчається.



Р и с. 5.1.1-1. Класифікація наукових експериментів

Далі, залежно від глибини вивчення ДС, будемо розрізняти *локальний експеримент*, коли ДС вивчається на рівні «чорної скриньки» (на рівні «вхід-вихід»), і *комплексний експеримент*, коли ДС (реальна система або її модель) подається (описується) і вивчається на рівні її складу і структури (статистику і динаміку).

У свою чергу, експерименти можуть бути активними і пасивними.

Пасивний експеримент виключає будь-який випробувальний вплив на ДС. При цьому вивчення ДС полягає в цілеспрямованому сприйнятті, вимірюванні та аналізі значень і природних змін значень параметрів, що описують статистику і динаміку ДС. Таке вивчення ДС може здійснюватися як автоматично за допомогою універсальних або спеціальних [414] засобів, так і неавтоматично, шляхом спостереження за ДС людиною та опрацювання нею отриманих результатів, а також автоматизовано, коли експериментальні дані отримуються і опрацьовуються як людиною, так і спеціальними засобами (людина використовує певні засоби для збирання і опрацювання експериментальних даних) [97].

Активний експеримент передбачає різні випробувальні впливи (збудження) на ДС і подальше вивчення реакцій ДС на ці впливи. Як і при пасивному експерименті, вивчення ДС за допомогою активного експерименту може відбуватися автоматично і автоматизовано.

Залежно від характеру вияву досліджуваних параметрів ДС в часі (випадковий, не випадковий) і особливостей методів дослідження (статистичні, детерміновані), що застосовуються, будемо розрізняти *стохастичні* і *детерміновані* експерименти.

Відразу слід зазначити, що можливості використання натурального експерименту (як пасивного, так і активного) для аналізу великих і складних соціально-економічних систем (таких, наприклад, як система освіти країни або її окремих адміністративно-територіальних одиниць) обмежені. У випадках дослідження наявної системи освіти, з одного боку, передбачається, що до моменту створення моделей її

будови пасивний натурний експеримент завершився, тобто вже були зібрані (в результаті обстеження об'єкта дослідження) і проаналізовані (тим чи іншим способом і з певною метою) усі доступимі відомості про ДС. З іншого боку, проведення активного натурального експерименту з такими системами вкрай ускладнено, а в більшості випадків є практично неможливим (особливо при введенні в ДС великих за значеннями випробувальних збуджень або при великій кількості таких, хоча і малих, збуджень), тому що часто не передбачувані (або важко передбачувані) реакції ДС, що виникають (можуть виникнути) при цьому (як наслідки випробувальних збуджень), можуть привести до суттєвого зниження стійкості і/або якості функціонування ДС (у крайніх випадках – привести систему у нестійкий стан) і, як результат, – до появи помітних (значних) соціально-економічних і/або політичних втрат. До недоліків активного натурального експерименту варто також віднести труднощі створення штучних умов, тотожних природним умовам, що типово виникають на практиці, а також обмежену можливість впливу на реальні соціальні об'єкти в дослідницьких цілях. Здійснення активного натурального експерименту виправдане і доцільне лише після проведення глибоких і всебічних досліджень ДС на моделях, а також після проведення та аналізу результатів локальних активних натурних експериментів на фрагментах ДС (пілотних експериментів), що відображають риси всієї системи (наприклад, активний натурний експеримент у групі систем освіти типових районів з наступним переходом, при позитивних результатах експерименту, на систему освіти області і далі всієї країни).

Суттєвим недоліком як пасивного, так і активного (крім пілотного експерименту) натурних експериментів є те, що за результатами їх проведення можна судити лише «про минуле» ДС. Натурний експеримент у більшості випадків (крім випадку пілотного експерименту) не може дати точних відповідей на питання стосовно поведінки і функціонування ДС «у майбутньому». Крім того, натурний експеримент вимагає для свого здійснення, як правило, значного часу і залучення значних ресурсів (людських, матеріально-технічних, фінансових та ін.). Тому застосування натурального експерименту при вивченні процесів (аналізі варіантів) розвитку (прогнозуванні і плануванні) всієї системи освіти або її великих фрагментів виявляється малоефективним або навіть нездійсненним.

Усі перелічені тут недоліки натурального експерименту ще більш поглиблюються при спробі реалізувати комплексний натурний експеримент, коли кількість проблем (з числа перелічених), що виникають, росте набагато швидше, ніж глибина (складність) опису ДС. Комплексний натурний експеримент може дати позитивні результати (нові істотні знання) лише в тих випадках, коли досліджуються окремі об'єкти і процеси або невеликі фрагменти порівняно нескладних систем.

Втім, основною перевагою натурального експерименту є висока якість результатів дослідження, що одержуються (природно, за його правильної постановки і здійснення). Ця властивість натурального експерименту зумовлена тим, що при його проведенні, як правило, не припускається будь-яке спрощення реальної ситуації, забезпечується врахування всіх фактів, що впливають на ДС, в їх складному взаємозв'язку. Натурний експеримент проводиться в умовах реального впливу точуючого середовища на характер функціонування ДС.

Ця перевага натурального експерименту стає визначальною, а його проведення виявляється доцільним, коли вивчається ДС, в якій переважна більшість суттєвих факторів і відношень на множині елементів ДС є такими, що важко виявляються, не формалізуються або складно формалізуються у разі погано обумовлених цілей функ-

ціонування як самої ДС, так і її частин. Прикладом доцільного проведення натурних експериментів (звісно, науково обґрунтованих) можуть служити різні психолого-педагогічні експерименти в педагогічних системах, коли до таких експериментів залучаються як невеликі цільові групи тих, хто навчається, так і окремі навчальні заклади і, навіть, системи освіти невеликих регіонів, які репрезентативно відображають великі системи освіти (формувальні, констатувальні, пілотні експерименти) і які можуть стати джерелом підходів для удосконалення існуючих педагогічних систем і систем освіти більшого масштабу.

Значно ширші можливості вивчення ДС відкриваються при використанні імітаційного експерименту, який є одним з можливих видів організації і проведення наукового експерименту. Імітаційний експеримент є сьогодні найбільш продуктивним шляхом подальшого поглибленого вивчення суттєвих сторін будови і функціонування систем навчання і освіти, середовища, яке їх оточує, характерних особливостей взаємовпливів систем навчання і освіти та оточуючого середовища. В цьому виді експерименту передбачається опосередковане вивчення реальної системи за її моделлю – допоміжному об'єкту, вивчення якого в межах визначеної задачі дослідження виявляється за тих чи інших причин доцільним (наприклад, простіше, швидше, наочніше, дешевше, безпечніше тощо), ніж дослідження системи-оригіналу. Імітаційний експеримент (ІЕ) позбавлений більшості перелічених вище недоліків, які властиві натурному експерименту. Його проведення ніяк не пов'язане з функціонуванням реальної системи, у зв'язку з чим з'являється можливість:

- штучно зIMITувати досліджуване явище тоді і за тих умов, коли це виявляється найбільш прийнятним (зручним, інформативним тощо) з позицій експериментатора;
- відтворювати лише ті сторони досліджуваних процесів і явищ, що визнаються експериментатором суттєвими щодо реалізації цілей ІЕ, виявляти при цьому суттєві чинники (параметри), через які визначаються характерні риси досліджуваних процесів і явищ, що цікавлять експериментатора;
- за визначеною програмою встановлювати і змінювати умови проведення ІЕ (у тому числі терміни і темп його проведення, приміром, визначити цей темп таким, аби ІЕ здійснювався у реальному масштабі часу);
- змінювати та уточнювати цілі проведення ІЕ;
- вводити в ДС нові дані в ході проведення ІЕ;
- багаторазово (теоретично необмежено) повторювати досліди і поступово накопичувати експериментальні дані для їх наступного опрацювання та аналізу, забезпечуючи при цьому високу відтворюваність досліджуваних процесів і явищ;
- досліджувати гіпотетичну систему, як деякий проектний (бажаний) стан реальної системи «у майбутньому» чи деякий прообраз нової більш досконалої системи.

Витрати на проведення ІЕ виявляються, як правило, значно меншими, ніж у разі здійснення натурального експерименту з аналогічними цілями дослідження. У переважній більшості ІЕ – це активні експерименти.

Зупинімося детальніше на особливостях локального і комплексного ІЕ, що розглядаються у цій роботі. Ці особливості, що спричинюються цілями дослідження і пов'язаною з цим необхідною глибиною подання ДС, виявляються у характерних рисах кінцевих результатів функціонування імітаційних систем (ІМС).

Локальний імітаційний експеримент (ЛІЕ) спрямований на вивчення властивостей входів і виходів, а також процесів, що зв'язують входи і виходи ДС. Призначення ЛІЕ зводиться до того, аби на основі закладених у моделі даних про ДС і за-

даних (як правило, сформульованих у вигляді критеріїв) цілях дослідження тими чи іншими відомими математичними методами знайти розв'язок (точний або наближений) поставленої задачі в явному вигляді (тобто, знайти шукані значення параметрів моделі). При цьому у тих випадках, коли не вдається застосувати відомі математичні методи (тобто вихідна модель є представником нового невивченого класу математичних об'єктів), такі методи спеціально розробляються і до моменту початку проведення ЛІЕ їх вже можна вважати відомими. На цьому етапі ІЕ в ІМС реалізується вся сукупність розв'язувальних функцій, що передбачені планом ІЕ. Далі, як правило, здійснюється аналіз досліджуваної моделі з метою вивчення тих чи інших особливостей як самої моделі, так і системи, що моделюється. При цьому в ІМС реалізується всю сукупність функцій аналізу (рис. 5.2.2.1-1, див. с. 596), що передбачені планом ІЕ.

Процес дослідження ДС за допомогою ІМС включає, як правило, серію ІЕ. При цьому однією з відмітних рис ЛІЕ є те, що суб'єкт (суб'єкти) дослідження має (мають) можливість змінювати умови задачі (як значення кількісних характеристик моделі, так і її обмеження і критерії) тільки після повного завершення кожного ЛІЕ (після одержання результатів розв'язування моделі і/чи її аналізу). Причому ці зміни стосуються тільки входів досліджуваної моделі, оскільки елементи моделі та її структура у випадку ЛІЕ виявляються недоступними для дослідника і дослідження. Ця риса ЛІЕ дуже ускладнює процес визначення досліджуваної моделі, а в ряді випадків робить цей процес неможливим, оскільки експериментатор просто не може знати структуру досліджуваної моделі і, власне, не знає, куди і коли потрібно втручатися. Як вже відзначалося, довизначення моделі можливе тільки на рівні її входів і тільки у тому разі, коли необхідні зміни значень параметрів досліджуваної моделі (або відповідних критеріїв чи обмежень) і допускаються за обраним методом її дослідження. Коли це є неможливим (що нерідко трапляється на практиці), доводиться віднаходити новий метод дослідження або спрощувати модель, тим самим знижуючи можливу область її довизначення.

Перша відмінна риса ЛІЕ тісно пов'язана з другою, що зумовлена використанням при проведенні ЛІЕ комп'ютерних засобів і яка полягає в тому, що структура статична і динаміка реальної системи не відображається в її комп'ютерній моделі, тобто у загальному випадку комп'ютерна модель (тобто те, що досліджується в ІМС) має іншу структуру. Причому характер невідповідності цих структур, як правило, невідомий. У процесі створення моделі реальної ДС досягають лише подібності траєкторій змін обраних для дослідження параметрів реальної системи та її моделі.

Проте, використання ІМС, за допомогою яких здійснюють ЛІЕ, забезпечує основні переваги ІЕ порівняно з натурним експериментом. Ці переваги зумовлюють цілі дослідження ЛІЕ, відображаються на властивостях кінцевого продукту ІМС і полягають, в основному, у тому, що з'являється можливість:

- змінювати параметри досліджуваної моделі після завершення кожного ЛІЕ;
- здійснювати за порівняно короткий термін велику кількість розрахунків і одержувати завдяки цьому необхідну кількість варіантів розв'язків та аналізу досліджуваної моделі;
- рознести в часі процеси виміру значень параметрів досліджуваної моделі та їх опрацювання;
- послідовно (від експерименту до експерименту) довизначати досліджувану модель як завдяки виявленню і вивченню на моделі раніше невідомих властивостей реальної системи, що моделюється, так і завдяки вивченню на моделі тих фрагментів реальної системи, які складно формалізуються;

- послідовно вивчати та уточнювати критерії оцінювання моделі функціонування реальної системи;
- здійснювати так зване [146] зворотне моделювання в часі, тобто моделювання процесу переходу ДС від заданого стану в майбутньому до стану в теперішній час;
- аналізувати наслідки прийнятих рішень в реальній системі;
- забезпечувати навчання суб'єктів дослідження функціонування реальної системи, враховувати особливості функціонування системи, що моделюється (приміром, шляхом проведення на ІМС ділових ігор – спеціального режиму ІЕ з досліджуваною моделлю).

До безсумнівних позитивних властивостей ЛІЕ варто віднести також те, що здійснити постановку і провезти ЛІЕ виявляється значно простіше і дешевше, ніж у випадку реалізації комплексного ІЕ. Тому, якщо результати ЛІЕ, що передбачаються експериментатором, є достатніми щодо його визначених цілей, орієнтація на ЛІЕ є виправданою.

Таким чином, використання ІМС, на базі яких здійснюється ЛІЕ, дозволяє вивчати окремі сторони функціонування ДС, у тому числі забезпечити з боку суб'єктів дослідження (з метою довизначення моделі) зміни значень параметрів досліджуваної моделі у тих випадках, коли мають місце фрагменти опису реальної ДС, що не формалізуються або складно формалізуються. За цим підходом досліджувались, наприклад, моделі, що описані в розділі 5.3.

Проте відзначені вище можливості використання ЛІЕ деколи не задовольняють потреб експериментатора щодо досягнення бажаних цілей ІЕ. Відносно звужений спектр можливості використання ЛІЕ у таких випадках перетворюється на його недоліки щодо вивчення деяких властивостей ДС. Використання ІМС, за допомогою яких реалізують ЛІЕ, дозволяє вивчати лише «поверхневі» властивості ДС, не забезпечує можливості здійснити дослідження їх внутрішньої будови.

Отже, характер ІЕ потрібно змінити так, щоб, зберігаючи всі переваги ЛІЕ, усунути його зазначені недоліки. Це досягається шляхом реалізації на ІМС *комплексного ІЕ* (КІЕ), особливості якого розглянемо докладніше. Варто відразу зауважити, що ці особливості аж ніяк не відображаються на складі і структурі моделі розв'язувальної частини ІМС, що наведена на рис. 5.2.2.2-2 (див. с. 602). Усі наведені до тепер міркування однаковою мірою стосуються як ЛІЕ, так і КІЕ, які проводяться за допомогою ІМС. Проте використання ІМС, за допомогою яких здійснюється КІЕ, дозволяє реалізувати як цілі ЛІЕ, так і нові цілі дослідження, тобто отримати нові результати функціонування ІМС (про що мова йтиме нижче), тим самим надавши експериментатору додаткові можливості з вивчення ДС. У такому розумінні будемо виділяти ІМС, за допомогою яких реалізують ЛІЕ і за допомогою яких здійснюють КІЕ. Причому останні, на відміну від перших (ІМС), будемо називати системами для комплексного імітаційного моделювання чи *комплексними імітаційними системами* (КІМС). Використання КІМС дозволяє послідовно реалізувати як КІЕ, так і ЛІЕ, що в практиці дослідження систем є типовою ситуацією. Тому ця особливість КІМС стає суттєвою в тих конкретних практичних випадках, коли ЛІЕ і КІЕ доповнюють один одного і/або коли переваги того або іншого типу ІЕ виявляються визначальними.

Необхідність проведення КІЕ (переходу від ЛІЕ до КІЕ) спричинюється потребою поглибленого вивчення ДС (для систем управління, приміром, це пов'язано з вимогою неперервного підвищення якості управлінських рішень, що приймаються на

основі методів і засобів автоматизованих систем управління, де ІМС застосовуються як їх підсистеми).

Реалізація цієї вимоги засобами ІЕ, як ми уже відзначали, передбачас:

- декомпозицію ДС до тієї глибини, яка виявляється достатньою для відображення суттєвих (визначених експериментатором для вивчення) властивостей системи, що моделюється;
- будову (тим чи іншим способом і з обраних позицій) моделей частин, що утворилися (елементів) ДС;
- вивчення за допомогою ІМС суттєвих властивостей частин ДС.

Таким чином, штучно розчленовується єдиний процес, що передбачається в ДС (наприклад, для педагогічних систем – єдиний навчально-виховний процес, для систем управління – єдиний процес планування та управління), на елементи і описується цей цілісний процес упорядкованою сукупністю моделей оточуючого середовища, моделей об'єкта управління і моделей процесів управління. При цьому, вдається проникнути у сутність досліджуваних об'єктів і процесів, виявити досі невідомі або уточнити вже відомі суттєві сторони досліджуваних явищ.

Далі, коли окремі моделі частин ДС виявляються побудованими, виникає потреба розгляду цієї системи в цілому. Тобто, потрібно об'єднати різні моделі, встановити зв'язки між окремими моделями, їх параметрами, а також процесами, що передбачаються в ДС, врахувати динамічну взаємну обумовленість станів елементів системи, комплексну взаємозалежність між досліджуваними чинниками, простежити шляхи розвитку ДС.

Однак взаємозв'язки між окремими моделями в реальній системі, що моделюється, зазвичай настільки складні (що, в основному, пов'язано з наявністю в реальній системі суб'єкта діяльності, який здійснює неформалізовані або складноформалізовані процедури прийняття рішень, приміром, експертні оцінки, інтуїтивні рішення та ін.), що розв'язати задачу, що описує реальну систему, шляхом, наприклад, простого «механічного» розчленування окремих моделей виявляється не можливим (об'єднання, у даному випадку, не є просте додавання). Мова йде про утворення системи моделей (СМ), що описує суттєві сторони ДС (у розумінні, поданому у розділі 2).

Саме КІМС і призначені для дослідження СМ та окремих моделей, що подані на рівні їх структури і/або будови (як окремий випадок СМ).

Використання комплексних ІМС забезпечує реалізацію додаткових переваг КІЕ порівняно з ЛІЕ. Ці переваги визначають цілі КІЕ (які, зазвичай, ширші, ніж при ЛІЕ), зумовлюють властивості КП КІМС (які тому є різноманітнішими і багатшими, ніж при ЛІЕ) і виявляються в основному у тому, що з'являється додаткова можливість:

- у ході КІЕ змінювати значення параметрів елементів досліджуваної СМ, а також характер і порядок взаємозв'язків між цими елементами;
- у дослідницьких цілях вводити в досліджувану СМ нові елементи і зв'язки або виключати наявні;
- виявляти і вивчати раніше невідомі або недоступні властивості елементів ДС, зв'язки в ній (у тому числі прямі і зворотні внутрісистемні зв'язки);
- встановлювати і вивчати складноформалізовані зв'язки між елементами ДС;
- послідовно вивчати та уточнювати властивості, призначення і критерії оцінювання функціонування елементів досліджуваної СМ, а також цілі суб'єкта діяльності;

- у ході КІЕ до визначити досліджувану СМ на рівні елементів і зв'язків між ними;
- забезпечити оптимальне (відносно цілей системи, що моделюється) поєднання значень параметрів і узгодження цілей елементів досліджуваної СМ;
- виявляти елементи і зв'язки, що спричиняють визначальний вплив на стійкість і якість моделі;
- використовувати для дослідження тих чи інших елементів досліджуваної СМ різні методи і засоби дослідження (у тому числі, спеціальні інструментальні засоби [414]), а також залучати різних суб'єктів дослідження;
- забезпечити незалежність у часі і між собою процесів дослідження окремих елементів СМ і зв'язків у ній;
- забезпечити можливість суміщення в часі процесів вимірювання значень параметрів елементів досліджуваної СМ та їх опрацювання;
- здійснювати необхідні операції з окремими моделями досліджуваної СМ незалежно від того, які величини обрані в цих моделях як шукані;
- здійснювати зворотне моделювання як у часі (тобто моделювання процесу переходу ДС та її елементів з заданого стану в майбутньому до стану, що існує сьогодні), так і в просторі (тобто моделювання процесу переходу від властивостей цілісної ДС до властивостей її елементів і зв'язків між ними);
- здійснювати поелементний аналіз наслідків прийнятих рішень у ДС;
- забезпечити поглиблене (з урахуванням властивостей елементів і структури ДС) навчання суб'єктів діяльності ДС (шляхом, приміром, проведення на КІМС ділових ігор);
- уточнювати цілі, план проведення і методи дослідження моделей при ЛІЕ;
- уточнювати глибину модельного подання реальної ДС.

Таким чином, використання КІМС розширює можливості ІЕ щодо включення суб'єктів дослідження в процес вивчення, побудови та уточнення ДС, поглиблює комплексність використання моделей ДС у процесі прийняття за їх допомогою тих або інших рішень.

Підсумуюмо: для здійснення КІЕ використовуються додаткові (порівняно з ЛІЕ) дані про систему, що моделюється. Модель цієї системи подається в цьому випадку не на рівні «чорної скриньки» (як у випадку ЛІЕ), а на рівні структури і/або будови ДС. Тобто, у процесі КІЕ залучаються (відображаючись у глибині опису досліджуваної моделі), а потім застосовуються більш широкі знання (різноманітні відомості) про систему, що моделюється. Саме ця особливість КІЕ і визначає ті додаткові можливості використання КІМС, порівняно з ІМС, в яких здійснюється ЛІЕ.

5.1.2. Чинники, що породжують неадекватність імітаційних експериментів

Головним питанням імітаційного експерименту (ІЕ) [270, 292] є питання про адекватність досліджуваного допоміжного об'єкта-моделі системі-оригіналу. Тільки наявність відповіді на це питання в кожному конкретному випадку відкриває шлях до практичного використання результатів ІЕ і тим визначає саму доцільність його здійснення. Тому під час підготовки і проведення ІЕ питання про відповідність досліджуваних моделей реальним об'єктам і процесам і, тим самим, про

придатність отриманих результатів ІЕ для практики вимагає глибокого попереднього вивчення.

Імітаційні системи (ІМС), в яких здійснюються ІЕ, як правило, будуються на базі програмно-апаратних комп'ютерних засобів. З урахуванням цієї особливості будови ІМС неадекватність ІЕ породжується трьома основними джерелами, що утворюють «петлю неадекватності ІЕ», яка, в свою чергу, включає три ланки петлі неадекватності ІЕ: вихідної моделі – реальній системі, комп'ютерної моделі – вихідній моделі, методів дослідження моделі – комп'ютерній моделі і, як результат, неадекватності досліджуваної моделі – реальній системі.

Модель петлі неадекватності ІЕ наведена на рис. 5.1.2-1.



Рис. 5.1.2-1. Модель петлі неадекватності імітаційного експерименту

Перша ланка петлі неадекватності ІЕ зумовлена, в основному, такими двома чинниками, сукупний вплив яких позначимо як Δ_1 :

- недостатнім (досягнутим до моменту початку дослідження) рівнем (глибиною) знань людства (дослідників) про систему, що моделюється (досліджувану систему – ДС);

- невідповідністю доступних експериментаторові даних (даних, які він може реально застосувати при моделюванні) рівню його знань про ДС.

Перший з цих чинників спричинений:

- рівнем пізнання об'єктивних законів функціонування ДС, розробленістю фундаментальних питань теорії функціонування і розвитку систем, до класу яких належить ДС;

- якісним рівнем (досягнутою точністю) тих методів і засобів, за допомогою яких вивчаються властивості і зв'язки (вимірюються параметри) стосовно ДС (через недосконалість цих методів і засобів дані про ДС переносяться в модель з суттєвими похибками, а окремі з них – замінюються оцінками);

У свою чергу, другий з визначених чинників першої ланки петлі неадекватності ІЕ спричинюється:

- неможливістю на практиці одержати дані про ДС в необхідному обсязі і з необхідним ступенем деталізації (наприклад, через технологічні труднощі);

- недостатньою вірогідністю даних, що використовуються при моделюванні, що викликано їх спотворенням (в місцях виникнення, у процесі передавання, накопичення, зберігання, опрацювання та ін.);

- неможливістю використання в ІЕ деяких доступних даних про ДС (наприклад, через обмеження обраного методу дослідження моделі, коли з'являються так звані «зайві» дані).

Друга ланка петлі неадекватності ІЕ зумовлена, в основному, такими двома чинниками, сукупний вплив яких позначимо як Δ_2 :

- недосконалістю алгоритмічної мови, що застосовується для опису моделюючого алгоритму;

- особливостями подання та опрацювання даних на комп'ютері (обмеженістю розрядності комп'ютера для подання чисел; характером перетворень чисел, що відбуваються в комп'ютері, наприклад, з форми з фіксованою комою – у форму з плаваючою комою і навпаки; округленням чисел тощо).

Третя ланка петлі неадекватності ІЕ в основному зумовлена такими трьома чинниками, сукупний вплив яких позначимо як Δ_3 :

- некоректним застосуванням методів дослідження моделі;
- неможливістю реалізації (наприклад, через ресурсні обмеження комп'ютера) обраного (найбільш придатного) методу дослідження моделі;

- відсутністю повної відповідності між обраним методом дослідження і комп'ютерною моделлю.

Чинники, що входять у третю ланку петлі неадекватності ІЕ, виявляються у тому (тут не розглядатимемо випадок некоректного застосування методів дослідження моделей), що комп'ютерну (а потім і вихідну) модель ДС штучно спрощують (зменшують, наприклад шляхом згортки, кількості критеріїв моделі; знижують порядок систем рівнянь, що описують ДС; виключають у результаті аналізу чутливості моделі окремі змінні і постійні параметри моделі тощо), зводячи її до того чи іншого відомого математичного методу розв'язування і/або аналізу моделей (ототожнюючи отриману модель з одним з відомих класів математичних схем – алгебраїчними або диференціальними рівняннями, випадковими процесами з типовими законами розподілення ймовірностей тощо), а також у тому, що при проведенні ІЕ, зазвичай, намагаються понизити розмірність досліджуваної моделі (знову ж спрощуючи її) і, тим самим, знизити вимоги до ресурсів комп'ютерної системи, часу на проведення і вартості ІЕ.

Послідовний і незалежний вияв усіх зазначених чинників неадекватності ІЕ породжує зворотну ланку петлі неадекватності ІЕ: від методу дослідження – до реальної системи ($\Delta_p = f_0(\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3)$). Тобто, в загальному випадку, в ІМС досліджується модель, яка відрізняється (суттєво або несуттєво) від реальної системи. Рівень цієї «суттєвості» і визначає рівень неадекватності ІЕ, що проводиться в ІМС.

Слід підкреслити, що поряд із зазначеними чинниками Δ_1 , Δ_2 і Δ_3 , що спричинюють неадекватність ІЕ на відповідних ланках петлі неадекватності ІЕ, на кожній ланці неадекватності ІЕ виявляються додаткові суттєві чинники, сукупність яких позначимо як $\Delta_{сд}$, що спричинені:

- обсягом та структурою (за видами забезпечення) ресурсів, які виділяються на проведення необхідних досліджень за допомогою ІЕ;

- некваліфікованими діями суб'єктів дослідження (їх кваліфікаційним рівнем) і кількісним складом дослідницького колективу, що залучається для проведення ІЕ;

- рівнем організації й управління здійсненням ІЕ.

Тобто, на кожній з ланок петлі неадекватності ІЕ відповідно виявляється (може виявитись) така неадекватність ІЕ: на першій ланці – $\Delta'_1 = f_1(\Delta_1, \Delta_{CL})$, на другій ланці – $\Delta'_2 = f_2(\Delta_2, \Delta_{CL})$, на третій ланці – $\Delta'_3 = f_3(\Delta_3, \Delta_{CL})$, на четвертій ланці – $\Delta'_p = f_p(\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \Delta_{CL})$.

Сказане можна доповнити такими міркуваннями. В процесі побудови досліджуваної моделі дані про ДС зазнають різних перетворень. Ці перетворення можуть бути як еквівалентними, так і нееквівалентними. Еквівалентні перетворення здійснюються або з метою коректного спрощення опису моделі (здійснення еквівалентних математичних перетворень вихідної моделі), або з метою коректного приведення форми опису моделі до такої, яка передбачена обраним методом її дослідження (еквівалентне приведення форми опису моделі до обраних математичних схем її розв'язування стосовно невідомих). Нееквівалентні перетворення здійснюються з єдиною метою – спростити досліджувану модель (скорочення числа можливих станів моделі, кількості зв'язків між її елементами тощо). Саме нееквівалентні перетворення в процесі моделювання, а також чинники, що утворюють першу ланку петлі неадекватності ІЕ, одночасно із зазначеними додатковими чинниками і є основними джерелами неадекватності ІЕ. «Основною проблемою моделювання є досягнення оптимального компромісу між адекватністю моделі та її простотою» [225, с. 118].

Тому поряд із зниженням впливу чинників, що утворюють першу ланку петлі неадекватності ІЕ, підвищенням професійного рівня суб'єктів дослідження, рівня організації й управління ІЕ суб'єктами дослідження повинна здійснюватись оцінка похибок, що вносяться різними нееквівалентними перетвореннями у кожному випадку проведення таких перетворень. Зведення цих похибок до припустимих значень (тими чи іншими можливими засобами) є єдиним способом забезпечення адекватності досліджуваної моделі, вірогідності ІЕ, що проводиться з нею.

Зазначимо, що в процесі послідовного проектування педагогічних технологій (переходу від опису педагогічного методу до подання моделі педагогічної технології) виникає відповідна неадекватність, що спричинена відмінностями гіпотетичних, ідеалізованих і реальних моделей навчально-виховного процесу. Ці складові петлі неадекватності виявляються як у функціональній підсистемі педагогічної системи (ПС) (формульовальній частині педагогічної задачі) – цільовий аспект ПС, так і у забезпечувальній підсистемі ПС (розв'язувальній частині педагогічної задачі) – аспект реалізації ПС. Модель петлі неадекватності ПС в структурі «потреби – результат» (цільовий аспект) наведена на рис. 5.1.2-2 (див. с. 588). Модель петлі неадекватності ПС в структурі «потреби – результат» (аспект реалізації) наведена на рис. 5.1.2-3 (див. с. 589).

Таким чином, при моделюванні педагогічних систем (ПС) дослідники мають дати відповідь на питання про адекватність моделі педагогічної технології – моделі педагогічного методу, що обраний проектувальниками ПС для здійснення певного навчально-виховного процесу. Тільки наявність відповіді на це питання у кожному конкретному випадку «відкриває шлях» до практичного застосування тих чи інших педагогічних методів в освітній практиці. Тільки за цих умов вчителі можуть очікувати тих позитивних результатів навчальної діяльності, що передбачені обраними педагогічними методами, відображеними в моделях навчально-виховного процесу. Тим самим визначається сама доцільність застосування певного педагогічного методу в реальному навчально-виховному процесі. Тому під час підготовки і проведення моделювання ПС питання про відповідність моделі педагогічної технології – моделі педагогічного методу, а отже, про придатність спроектованої педагогічної технології для застосування в освітній практиці вимагає глибокого попереднього вивчення й обґрунтування.

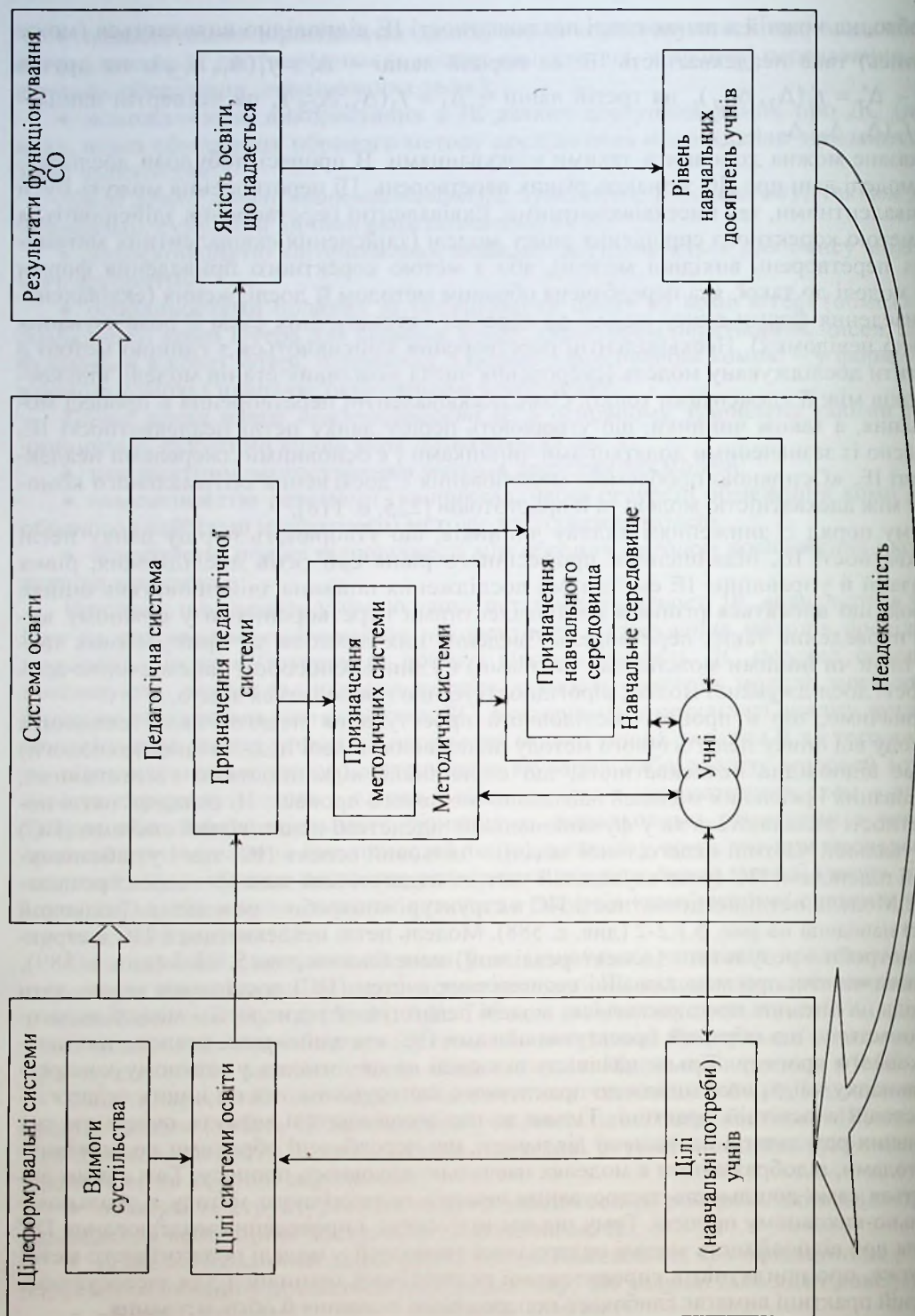


Рис. 5.1.1.2-2. Модель петлі неадекватності педагогічної системи в структурі «потреби – результат» (цільовий аспект)

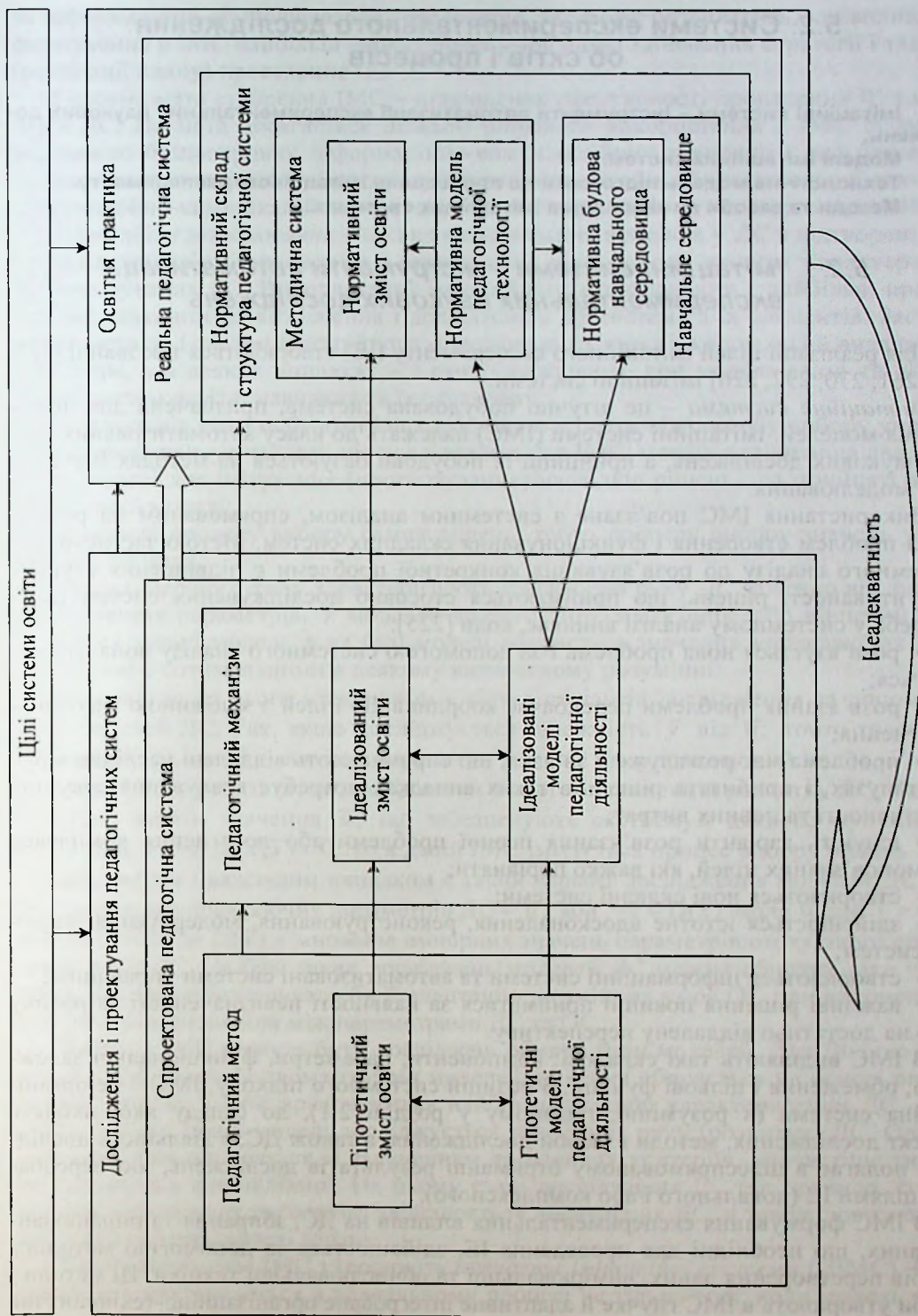


Рис. 5.1.2-3. Модель петлі неадекватності педагогічної системи в структурі «потреби – результат» (аспект реалізації)

5.2. Системи експериментального дослідження об'єктів і процесів

- Імітаційні системи – інструменти автоматизації експериментальних наукових досліджень.
- Моделі імітаційних систем.
- Технологічна модель підготовки до проведення імітаційного експерименту.
- Методи та засоби вимірювань в імітаційних системах.

5.2.1. Імітаційні системи – інструменти автоматизації експериментальних наукових досліджень

Для реалізації цілей імітаційного експерименту (ІЕ) створюються так звані [217, 221, 261, 270, 292, 226] імітаційні системи.

Імітаційна система – це штучно побудована система, призначена для дослідження моделей. Імітаційні системи (ІМС) належать до класу автоматизованих систем наукових досліджень, а принципи їх побудови базуються на методах імітаційного моделювання.

Використання ІМС пов'язане з системним аналізом, спрямованим на розв'язання проблем створення і функціонування складних систем. Метою застосування системного аналізу до розв'язування конкретної проблеми є підвищення ступеня обґрунтованості рішень, що приймаються стосовно досліджуваних систем (ДС). Потреба у системному аналізі виникає, коли [225]:

- розв'язується нова проблема і за допомогою системного аналізу вона формулюється;
- розв'язання проблеми передбачає координацію цілей з множиною засобів їх досягнення;
- проблема має розгалужені зв'язки, що спричиняють віддалені наслідки в різних галузях, і прийняття рішень в таких випадках потребує врахування сукупної ефективності та повних витрат;
- існують варіанти розв'язання певної проблеми або досягнення комплексу взаємопов'язаних цілей, які важко порівняти;
- створюються нові складні системи;
- здійснюється істотне вдосконалення, реконструювання, модернізація існуючих систем;
- створюються інформаційні системи та автоматизовані системи управління;
- важливі рішення повинні прийматися за наявності невизначеності та ризику і/або на достатньо віддалену перспективу.

В ІМС виділяють такі складові: компоненти, параметри, функціональні залежності, обмеження і цільові функції. З позицій системного підходу, ІМС – це організаційна система (в розумінні, поданому у розділі 2.1), до складу якої входять суб'єкт дослідження, методи і засоби дослідження, а також ДС, а діяльність дослідника полягає в цілеспрямованому отриманні результатів досліджень, що передбачені цілями ІЕ (локального і/або комплексного).

В ІМС формування експериментальних впливів на ДС, збирання та опрацювання даних, що необхідні для проведення ІЕ, здійснюється за допомогою методів і засобів перетворення даних, вимірювальної та обчислювальної техніки. Ці методи і засоби утворюють в ІМС гнучке й адаптивне інтегроване організаційно-технологічне

та інформаційно-обчислювальне середовище, яке може розвиватись, що впливає на формування в ІМС найбільш сприятливих умов щодо здійснення стратегії і тактики (реалізації плану) проведення ІЕ.

Головна мета створення ІМС – підвищення ефективності проведення ІЕ з моделями ДС. Ця мета досягається шляхом широкого використання в ІМС сучасних, переважно безпаперових інформаційно-комунікаційних технологій, що базуються на широкому використанні програмно-технічних засобів обчислювальної техніки і інформаційно-комунікаційних систем, а також передових методів організації ІЕ.

Імітаційне моделювання – це вид моделювання процесів у ДС з відтворенням її вхідних сигналів (параметрів) і отриманням кількісних і якісних характеристик функціонування ДС. Використання імітаційного моделювання є найбільш продуктивним підходом до визначення і дослідження оргсистем та їх елементів. Застосування методів і систем імітаційного моделювання є тим підходом, який виявляється доречним, а в деяких випадках – і єдино можливим, при моделюванні та дослідженні систем освіти, навчання та їх складових.

Залежно від мети побудови і використання, а також від способу вибору управляючих параметрів усі моделі, що досліджуються в ІМС, можна поділити на два типи:

- моделі для імітування (прогнозування) наслідків рішень, що прийняті за межами даної моделі;
- моделі процесу вибору самих рішень, тобто процесу вибору значень управляючих змінних.

Моделі першого типу характеризують траєкторію руху ДС залежно від значень управляючих параметрів. У моделях другого типу траєкторія (або кінцевий стан) задається ззовні моделі, а на базі моделі обирається значення управляючих параметрів, які є оптимальними в деякому визначеному розумінні.

Відповідно до цього можливими є кілька варіантів дослідження за допомогою ІМС моделей ДС. Так, якщо досліджується залежність $\bar{y}$ від $\bar{u}$, тобто траєкторія $\bar{y} = \varphi_1(\bar{u}, \bar{x}, \bar{s})$, де $\bar{y}$ – вихідні параметри моделі, $\bar{u}$ – управляючий вплив, $\bar{s}$ – параметри ДС, то результатом дослідження є прогноз тенденцій розвитку ДС. Якщо ж потрібно знайти значення $\bar{u}$, що забезпечують екстремум деякого функціоналу $G(\bar{y})$ при $\bar{y} = \varphi_2(\bar{u}, \bar{x}, \bar{s}) = 0$, то в даній ІМС імітується процес вибору рішень в ДС. Досить частим і важливим випадком є такий варіант дослідження моделей ДС: знайти значення управляючих параметрів ДС – $\bar{u}$, аби $\forall \bar{x} \in \Omega(\bar{x})$ мало місце $\bar{y} = \text{const}$ або $G(\bar{y}) = 0$, де $\Omega(\bar{x})$ – множина імовірних значень параметрів оточуючого середовища (ОС) ДС. На базі таких досліджень моделей ДС можна обирати таке управління ДС, яке забезпечувало би її адаптацію до змінних умов ОС при виконанні заданого співвідношення між параметрами ДС та ОС.

Тобто, в ІМС можуть бути досліджені обидва типи моделей. Для ДС, що подаються в ІМС такими двома типами моделей, рішення обирається на основі оптимізуючої моделі, в якій враховуються найбільш важливі характеристики ДС, а вже потім, на базі іншої моделі досліджується траєкторія руху (розвитку) ДС. Одержаний розв'язок оцінюється із залученням додаткових критеріїв, найчастіше тих, що не піддаються формалізації. На цьому етапі дослідження ДС (як правило, із залученням відповідних експертів) здійснюється довивчення ДС, а також довивзначення критеріїв оптимальності задачі.

Окремий підклас ІМС утворюють *навчальні імітаційні системи* (НІМС). Ці системи використовуються в навчальному процесі не тільки тоді, коли модель реаль-

ної системи вже була попередньо створена (є в наявності), але й тоді, коли ця модель повинна бути побудована і/або довизначена з навчальною метою. Ці навчальні моделі разом з відповідними інструментами ІМС виступають в педагогічних системах як засоби навчання. З відповідною педагогічною метою НІМС вводять до складу навчального середовища (НС) педагогічних систем і за їх допомогою проводяться навчальні ІЕ або просто *навчальні експерименти* (НІЕ). Педагогічні технології використання в навчально-виховному процесі НІЕ базуються на основних законах дидактики, суттєво збагачуючи їх застосування.

Зауважимо, що НІЕ можуть здійснюватись не тільки з комп'ютерними, а й з матеріальними (фізичними) моделями, або з навчальними комплектами чи комплексами засобів навчання, до складу яких входять як комп'ютерні, так і некомп'ютерні (фізичні) моделі. В цьому розділі мова йтиме про комп'ютерно орієнтоване НІЕ, про моделі ДС (як чисто комп'ютерні, так і комбіновані чи гібридні), які застосовуються в такому середовищі як засоби навчання.

В педагогічних системах НІМС утворюють імітаційне навчальне підсередовище (частину повного комп'ютерно орієнтованого навчального середовища), в якому здійснюється гнучке моделювання і відображення навчально-виховних ситуацій, навчальних об'єктів і процесів, збирання, накопичення та опрацювання даних, що використовуються з навчальною метою.

НІМС є продуктивним (з педагогічної точки зору) інструментом застосування НІЕ у навчальній діяльності, коли дослідження ДС здійснюються з навчальними цілями, а як ДС виступають комп'ютерні моделі:

- закономірностей і залежностей, які становлять науковий фундамент різних розділів знань про людину, природу і суспільство, що підлягають вивченню;
- математичних залежностей і перетворень, геометричних об'єктів, способів розв'язування задач, властивостей і специфіка застосування яких вивчається;
- реальних систем, склад і структура, характер функціонування яких підлягають дослідженню (вивченню);
- реальних систем, завдяки яким у процесі навчання у суб'єктів навчання формуються необхідні знання, уміння і навички професійної діяльності (різні тренажери, ділові ігри та ін.);
- штучних навчальних об'єктів і ситуацій, що відображають відповідні педагогічні стратегії проектувальників педагогічних систем і вчителів (викладачів) тощо.

Підсумовуючи, підкреслимо, що в навчально-виховному процесі НІМС застосовуються (можуть застосовуватись) не тільки як допоміжний і/або додатковий засіб навчальної діяльності. Їх коректне застосування дозволяє отримати нові результати навчальної діяльності, спричинені тим, що використання методів і засобів НІМС створює можливість з навчальною метою:

- формувати і розв'язувати багатоваріантні навчальні завдання;
- гнучко відтворювати і відображувати в навчальному імітаційному середовищі реальні об'єкти і процеси, що вивчаються;
- гнучко змінювати умови проведення НІЕ;
- відтворювати і досліджувати в НІЕ моделі реальних об'єктів і процесів, безпосереднє дослідження яких шляхом натурного експерименту є неможливим або небажаним (через, наприклад, їх агресивність, небезпечність для людини або коли значення параметрів об'єктів і процесів, що підлягають вивченню, лежать поза межами сенсорних можливостей людини);

- змінювати з навчальною метою масштаб простору і часу реальних явищ і об'єктів (через, наприклад, швидкоплинність або, навпаки, неприпустимо значний час перебігу реальних процесів, вкрай малих або дуже великих фізичних розмірів реальних об'єктів);

- відтворювати і вивчати в НС властивості і специфіку математичних залежностей і перетворень, геометричних об'єкти та їх різноманітні відображення і перетворення, способи розв'язування різних математичних задач;

- з високою продуктивністю збирати, накопичувати і опрацювання значний за обсягом експериментальний матеріал, що використовується в процесі навчання;

- залучати суб'єктів навчання до процесу побудови і/або до визначення моделі реальних об'єктів і процесів (навчальні експертні системи);

- розвивати засоби дистанційних систем навчання;

- створювати віртуальні навчальні середовища тощо.

Все зазначене суттєво розширює дидактичні можливості використання сучасних педагогічних систем, сприяє реалізації творчих, дослідницьких підходів в опануванні освіти, індивідуалізації навчання, розвиває інструментарій для дослідження і дидактичного наповнення систем відкритої освіти.

5.2.2. Моделі імітаційних систем

- Основні функції імітаційних систем.

- Модель будови імітаційної системи.

Основні підходи щодо моделювання імітаційних систем (ІМС), які використовуються в цьому розділі, спираються на узагальнену модель задачі з моделювання систем моделей, що описана в розділі 2.5.3.

Якщо виходити з того, що будь-яке наукове дослідження (звичайно, обґрунтоване) є соціально корисна діяльність, здійснення якої пов'язане з розв'язуванням відповідних задач дослідження, то з позицій задачного підходу визначимо, що *імітаційний експеримент* (ІЕ) – це метод наукового дослідження, який полягає в розв'язуванні задач дослідження, спрямованих на досягнення цілей експерименту. Далі, будемо вважати, що структурно упорядкована сукупність ІЕ з досліджуваною моделлю (системою моделей) утворює систему задач (СЗ) ІЕ, які розв'язуються в процесі дослідження.

З позицій, наведених у розділі 2.4.1, визначимо СЗ ІЕ як цілісну скінченну упорядковану множину методично сполучених та інформаційно узгоджених задач дослідження моделей досліджуваної системи (ДС) за допомогою ІЕ.

Під *сполученістю* тут розуміється придатність окремих задач дослідження до реалізації заданих цілями дослідження функцій спільно та у необхідній координації з іншими задачами СЗ ІЕ. Тобто, сполученість окремих задач дослідження в СЗ ІЕ визначає придатність СЗ ІЕ для здійснення всіх функцій ІЕ, що передбачені його планом і відповідають його цілям.

У свою чергу, *узгодженість* означає тут вимогу до складу і властивостей вхідних і вихідних параметрів задач дослідження, що з необхідністю і достатністю забезпечує можливість спільних взаємозв'язків задач дослідження у заданих режимах ІЕ. Тобто, узгодженість окремих задач дослідження в СЗ ІЕ ілюструє придатність СЗ ІЕ для здійснення всіх режимів спільних взаємозв'язків її частин, що передбачені цілями і режимами ІЕ.

У процесі створення СЗ ІЕ постійно виникає необхідність забезпечити узгодженість взаємопов'язаних (логічно, змістовно і в часі) параметрів тих або інших задач дослідження ДС. В окремих випадках процедури узгодження можна формалізувати, тобто побудувати моделі і сформулювати задачі виявлення і усунення неузгодженостей (такі моделі називаються балансовими). Однак у більшості випадків процедури узгодження не піддаються строгому формальному опису і реалізуються за спеціальними моделями прийняття рішень. Такі моделі, орієнтовані на застосування автоматизованих процедур, за допомогою яких можна досягти узгодженості завдяки включенню до процесу узгодження людини (людей, дослідників), що відшуковують евристичні способи ув'язки показників і рішень. У будь-якому випадку потреба узгодженості приводить до необхідності «перегляду» окремих результатів розрахунків і висновків, поверненню до їх попередніх значень та інших вихідних даних. Наявність у структурах будови і функціонування СМ прямих і зворотних зв'язків якраз і відображає реальні процедури розрахунків і узгодження параметрів і рішень у ДС.

Реалізація вимог методичної сполученості та інформаційної узгодженості окремих задач дослідження забезпечує наступність і єдність процесу дослідження ДС. Ці вимоги взаємообумовлені наявністю системоутворювальних зв'язків і властивостей, стосовно яких сукупність задач дослідження розглядається як система. Саме сполученість та узгодженість окремих задач дослідження забезпечує формування в СЗ ІЕ системоутворювальних відношень і властивостей, що є очевидним критерієм її системності. Іншими словами, СЗ ІЕ являють собою деякий системний опис об'єктів і процесів в ІМС, який відповідним чином характеризує такі особливості процесу дослідження і самої ДС, які відображають визначену мету побудови і використання ІМС. Таким чином, СЗ ІЕ є однією з можливих моделей ІМС.

Водночас, існує дві суттєві властивості ІМС, які визначають придатність складу і структури її методів і засобів для забезпечення ефективного проведення ІЕ, відповідно до його цілей і плану. Це такі властивості, як *предметноспрямованість* і *операціональність* ІМС.

Предметна спрямованість ІМС характеризує її формувальну частину і передбачає придатність наявних у ІМС комп'ютерних моделей (пакетів програм), за якими реалізується відповідний спектр методів дослідження ДС, до забезпечення розв'язування відповідних типів задач (класів задач) дослідження, що передбачені планом ІЕ, з необхідною точністю. Предметна спрямованість ІМС, в основному, відображає рівень цільової і проблемної відповідності наявних в ІМС пакетів комп'ютерних програм (застосовуються для забезпечення реалізації тих чи інших методів дослідження) тим методам дослідження ДС, що вже обрані або можуть бути застосовані (передбачається застосувати) в ІЕ.

У свою чергу *операціональність* ІМС характеризує її розв'язувальну частину і визначає придатність цієї частини ІМС до забезпечення гнучкого розв'язування СЗ ІЕ з необхідною варіативністю, точністю і за припустимий час. Операціональність ІМС характеризують такі її властивості, як універсальність, продуктивність, потужність і точність засобів, що застосовуються в її розв'язувальній частині, припустимий діапазон параметрів задач дослідження, які можуть бути розв'язані, рівень керування процесу розв'язування СЗ ІЕ.

Через зазначені властивості ІМС не тільки визначається придатність *даної* ІМС для забезпечення здійснення *конкретного* ІЕ або їх конкретної сукупності, а й передбачають повний спектр задач досліджень, які можуть бути розв'язані в даній ІМС.

Тим самим ці властивості задають множину можливих ІЕ, які можуть бути проведені за допомогою даної ІМС.

Предметноспрямованість і операціональність ІМС забезпечується їх відповідними функціями. Розглянемо основні функції, які здійснюються (можуть здійснюватись) в ІМС при проведенні ІЕ.

5.2.2.1. Основні функції імітаційних систем

У процесі здійснення ІЕ в ІМС реалізується широкий спектр функцій, які залежно від призначення можна поділити на основні – *дослідницькі* і допоміжні – *забезпечувальні*.

Дослідницькі функції (ДФ) ІМС – це такі функції, які спрямовані на реалізацію функціональних цілей ІЕ і на основі яких здійснюється необхідний для цього технологічний процес дослідження на моделях суттєвих властивостей досліджуваних об'єктів і процесів. Сукупність ДФ, які реалізуються (можуть бути реалізованими) в ІМС, якраз і визначає предметноспрямованість ІМС.

Структурно упорядкований опис усієї сукупності ДФ, що застосовуються (планується застосувати) в даному ІЕ (групі ІЕ), утворює систему моделей (СМ) ДФ. Опис складу і структури СМ ДФ (як правило, без опису окремих моделей, що входять до СМ ДФ) називають і оформлюють у вигляді *плану ІЕ*.

Забезпечувальні функції (ЗФ) ІМС – це функції, що спрямовані на досягнення автоматизованої реалізації ДФ і на основі яких здійснюється необхідний для цього технологічний процес збирання, накопичення і зберігання експериментальних даних, а також виведення і подання результатів ІЕ в необхідній формі. Сукупність ЗФ, які реалізуються (можуть бути реалізованими) в ІМС; визначає операціональність ІМС.

Структурно упорядкований опис усієї сукупності ЗФ, які застосовуються (планується застосувати) в даному ІЕ (групі ІЕ), утворює СМ ЗФ. У свою чергу, структурно упорядкована сукупність СМ ДФ і СМ ЗФ утворюють СМ ІЕ. Склад СМ ІЕ аналогічний складу моделей системи задач управління освітою і може бути представлений, як показано на рис. 4.1.3-4 (див. с. 472).

Опис ДФ міститься у плані ІЕ. І хоча змістова сторона ІЕ специфічна, як у кожному конкретному випадку дослідження, так і для визначеної досліджуваної системи (ДС), проте можна вказати на наявність двох характерних груп ДФ, що назвемо тут *групою дослідницьких функцій аналізу* (ДФА) і *групою розв'язувальних дослідницьких функцій* (ДФР).

Група ДФА використовується для вивчення особливостей будови і функціонування ДС, а також для оцінки її параметрів, сприяє цілеспрямованій організації ІЕ. Склад ДФА, які типово використовуються в ІЕ, наведений на рис. 5.2.2.1-1 (див. с. 596).

За допомогою групи ДФР забезпечується одержання в процесі ІЕ рішень (у тому числі оптимальних, багатоваріантних) тих чи інших моделей (значень шуканих величин моделей). Змістова сторона цих функцій визначається моделюючим алгоритмом досліджуваної машинної моделі, а їх реалізація забезпечується за допомогою, як правило, відомих математичних методів.

Що ж стосується ЗФ, то їх склад багато в чому зумовлений складом і властивостями програмно-технічних засобів дослідження, що використовуються в ІМС і будуть розглянуті в наступних розділах.

Дослідницькі і забезпечувальні функції ІМС матеріалізуються у відповідних пакетах програм та утворюють програмно-математичне забезпечення ІМС, склад якого наведений на рис. 5.2.2.1-2 (див. с. 597).

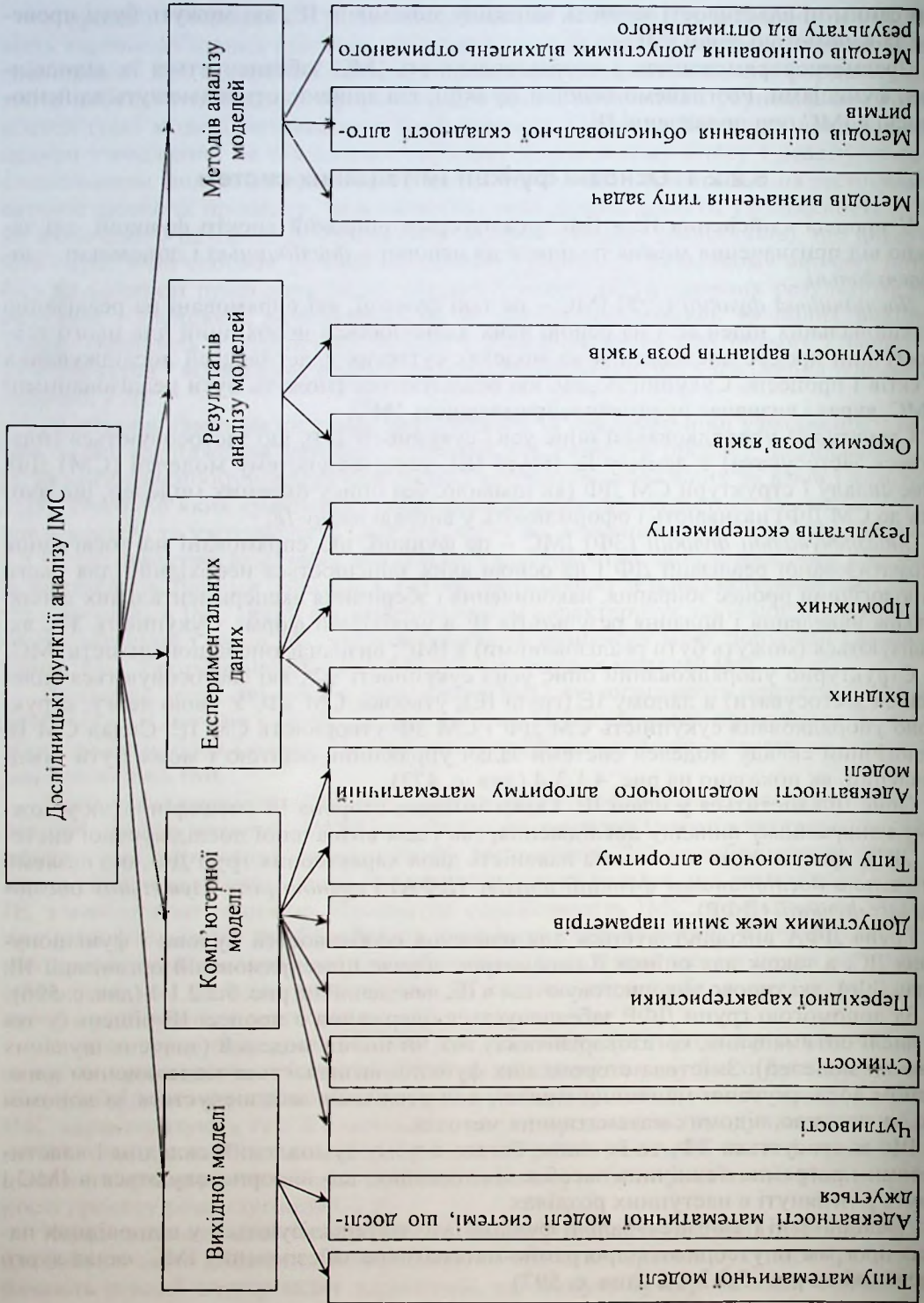


Рис. 5.2.2.1-1. Склад дослідницьких функцій аналізу в імітаційних системах



Р и с. 5.2.2.1-2. Склад програмно-математичного забезпечення імітаційних систем

Відповідно до рис. 5.2.2.1-2, програмно-математичне забезпечення (ПМЗ) ІМС розділяють на *загальне* і *прикладне (спеціальне)*.

Загальне ПМЗ ІМС включає операційну систему, за допомогою якої управляється і контролюється робота апаратної частини комп'ютерних засобів, що входять до складу ІМС, і програмні засоби, на основі яких розширюються можливості використання типових операційних систем, що застосовуються. Склад останніх програмних засобів утворюють системи управління базами даних, інформаційно-пошукові системи, а також сервісні програмні засоби (архіватори, каталогізатори, засоби обслуговування символічних бібліотек, діалогового колективного доступу до ресурсів ІМС та ін.).

Прикладне ПМЗ ІМС поділимо на *системне* і *функціональне*.

До складу *системного ПМЗ* входять комплекси комп'ютерних програм, за допомогою яких реалізують СМ ІЕ: комплекс програм управління реалізацією плану ІЕ (наприклад, система диспетчеризації «Монітор ІМС») і комплекс програм реалізації забезпечувальних процесів ІЕ (наприклад, система обліку і контролю функціонування ІМС).

До складу *прикладного ПМЗ* входять пакети прикладних програм (ППП) математичних методів дослідження моделей об'єктів і процесів: ППП стандартних методів розв'язування і аналізу моделей (наприклад, ППП методів програмування

MPSS, ППП SAS) і ППП спеціальних (спеціально розроблених для дослідження тих або інших типів моделей) математичних методів розв'язування та аналізу моделей.

До складу *ППП стандартних математичних задач* розв'язування і аналізу моделей зазвичай входять: засоби моделювання процесів управління, типові задачі управління (наприклад, календарного планування, управління запасами, управління ресурсами, задачі розміщення), ППП багатокритеріальної оптимізації, математичного програмування (лінійного, дискретного, динамічного, нелінійного, стохастичного, оптимізації на мережах та ін.), математичної статистики, масового обслуговування, дослідження операцій, моделювання дослідницьких ситуацій (наприклад, послідовності чисел, що підкоряються різним законам розподілу ймовірності) та ін.

5.2.2.2. Модель будови імітаційної системи

Встановімо спосіб і глибину декомпозиції будови імітаційної системи (ІМС), а також упорядковану множину зв'язків між її елементами, суттєвих для даного розгляду.

На верхньому рівні модельного подання ІМС здійснімо декомпозицію ІМС за елементами узагальненої моделі задачі (рис. 2.1-1, див. с. 223). Тоді елементами верхнього рівня моделі ІМС будуть:

- формувальна частина (ФЧ) ІМС;
- розв'язувальна частина (РЧ) ІМС.

Врахування упорядкованих (на множині задач дослідження і в часі) взаємозв'язків ФЧ і РЧ забезпечує розв'язування всіх задач дослідження, які передбачені планом ІЕ, а також задач забезпечення його проведення.

Подальшу декомпозицію ІМС здійснімо за елементами узагальненої моделі соціальної діяльності (рис. 2.1-2, див. с. 239). Тоді елементами другого рівня моделі ІМС будуть:

- суб'єкт дослідження (суб'єкт діяльності);
- методи і засоби дослідження (методи і засоби діяльності);
- множина досліджуваних даних (предмет діяльності).

При цьому структурно упорядкована сукупність суб'єкта дослідження (СД) і методів та засобів дослідження утворює РЧ ІМС, а множина досліджуваних даних – її ФЧ. Під СД тут розуміється елемент будь-якого рівня соціальної культури (окрема особа, група), що бере участь у підготовці і здійсненні ІЕ.

З позиції другого рівня модельного подання ІМС, призначення ІМС полягає в цілеспрямованому опрацюванні наявних і виробленні нових даних про реальну досліджувану систему (ДС). У такому розумінні дані, що опрацьовуються (досліджувані дані), є в ІМС предметом діяльності, які СД, застосовуючи методи та засоби дослідження, певним чином опрацьовує, реалізуючи цілі ІЕ.

Подальшу декомпозицію моделі ІМС будемо вести окремо для ФЧ ІМС і для РЧ ІМС.

На третьому рівні модельного подання ІМС здійснімо декомпозицію ФЧ ІМС за елементами формувальної частини узагальненої моделі задачі (рис. 2.1-1, див. с. 223), яка як елементи містить опис цілей задачі і предметної галузі. Тоді елементами декомпозиції ФЧ ІМС будуть:

- елементи досліджуваних даних, виділені СД для вивчення ДС;
- система моделей ІЕ, в якій, зокрема, відображені цілі ІЕ, що піддаються формалізації, а також цілі забезпечення ІЕ.

Сукупність елементів досліджуваних даних відповідає сукупності параметрів моделі ДС, яка обирається СД і за якою ця ДС буде вивчатися. Ця сукупність є тільки частиною повної множини даних (що доступні СД і можуть бути формалізовані), яку, зазвичай, СД має перед початком проведення кожного ІЕ і яку СД обирає з її повного обсягу за ознакою її суттєвості щодо реалізації цілей чергового ІЕ.

Структурно упорядкована (за допомогою СМ ІЕ) сукупність елементів досліджуваних даних формує систему досліджуваних даних, яка, таким чином, і утворює ФЧ ІМС.

Здійснено подальшу декомпозицію моделі елементів досліджуваних даних ФЧ ІМС так, аби її склад відображав етапи формування вхідних експериментальних даних. У свою чергу, СМ ІЕ подамо так, аби її елементи відображали належність тих чи інших моделей СМ ІЕ до реалізації або задач дослідження, або задач забезпечення ІЕ.

Тоді на четвертому рівні декомпозиції ФЧ ІМС до складу елементів досліджуваних даних увійдуть:

- вихідна модель, що містить всі відомості, які доступні для СД і можуть бути ним формалізовані і які СД відібрав для проведення ІЕ;
- комп'ютерна модель, що з'являється в результаті перетворення вихідної моделі у форму, придатну для наступного введення моделі в комп'ютер.

Перетворення вихідної моделі в комп'ютерну здійснюється, як правило, засобами РЧ ІМС.

Як вихідна, так і комп'ютерна моделі є кількісними моделями ДС, ідентифікованими конкретними значеннями своїх параметрів, що отримані в результаті спостережень і вимірювань параметрів ДС.

У свою чергу, на четвертому рівні декомпозиції ФЧ ІМС до складу СМ ІЕ входять такі елементи:

- система моделей дослідницьких функцій, що відображають функціональний аспект дослідження відповідно до плану ІЕ;
- система моделей забезпечувальних процесів, що містить опис всіх забезпечувальних задач ІЕ.

На п'ятому рівні декомпозиції моделі ФЧ ІМС вихідну модель ДС подамо такими елементами:

- математичною моделлю ДС – формалізованим описом суттєвих з позицій цілей дослідження властивостей статичної і динамічної ДС з неідентифікованими параметрами;
- масивами елементів вхідних даних – сукупності елементів даних про стани і властивості ДС, які утворюються шляхом відповідного опрацювання даних, що одержуються в процесі спостережень і вимірювань параметрів ДС.

На п'ятому рівні декомпозиції ФЧ ІМС до складу комп'ютерної моделі увійдуть такі елементи:

- моделюючий алгоритм – комп'ютерно орієнтований опис математичної моделі ДС;
- масиви експериментальних даних – масиви елементів вхідних даних.

Машинно орієнтовані перетворення математичної моделі ДС і масивів елементів вхідних даних відповідно в моделюючий алгоритм і масиви експериментальних даних здійснюються, як правило, СД за допомогою методів і засобів дослідження РЧ ІМС.

Завершуючи, таким чином, декомпозицію ФЧ ІМС на елементи і вибір суттєвої множини зв'язків між ними, подамо модель ФЧ ІМС, як показано

на рис. 5.2.2.2-1. На цьому рисунку, крім описаних вище елементів моделі ФЧ ІМС, зазначені:

- на вході – цілі дослідження (ті з них, які не можна або складно формалізувати і які не відображені в СМ ІЕ); ресурси, що виділяються для підготовки і проведення ІЕ, а також обмеження, що накладаються на властивості кінцевого продукту (КП) ІМС для їх опрацювання за допомогою інших систем, до входу яких цей КП надійде далі – обмеження РЧ СЗ ІЕ;

- на виході – КП ІМС.

Як КП ІМС виступають результати ІЕ, що виявляються різними залежно від того, який тип ІЕ здійснюється в ІМС – локальний або комплексний, тобто від того, які є цілі дослідження і як ці цілі реалізуються в ІМС. Суттєві особливості КП ІМС для випадків локального і комплексного ІЕ розглянуті в розділі 5.1.1.

Перейдемо до опису особливостей модельного подання РЧ ІМС (рис. 5.2.2.2-2, див. с. 602).

Нагадаймо, що відповідно до рис. 5.2.2.2-1 елементами верхнього рівня моделі РЧ ІМС є:

- суб'єкт дослідження (СД);
- методи і засоби дослідження.

У даному випадку під методами дослідження маються на увазі ті з них, які відображені в СМ ІЕ і реалізуються в пакетах прикладних програм (ППП) математичних методів дослідження. Сукупність методів і засобів дослідження утворює *програмно-технічні засоби дослідження (ПТЗД)*.

За характером виконуваних у ІМС функцій ПТЗД можна віднести до класу вимірювально-обчислювальних комплексів (ВОК), які являють собою програмно керовану сукупність вимірювальних, обчислювальних і допоміжних пристроїв [312]. Основу ВОК складають засоби інформаційно-вимірювальної техніки (ІВТ) і засоби електронно-обчислювальної техніки (ЕОТ). Використання засобів ВОК дає змогу ефективно забезпечувати дослідження досить широкого класу моделей, здійснювати широкий спектр ДФ і ЗФ ІЕ. При цьому, основні функції засобів ІВТ полягають у забезпеченні (автоматичному або автоматизованому) вимірювань (прямих, непрямих, спільних, сукупних) різних електричних величин. У свою чергу, засоби ЕОТ забезпечують такі автоматизовані функції:

- матеріалізацію досліджуваної моделі;
- накопичення, збереження і опрацювання експериментальних даних і програм, за допомогою яких реалізують СМ ІЕ, і математичних методів дослідження моделей;
- управління ходом реалізації ІЕ шляхом забезпечення програмного управління і синхронізації функціонування більшості пристроїв, що входять до складу ВОК, а також здійснення програмного управління процесами вимірювання і дослідницьких впливів на досліджувану модель.

Як засобами ІВТ, так і засобами ЕОТ реалізують функції подання окремих результатів досліджень (вимірювань) та їх сукупностей у заданій формі (аналоговій або цифровій), необхідному виді (у виді графіків чи таблиць, електричних, звукових, світлових або кольорових сигналів та ін.) і на бажаній фізичній основі (на папері, електронному табло або екрані дисплея та ін.).

Тому подальшу декомпозицію РЧ ІМС здійснімо за суттєвими елементами ВОК (факт наявності в ВОК допоміжних пристроїв вважаємо несуттєвим). Тоді елементами другого рівня моделі РЧ ІМС (елементами моделі ПТЗД) будуть:

- засоби ІВТ;
- засоби ЕОТ (аналого-цифрові засоби ЕОТ).

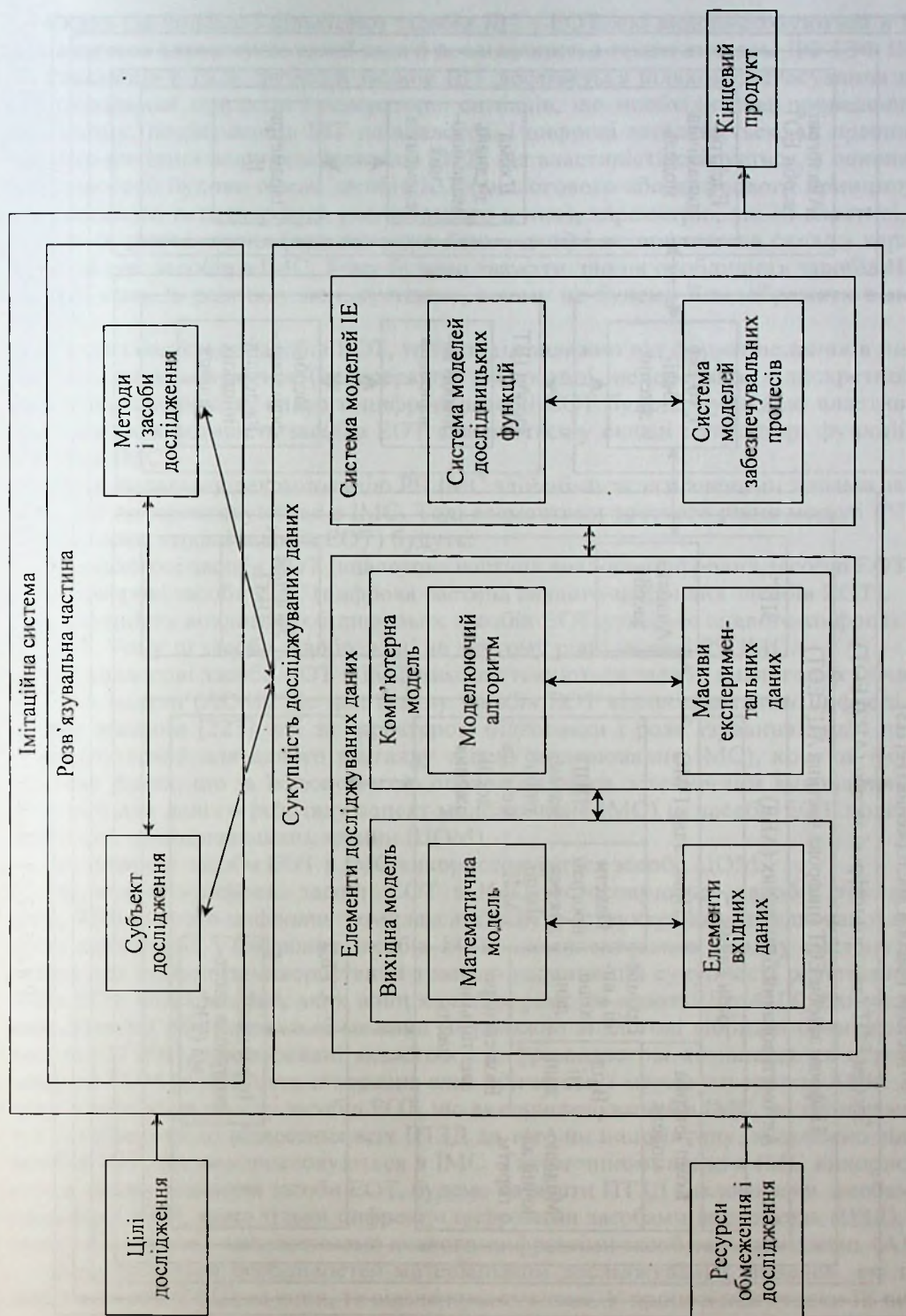


Рис. 5.2.2.2-1. Модель формувальної частини імітаційної системи

Роз'язувальна частина імітаційної системи

Методи і засоби дослідження (ПТНЗ)

Засоби ЕОТ (аналого-цифрові засоби (АЦЗ) ЕОТ)

Цифрові засоби ЕОТ (цифрова частина АЦЗ ЕОТ)

Автоматизований банк даних (АБД)

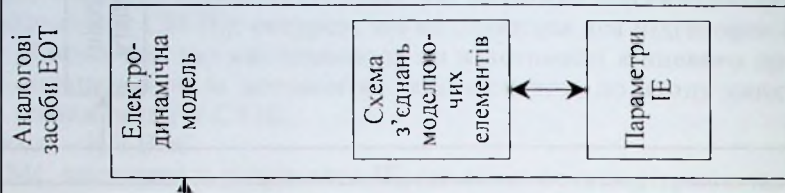
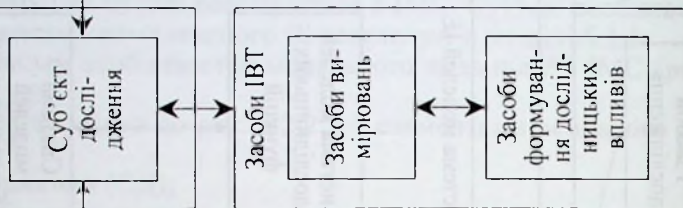
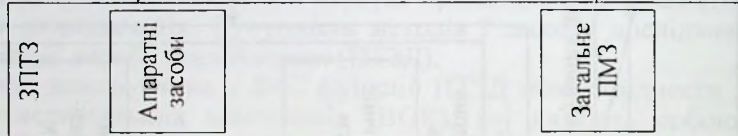
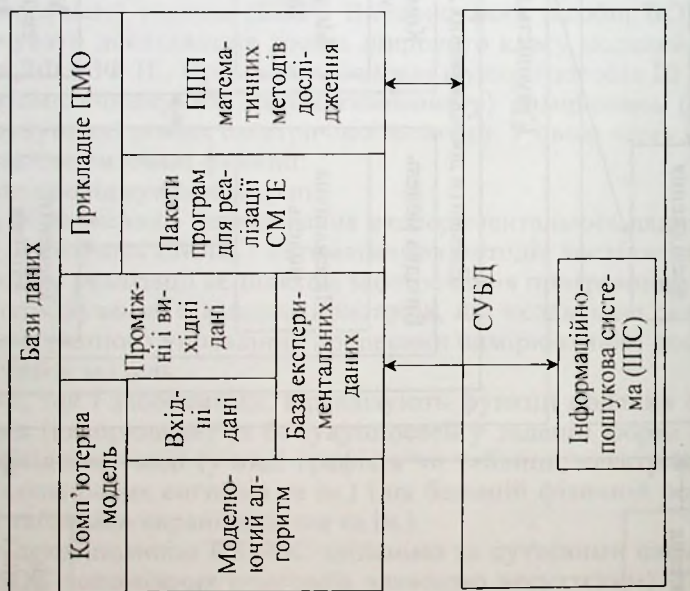


Рис. 5.2.2.2-2. Модель роз'язувальної частини імітаційної системи

Склад (за типами і кількістю) засобів ІВТ і ЕОТ, які використовуються в ВОК, визначається характером самої задачі дослідження, а також складом ДФ і ЗФ ІМС.

Реалізація в ВОК функцій засобів ІВТ досягається шляхом застосування в них вимірювальних приладів і генераторів сигналів, що необхідні для проведення ІЕ. При цьому, поділ засобів ІВТ на аналогові і цифрові здійснюється, як правило, за формою вихідної величини приладів [312]. Ця властивість стосується, в основному, особливостей будови самих засобів ІВТ (аналогового або цифрового принципу вимірювального перетворення, реалізованого в них), параметрів, які їм властиві, специфіки їх застосування (про що мова йтиме далі) і не впливає на склад і характер функцій цих засобів в ІМС. Тому будемо вважати, що ця особливість засобів ІВТ на даному етапі їх розгляду не є суттєвою, а тому не будемо її відображати в моделі РЧ ІМС.

Що ж стосується засобів ЕОТ, то їх поділ залежно від форми подання в них даних, що опрацьовуються (неперервної, дискретної, неперервної і дискретної), на аналогові, цифрові та аналого-цифрові засоби ЕОТ буде їх суттєвою властивістю, оскільки ця властивість засобів ЕОТ виявляється у складі і характері функцій цих засобів в ІМС.

Тому подальшу декомпозицію РЧ ІМС здійснімо за зазначеними типами засобів ЕОТ, що використовуються в ІМС. Тоді елементами третього рівня моделі РЧ ІМС (елементами моделі засобів ЕОТ) будуть:

- аналогові засоби ЕОТ (аналогова частина аналого-цифрових засобів ЕОТ);
- цифрові засоби ЕОТ (цифрова частина аналого-цифрових засобів ЕОТ).

Сукупність аналогових і цифрових засобів ЕОТ утворює аналого-цифрові засоби ЕОТ. Тому ці засоби відображені на другому рівні моделі РЧ ІМС.

Як аналогові засоби ЕОТ в ІМС використовуються засоби аналогових обчислювальних машин (АОМ). До цього типу засобів ЕОТ віднесемо також цифрові інтегруючі машини [223], які за характером підготовки і розв'язування задач подібні АОМ (суттєвий для даного розгляду аспект моделювання ІМС), хоча за формою подання даних, що за їх допомогою опрацьовуються, і технічним виконанням (несуттєвий для даного розгляду аспект моделювання ІМС) ці засоби ЕОТ подібні до цифрових обчислювальних машин (ЦОМ).

Як цифрові засоби ЕОТ в ІМС використовуються засоби ЦОМ.

Як аналого-цифрові засоби ЕОТ в ІМС застосовуються засоби, так званих [254, 430] аналого-цифрових комплексів (АЦК) – структурно упорядкованої сукупності аналогових і цифрових засобів ЕОТ, скомплектованих в одну систему (комплекс) для спільного використання з метою надання цій сукупності різнотипних засобів ЕОТ властивостей, яких вони кожен окремо не мають. До АЦК віднесемо також гібридні обчислювальні машини (переважно аналогові гібридні обчислювальні машини (ГОМ), збалансовані аналогові і цифро-аналогові комплекси та переважно цифрові ГОМ [430]), мета створення яких збігається з метою створення АЦК. Зазначену особливість поділу засобів ЕОТ, що використовуються в ІМС, на типи вважаємо тут суттєвою щодо віднесення всіх ПТЗД до того чи іншого типу, незалежно від типу засобів ІОТ, що використовуються в ІМС. Таким чином, якщо в ІМС використовуються тільки аналогові засоби ЕОТ, будемо називати ПТЗД аналоговими засобами досліджень (АЗД), якщо тільки цифрові – цифровими засобами досліджень (ЦЗД), якщо аналого-цифрові – називатимемо аналого-цифровими засобами досліджень (АЦЗД).

Що стосується особливостей матеріалізації досліджуваних моделей, які пов'язані з поділом ПТЗД на типи, то відзначимо тут таке. У процесі підготовки ІЕ вихідна

досліджувана модель перетворюється на комп'ютерну, яка потім матеріалізується засобами ЕОТ. В результаті утворюється деяка матеріальна модель, яка підлягає дослідженню і фізичну основу якої складають технічні засоби ПТЗД. При цьому, АЗД використовують для матеріалізації неперервних досліджуваних моделей (або СМ), ЦЗД – для матеріалізації дискретних досліджуваних моделей (або СМ), аналогові і цифрові частини АЦЗД – для матеріалізації, відповідно, неперервних і дискретних частин єдиної досліджуваної моделі (або СМ).

Використання в ІМС АЦЗД дозволяє багато в чому зменшити недоліки, об'єднати і навіть примножити переваги, властиві АЗД і ЦЗД окремо, досягти найбільш раціонального розподілу між ними функцій, закріпивши за кожним з них ті функції, реалізація яких виявляється для даного типу ПТЗД найбільш ефективною (наприклад, моделювання динамічних процесів у реальному масштабі часу найбільше ефективно здійснюють за допомогою АЗД, проте накопичення, зберігання та опрацювання масивів експериментальних даних доцільно здійснювати за допомогою ЦЗД).

Здійсномо подальшу декомпозицію РЧ ІМС так, щоб склад елементів четвертого рівня її моделі відображав суттєві функції, що реалізуються кожним з елементів третього рівня її модельного подання. Для цього здійснюємо декомпозицію цифрових засобів ЕОТ (цифрової частини аналого-цифрових засобів ЕОТ) за суттєвими елементами систем опрацювання даних, засобів ІВТ – за елементами, що реалізують функції вимірювання параметрів і відтворення дослідницьких впливів на досліджувану модель, а в моделі аналогових засобів ЕОТ (аналогової частини аналого-цифрових засобів ЕОТ) виділимо лише ті їх елементи, в яких матеріалізується неперервна комп'ютерна модель.

Тоді на четвертому рівні моделі РЧ ІМС до складу елементів цифрових засобів ЕОТ (цифрової частини аналого-цифрових засобів ЕОТ) увійдуть:

- автоматизований банк даних (АБД);
- загальносистемні програмно-технічні засоби (ЗПТЗ).

А до складу засобів ІВТ увійдуть:

- засоби вимірювань (ЗВ);
- засоби формування дослідницьких впливів (ЗДВ).

І нарешті, склад аналогових засобів ЕОТ (аналогової частини аналого-цифрових засобів ЕОТ) буде визначати електродинамічна модель – комп'ютерна модель, яка підлягає дослідженню і яка матеріалізована технічними засобами аналогової ЕОТ.

З метою відображення в моделі РЧ ІМС специфіки реалізації засобів ЕОТ, здійснюємо подальшу декомпозицію виділених нами елементів четвертого рівня моделі РЧ ІМС: АБД – за елементами збереження та управління даними, ЗПТЗ – за елементами забезпечувальних засобів ЦОМ, електродинамічної моделі – за суттєвими елементами її будови. Тоді на п'ятому рівні моделі РЧ ІМС до складу елементів АБД увійдуть:

- бази даних (БД);
- система управління базами даних (СУБД).

А до складу елементів ЗПТЗ увійдуть:

- технічні засоби;
- загальне програмно-математичне забезпечення (ЗПМЗ).

І нарешті, електродинамічну модель подамо такими елементами:

- схемою з'єднань моделюючих елементів (структурою неперервної досліджуваної моделі та обраного методу її дослідження);

- набором значень параметрів моделюючих елементів (масивом вхідних експериментальних даних і значень змінних параметрів досліджуваної моделі).

Здійсномо подальшу декомпозицію бази даних АБД так, аби її елементи відображали функціональне призначення даних. Тоді на шостому рівні моделі РЧ ІМС до складу БД увійдуть підбази АБД, які містять:

- комп'ютерну модель у виді програм реалізації моделюючих алгоритмів (структуру дискретної досліджуваної моделі) і масивів параметрів моделі (масивів вхідних експериментальних даних і значень змінних параметрів досліджуваної моделі);

- масиви проміжних і вихідних (тих, в яких міститься результат ІЕ) експериментальних даних;

- прикладне програмно-математичне забезпечення (ППМЗ) у виді пакетів програм, що реалізують СМ ІЕ.

Відзначимо, що відповідно до рис. 5.2.2.2-2 (див. с. 602), до складу моделі СУБД (як один з можливих варіантів реалізації СУБД), як функціональний елемент включена інформаційно-пошукова система (ІПС). У деяких випадках, однак, ІПС може не входити до складу СУБД або засоби ІПС, яка входить до складу СУБД, виявляться недостатніми для реалізації цілей ІЕ. В таких випадках ІПС вводять до складу РЧ ІМС як самостійна система. Проте, така ІПС використовує єдину з АБД базу експериментальних даних, а її функціонування забезпечується ЗПТЗ цифрових засобів ЕОТ (цифрової частини аналого-цифрових засобів ЕОТ).

5.2.3. Технологічна модель підготовки до проведення імітаційного експерименту

Функціонування ІМС виражається процесами імітації і дослідження, що відображають ті сторони вивчення на моделях реальної системи, що описані в даній ІМС.

Технологічні особливості реалізації різних етапів ІЕ взаємообумовлені характером упорядкованих взаємозв'язків елементів РЧ ІМС і визначаються як самою задачею дослідження, так і досягнутим рівнем розвитку зазначених елементів (науково-технічним рівнем розвитку ПТЗД, що використовуються в ІМС, а також рівнем знань та умінь суб'єкта дослідження – СД). Вибір і ступінь використання кожного із зазначених елементів (СД і ПТЗД) на різних фазах функціонування ІМС залежать, в основному, від рівня формалізації ДФ і ОФ. Суб'єкт дослідження залучається, як правило, до реалізації тих ДФ і ОФ, які не формалізуються або складно формалізуються, тоді як ПТЗД використовуються для реалізації ДФ і ОФ, що піддаються формальному описуванню.

Оскільки кожна з фаз функціонування ІМС включає певну сукупність формалізованих і неформалізованих процедур, весь процес функціонування ІМС можна розглядати як упорядковану сукупність процедур забезпечення реалізації ДФ і ОФ.

Укрупнену технологічну модель реалізації автоматизованих ДФ і ОФ в ІМС можна подати так:

Суб'єкт дослідження, використовуючи засоби програмно-математичного забезпечення ІМС, перетворює вихідну модель у комп'ютерну, а СМ ІЕ – у комплекс комп'ютерних програм для реалізації СМ ІЕ. Аналіз параметрів ДС, що описують її статистику (склад, структуру) та динаміку (функціонування), дозволяє виробити необхідні вимоги до будови інформаційної бази ІМС, а також до технології опрацювання

даних і розв'язування дослідницьких задач в ІМС. У такий спосіб формується масив досліджуваних даних – ФЧ ІМС. Далі цей масив за допомогою засобів АБД завантажується в його базу даних. Оскільки АБД, будучи одним із засобів дослідження, входить до складу РЧ ІМС, масив досліджуваних даних, таким чином, переміщується із ФЧ до РЧ ІМС. При цьому, як самі елементи досліджуваних даних (комп'ютерна модель), так і описи статистики і динаміки цих елементів (СМ ІЕ) виявляються розміщеними в РЧ ІМС, а вся ІМС стає готовою до реалізації тих або інших ДФ і ОФ. Проводячи ІЕ, суб'єкт дослідження за допомогою відповідних методів і засобів дослідження певним чином використовує бази даних, здійснюючи, тим самим, розв'язування задач дослідження і задач забезпечення проведення цих досліджень.

Технологічна модель підготовки до проведення в ІМС локальних або комплексних ІЕ (ЛІЕ або КІЕ) включає такі послідовні етапи (рис. 5.2.3-1), на яких:

- 1) визначають функції, що передбачається досліджувати за допомогою ІМС і формують первинні цілі дослідження;
- 2) вибирають із списку моделей ДС ті моделі (окремі моделі або їх сукупності), що необхідні для реалізації досліджуваної функції (як правило, список моделей зберігається в АБД ІМС);
- 3) описують структуру статистики і динаміки обраної сукупності моделей, тим самим визначаючи цю сукупність як СМ, що підлягає дослідженню;
- 4) встановлюють необхідний склад вхідних параметрів досліджуваної СМ;
- 5) формують первісний план ЛІЕ або КІЕ (залежно від глибини дослідження);
- 6) описують функції забезпечувальних задач ІМС, що необхідні для реалізації плану ІЕ;
- 7) завантажують в АБД опис досліджуваної СМ;
- 8) завантажують в АБД опис СМ ЛІЕ або СМ КІЕ;
- 9) формують в АБД підбазу експериментальних даних;
- 10) здійснюють ЛІЕ або КІЕ відповідно до його плану.

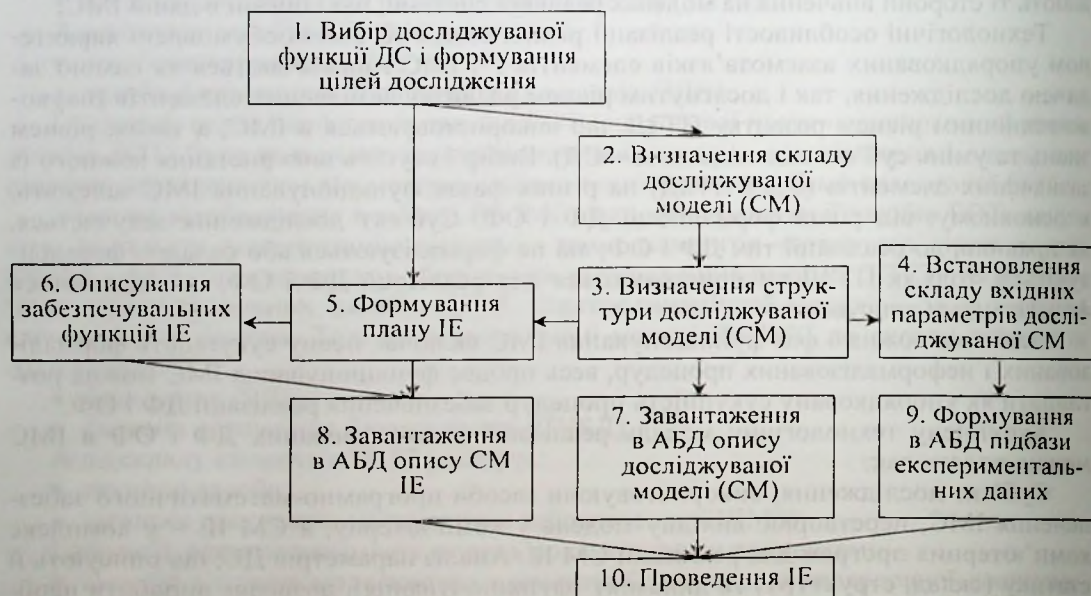


Рис. 5.2.3-1. Технологічна модель підготовки до проведення експерименту в імітаційних системах

Послідовна реалізація зазначених етапів підготовки ІЕ утворює такі фази формування елементів ІМС (рис. 5.2.3-1): етапи 1, 2, 3 і 4 – фазу формування масиву досліджуваних даних; етапи 1, 5 і 6 – фазу формування СМ ІЕ. Після завершення цих двох фаз ФЧ ІМС є сформованою. Реалізація етапів 7, 8 і 9 відображає фазу переміщення ФЧ ІМС до її РЧ.

Необхідно відзначити, що характер використання ІМС має свої особливості, коли моделі ДС (тобто реальної системи, що досліджується) вже побудовані. В цих випадках (наприклад, в автоматизованих системах управління) об'єкти і процеси ДС вже подані у відповідних моделях (в СМ) ДС, зазвичай, своїми математичними (і навіть комп'ютерними) моделями. У процесі дослідження таких моделей, у переважній більшості випадків, змінюються лише вхідні дані цих моделей, а також стратегії суб'єкта дослідження, які впливають на хід і результати розв'язування задачі ІЕ. І те, й інше пов'язане із зміною змінних параметрів моделей. Це, звичайно, не виключає можливості постійного довизначення структури наявних моделей у процесі проведення ІЕ. Однак такі операції здійснюються набагато рідше, ніж, наприклад, різноманітні розрахунки за відомими моделями з незмінною структурою для різних значень вхідних даних.

Якісні і кількісні результати ІЕ, які можуть бути отримані за допомогою методів і засобів ІМС, значною мірою визначаються особливостями будови і використання різних типів ПТЗД, що застосовуються (планується застосувати) в ІМС. Саме ці питання і будуть предметом наступного розгляду.

5.2.4. Методи та засоби вимірювань в імітаційних системах

- Основні терміни і поняття.
- Особливості і параметри вимірювальної величини.
- Порівняльний аналіз методів вимірювання статичних і динамічних характеристик досліджуваних систем.
- Особливості будови і використання в імітаційних системах різних типів програмно-технічних засобів дослідження.

Статичні (СХ) і динамічні (ДХ) характеристики ДС можуть бути визначені за допомогою аналітичних або експериментальних методів дослідження.

Аналітично СХ і ДХ визначаються шляхом теоретичного аналізу рівнянь статичної і динамічної ДС, складених у результаті вивчення соціально-економічних процесів, що моделюються, на основі економічної теорії і діалектичних законів розвитку суспільства. Коефіцієнти цих рівнянь, як правило, невідомі і їх визначення вимагає спеціальних трудомістких додаткових досліджень навіть для порівняно простих систем. При аналізі складних (багатоконтурних, нелінійних) систем труднощі на всіх етапах дослідження (формування математичних моделей системи, розрахунку стійкості і перехідних процесів, визначення постійних моделей) багаторазово зростають.

Експериментальні методи дозволяють одержати розв'язки при мінімальних відомостях про сутність процесів, що відбуваються у ДС. Деякі з цих методів уможливають дослідження систем з суттєвими нелінійностями за наявності різних перешкод. Імітаційні експериментальні методи дослідження (на відміну від натурних експериментальних методів) реалізуються за допомогою інструментальних систем імітаційного експерименту – імітаційних систем (ІМС).

У цьому розділі зупинимося на особливостях використання в ІМС засобів інформаційно-вимірювальної техніки (ІВТ), в яких реалізуються ті або інші методи дослідження СХ і ДХ ДС. Розгляд цих питань вимагає введення ряду понять, які подані в наступному розділі і базуються на поняттях, що введені в розділі 2.1.

5.2.4.1. Основні терміни і поняття

З метою забезпечення єдності підходів при описуванні ІМС і засобів вимірювання (ЗВ), що входять до їх складу, введемо кілька необхідних понять, які впливають з основних понять системного підходу [360, 399] і теоретичних основ інформаційно-вимірювальної техніки [312].

Процес вимірювання виражається в цілеспрямованому упорядкованому перетворенні вимірювальної й еталонної величин у результат вимірювання. Цей процес реалізується за допомогою ЗВ.

Засоби вимірювання складаються з елементарних засобів вимірювання – неподільних частин ЗВ при обраному критерії їх декомпозиції. За допомогою елементарних засобів вимірювання (ЕЗВ) здійснюють елементарні вимірювальні перетворення (ЕВП) вимірювальної й еталонної (відомої) величин, які передбачені вимірювальним алгоритмом.

Модель статички ЗВ, таким чином, може бути подана цілісною скінченною множиною ЕЗВ, які необхідні для забезпечення функцій ЗВ і які взаємопов'язані між собою. Ця множина ЕЗВ утворює елементний склад ЗВ (склад ЕЗВ даного ЗВ).

Упорядкована множина зв'язків між ЕЗВ є структурою будови (структурою статички) ЗВ.

У свою чергу, структурно упорядкований склад ЕЗВ, за допомогою яких з необхідністю і достатністю забезпечуються всі функції ЗВ, будемо називати будовою ЗВ.

Аналогічно моделі статички ЗВ, модель її динаміки може бути подана цілісною скінченною множиною ЕВП, які необхідні для забезпечення функцій ЗВ і які взаємопов'язані між собою. Ця множина ЕВП утворює склад ЕВП даного ЗВ.

Множина зв'язків між ЕВП встановлюється за вимірювальним алгоритмом (структурою динаміки ЗВ), який реалізується в даному ЗВ. Вимірювальний алгоритм ще називають способом вимірювального перетворення або програмою функціонування ЗВ.

І нарешті, через структурно упорядкований склад ЕВП, за допомогою яких з необхідністю і достатністю підтримуються всі функції даного ЗВ (реалізується вимірювальний алгоритм), відображає процес вимірювання, який реалізується в цьому ЗВ. Таким чином, вимірювальний алгоритм є структурою процесу вимірювання.

Слід підкреслити, що в ряді випадків ЗВ можуть бути багатофункціональними, тобто на їх основі може здійснюватися множина процесів вимірювання. Тому моделі статички і динаміки таких ЗВ характеризуються множиною структур будови і вимірювальних алгоритмів, які визначаються упорядкованою сукупністю зв'язків на множині ЕЗВ та ЕВП і які є суттєвими для реалізації всіх функцій даного ЗВ. Відображення в моделях статички і динаміки ЗВ цих особливостей якраз і вказує на належність різних множин ЕЗВ і ЕВП до тих або інших процесів вимірювання.

Таким чином, для кожної функції ЗВ відношення порядку (спосіб встановлення порядку) на множині ЕЗВ, що використовується для реалізації цієї функції, встановлює структуру будови ЗВ стосовно цієї функції. В свою чергу, для кожної функції ЗВ відношення порядку на множині ЕВП, що використовується для здійснення цієї функції в часі (в динаміці), визначає структуру процесу вимірювання стосовно цієї функції.

Деяка подібність множин зв'язків між елементами моделі статичної і динамічної ЗВ відображає єдність цілей побудови і використання цих моделей, є виявленням принципу структурної подібності моделей, що описують будову певної системи та її функціонування.

З огляду на особливості описування статичної і динамічної ЗВ, можна визначити ЗВ як цілісну скінченну множину методично сполучених та інформаційно узгоджених ЕЗВ, за допомогою яких реалізують всі функції даного ЗВ.

Під сполученістю будемо розуміти придатність окремих ЕЗВ до реалізації відповідних ЕВП спільно та у необхідній координації з іншими ЕЗВ.

У свою чергу, узгодженість означає вимогу до складу і властивостей вхідних і вихідних параметрів ЕЗВ, за допомогою яких з необхідністю і достатністю забезпечується спільне функціонування ЕЗВ у заданих режимах.

Метод вимірювання – це певний опис процесу вимірювання, що базується на наших знаннях законів природи і характеризує такі особливості цього процесу і вимірювальної величини, які визначаються цілями даного вимірювання. Іншими словами, метод вимірювання – це одна з можливих моделей процесу вимірювання, яка відображає функціональний (цільовий) зміст (функціональний, цільовий аспект) процесу вимірювання, тобто, метод вимірювання – це функціональна модель процесу вимірювання. В цій моделі, як правило, не відображаються особливості реалізації цього процесу в ЗВ. За допомогою багатфункціональних ЗВ можуть здійснюватись кілька методів вимірювання. Методи вимірювання зазвичай описують у формі математичних моделей.

Водночас, *спосіб вимірювання* – це забезпечувальна модель процесу вимірювання, в якій відображаються суттєві сторони реалізації (аспект реалізації) методу вимірювання. Спосіб вимірювання, таким чином, є подальшою декомпозицією моделі процесу вимірювання, яка відображає конкретну реалізацію методу вимірювання за допомогою ЗВ. Або, що те саме, метод вимірювання є деяким узагальненням способу вимірювання, в якому не відображаються особливості його реалізації в ЗВ. Тому, одному і тому самому методу вимірювання може відповідати множина способів вимірювання, а деяка множина способів вимірювання може відображати конкретне різноманіття можливих реалізацій одного методу вимірювання. Формою модельного подання способів вимірювання, зазвичай, є структурні і/або функціональні схеми, які відображають статичну ЗВ, а також описи принципу дії ЗВ, які відображають його динаміку.

Іншими словами можна сказати, що метод вимірювання відображає упорядковану сукупність прийомів використання ЗВ [312], а спосіб вимірювання, що реалізований у даному ЗВ, визначає упорядковану сукупність прийомів використання ЕЗВ, що входять до складу цього ЗВ.

Таким чином, метод і спосіб вимірювання виступають як відповідні моделі ЗВ, що описують цей ЗВ з різною глибиною. Для повного модельного опису ЗВ як матеріального об'єкта зазначені моделі доповнюються іншими моделями, в яких відображаються суттєві особливості матеріалізації способу вимірювання у відповідних конструкціях (будовах) ЗВ. Ці моделі входять до складу проектно-конструкторської документації на відповідний ЗВ.

Для забезпечення єдності описування засобів інформаційно-вимірювальної техніки (ІВТ) і електронно-обчислювальної техніки (ЕОТ) будемо вважати, що в процесі вимірювання деякої величини за допомогою ЗВ вирішується конкретно визначена вимірювальна задача. При цьому, ЗВ являє собою, по суті, спецпроцесор з жорсткою програмою (набором програм), за допомогою яких реалізується вимірювальний алго-

ритм (алгоритми) опрацювання вимірювальної та еталонної величин. Тому припустимі аналогії між елементами моделей засобів ЕОТ і засобів ІВТ, що описані в цьому розділі. Ці аналогії дозволяють виділити деяку єдину для обох випадків суттєву множину зв'язків між елементами моделей засобів ЕОТ та ІВТ, досягти при цьому певної єдності описів процесів у програмно-технічних засобах досліджень ІМС.

Приймаючи це допущення, будемо вважати, що метод вимірювання – це деяка вихідна модель вимірювальної задачі, а спосіб вимірювання – це комп'ютерна (приладова) модель цієї задачі (рис. 5.2.2.2-1, див. с. 601).

Як і засоби ЕОТ, ЕЗВ можуть бути аналоговими, цифровими і аналого-цифровими, тобто ЕВП можуть здійснюватись на основі аналогових, цифрових або аналого-цифрових засобів. Засоби вимірювання, таким чином, включають множину аналогових, цифрових та аналого-цифрових ЕЗВ, а процес вимірювання в них виражається упорядкованою сукупністю аналогових, цифрових й аналого-цифрових ЕВП. У такому розумінні ЗВ являють собою, відповідно, АЗВ, ЦЗВ або АЦЗВ, функціонування яких здійснюється відповідно до вимірювального алгоритму (в засобах ЕОТ цю роль виконують програми, за якими реалізуються системи моделей імітаційного експерименту і математичні методи досліджень). При цьому програма функціонування (вимірювальний алгоритм) аналого-цифрових ЗВ (тобто ЗВ, до складу яких входять всі типи ЕЗВ) включає упорядковану сукупність аналогових і цифрових підпрограм функціонування ЗВ.

Відповідно до узагальненої моделі задачі (рис. 2.1-1, див. с. 223), під вимірювальною задачею будемо розуміти формувальну систему (формувальну частину вимірювальної задачі), яка розглядається стосовно існуючої або потенційної розв'язувальної системи (розв'язувальної частини вимірювальної задачі). Формувальна частина вимірювальної задачі включає формулювання мети вимірювання, а також опис особливостей і параметрів вимірювальної величини. У свою чергу, розв'язувальну частину вимірювальної задачі складають ЗВ, в яких реалізується спосіб вимірювання, що є необхідним для досягнення мети вимірювання. Цей спосіб враховує особливості вимірювальної величини і забезпечує отримання тих її параметрів, в яких зацікавлений експериментатор.

5.2.4.2. Особливості і параметри вимірювальної величини

Відомо, що сигнали різної фізичної природи здебільшого перетворюється на електричні, найбільш зручні для передавання, опрацювання і порівняння. Серед електричних же сигналів одним з найбільш розповсюджених і зручних для вимірювання є електрична напруга. Електрична напруга є вихідною величиною при використанні різних засобів діяльності, що застосовуються в імітаційних системах (сенсорів, датчиків, засобів аналогової обчислювальної техніки, перетворювачів, засобів відображення сигналів, джерел живлення та ін.). Тому як вимірювальна величина, особливості і параметри якої розглядаються в цьому розділі, виступатиме електрична напруга.

Друга суттєва особливість вимірювальної величини полягає у діапазоні частот, в якому вона переважно змінюється і в якому необхідно її вимірювати.

Тривалість процесів, які відбуваються в різних соціально-економічних системах, зокрема в системах навчання і освіти, моделі яких підлягають дослідженню в ІМС, що розглядаються, зазвичай досить велика і досягає в ряді практичних випадків від одиниць-десятків років. Вочевидь, вивчення процесів, що відбуваються з такою

тривалістю, у реальному часі не можна визнати доцільним. Втім, тривалість досліджуваних процесів, яка є найбільш зручною для безпосереднього сприйняття і усвідомлення людиною, коливається у межах від одиниць-десятків секунд – до одиниць-десятків хвилин. Тому, за допомогою аналогових засобів електронної обчислювальної техніки (ЕОТ), шляхом введення масштабованого реального часу, тривалість реального процесу переноситься в цей сприятливий для людини часовий простір, що лежить у діапазоні інфразвукових частот (ІЗЧ) – від сотих до тисячних часток герца (Гц). Однак використання деяких методів дослідження моделей (наприклад, амплітудно-фазочастотних) передбачає збільшення верхньої межі діапазону частот, в якому змінюються реальні процеси, у сотні-тисячі разів. Тому ЗВ, що використовуються в ІМС, повинні бути придатними для вимірювання напруг у діапазоні як ІЗЧ, так і звукових частот, тобто від тисячних часток Гц до тисяч Гц.

У багатьох практичних випадках експериментальні методи дослідження статичних і динамічних характеристик (СХ і ДХ) досліджуваної системи (ДС) виявляються найбільш продуктивними (а іноді і єдино можливими) при вивченні нелінійних ДС (див. розділ 5.2.4.3). Тому важливою особливістю вимірювальної величини є, у загальному випадку, її несинусоїдальність, причому коефіцієнт її нелінійних викривлень у багатьох випадках може перевищувати 100%.

До особливостей вимірювальної величини діапазону ІЗЧ, що впливає на структуру ЗВ, слід віднести її суттєву «забрудненість» шумами і наведеннями, які не корельовані з вимірювальним сигналом (що обумовлено, наприклад, шумами електродинамічних моделей, параметри яких вимірюються). Боротьба з шумами шляхом фільтрації вимірювальної напруги для ЗВ діапазону ІЗЧ практично неприйнятна, оскільки спектр шумів і наведень значною своєю частиною збігається із смугою робочих частот ЗВ. Крім цього, якщо використовувати аналогову фільтрацію, процес вимірювання потребуватиме значного часу (особливо в діапазоні ІЗЧ), оскільки тільки сама фільтрація буде здійснюватись протягом кількох періодів сигналу, що фільтрується.

Ця особливість вимірювальної величини робить необхідним використання для її оцінювання інтегральних параметрів. Однак динамічний діапазон зміни значень таких параметрів є відносно великим і дорівнює добутку динамічних діапазонів зміни значень напруги і часу. Це приводить до використання ЗВ, в яких реалізується цифровий принцип вимірювального перетворення, що спрощує реалізацію вимірювальних перетворювачів. Ці принципи найбільш часто використовуються для побудови ЗВ, в яких здійснюються операції множення, ділення і добування квадратного кореня.

Нарешті, особливість процесів ІЗЧ – їх тривалість вимагає конструювати ЗВ так, щоб одержати результат вимірювання за мінімально можливе число періодів вимірювальної величини. Питання зменшення часу вимірювання виявляються тісно пов'язаним з питаннями автоматизації процесу вимірювання. При ручному управлінні ЗВ (вибір діапазону вимірювання за напругою і частотою, калібрування та ін.) кожен крок управління здійснюється після завершення повного циклу вимірювання. Якщо ЗВ є багатодіапазонним, час вимірювання може виявитися дуже великим. Автоматизація цих операцій є можливою переважно в ЗВ з цифровим або аналого-цифровим принципом вимірювального перетворення. Усе це вказує на доцільність цифрових способів побудови ЗВ діапазону ІЗЧ. Однак, як і в інших частинах робочого частотного діапазону ЗВ, на практиці у ряді випадків застосування аналогових ЗВ є більш доцільним, ніж цифрових внаслідок їх меншої вартості, кращих масогабаритних і енергетичних характеристик. Тому питання про доцільність застосування аналогових або цифрових ЗВ вирішується в кожному конкретному випадку.

Можна тільки відзначити, що в діапазоні частот нижче за 0,5 Гц переваги цифрових ЗВ є очевидними [414].

Вимоги до точності вимірювання СХ і ДХ ДС постійно зростають, що пояснюється поглибленням експериментальних досліджень систем і моделей, необхідністю розв'язування таких задач, в яких точність вимірювання СХ і ДХ є визначальною (наприклад, задачі ідентифікації системи з її електродинамічною моделлю, коли за вимірюваних СХ і ДХ ДС знаходять параметри її моделі; точність вимірювання СХ і ДХ при цьому повинна бути максимально можливою, оскільки похибка визначення параметрів моделі і розташування нулів і полюсів її передавальної функції може в кілька разів перевищувати похибку вимірювання СХ і ДХ ДС). Тому при проведенні експериментів питанням точності вимірювання СХ і ДХ ДС повинна приділятися особлива увага.

Перейдемо тепер до розгляду параметрів вимірювальної величини – параметрів напруги ІЗЧ.

На практиці експериментатор переважно прагне виміряти такі параметри напруг ІЗЧ в інтервалі дослідження T_D :

- екстремальне значення U_E , яке для симетричних щодо осі часу напруг (без постійної складової) дорівнює максимальному значенню $U_E = U_{\max}$, а для синусоїди – її амплітуді $U_E = U_m$;
- середнє значення

$$U_{CP} = \frac{1}{T_D} \int_0^{T_E} u(t) dt, \quad (5.2.4.2-1)$$

де $u(t)$ – миттєве значення вимірювальної напруги;

- середньовипрямлене значення

$$U_{CPB} = \frac{1}{T_D} \int_0^{T_E} |u(t)| dt; \quad (5.2.4.2-2)$$

- ефективне значення

$$U_{E\Phi} = \sqrt{\frac{1}{T_D} \int_0^{T_E} u^2(t) dt}; \quad (5.2.4.2-3)$$

- комплексне значення $U(j\omega_k)$ у функції частоти $\omega_k = 2\pi f_k$, яке залежно від системи подання результату вимірювання може подаватися в полярній системі координат у виді амплітуди $U_m(\omega_k) = |U(j\omega_k)|$ і фази $\varphi(\omega_k)$ або в прямокутній системі координат у виді ортогональних складових $U_o(\omega_k)$ і $U_y(\omega_k)$ (дійсної і уявної) вимірювальної напруги на частоті ω_k :

$$U(j\omega_k) = U_o(\omega_k) + jU_y(\omega_k) = U_m(\omega_k) e^{j\varphi(\omega_k)k}. \quad (5.2.4.2-4)$$

Взаємні перетворення систем подання результатів вимірювань комплексних значень напруг визначаються такими співвідношеннями:

$$U_m(\omega_k) = \sqrt{U_o^2(\omega_k) + U_y^2(\omega_k)}; \quad \varphi(\omega_k) = \arctg U_y(\omega_k) / U_o(\omega_k); \quad (5.2.4.2-5)$$

$$U_o(\omega_k) = U_m(\omega_k) \cos \varphi(\omega_k); \quad U_y(\omega_k) = U_m(\omega_k) \sin \varphi(\omega_k). \quad (5.2.4.2-6)$$

Крім вказаних параметрів, при дослідженні систем і моделей експериментатора звичайно цікавлять значення комплексного коефіцієнта передавання (ККП) ДС – $W(j\omega_k)$ у функції частоти ω_k , який залежно від системи подання результату вимірювання може подаватися в полярній системі координат у виді модуля $W(\omega_k) = |W(j\omega_k)|$ та аргументу $\varphi(\omega_k)$ ККП ДС або в прямокутній системі координат у виді ортогональних складових $P(\omega_k)$ і $Q(\omega_k)$ (дійсної та уявної) ККП ДС на частоті ω_k :

$$W(j\omega_k) = P(\omega_k) + jQ(\omega_k) = W(\omega_k) e^{j\varphi(\omega_k)}. \quad (5.2.4.2-7)$$

Взаємні перетворення систем подання результатів вимірювань ККП ДС визначаються такими співвідношеннями:

$$W(\omega_k) = \sqrt{P^2(\omega_k) + Q^2(\omega_k)}; \quad \varphi(\omega_k) = \arctg Q(\omega_k) / P(\omega_k); \quad (5.2.4.2-8)$$

$$P(\omega_k) = W(\omega_k) \cos \varphi(\omega_k); \quad Q(\omega_k) = W(\omega_k) \sin \varphi(\omega_k). \quad (5.2.4.2-9)$$

Таким чином, за один цикл можуть бути виміряні один (5.2.4.2-1)–(5.2.4.2-3) або два (5.2.4.2-4)–(5.2.4.2-9) параметри напруги, що в подальшому називатимемо, відповідно, одномірні (ОПН) і двомірні (ДПН) параметри напруги. Засоби вимірювання ОПН називають однопараметричними вимірювачами напруги (ОВН), а засоби ДПН – двопараметричними вимірювачами напруги (ДВН). Звичайно ОВН використовуються для вимірювання СХ ДС, а ДВН – для вимірювання ДХ ДС.

Способи побудови ОВН і ДВН, як і методи вимірювань, які в них реалізовані, суттєво відрізняються між собою. Різними виявляються в тих ЗВ і кількість вимірювальних входів. В ОВН є один вхід, на який подається вимірювальний сигнал, тоді як у ДВН передбачено два входи – сигнальний і опорний, на які подаються сигнали, які пропорційні, відповідно, вхідним і вихідним параметрам ДС. У деяких випадках сигнали, що надходять на вхід ДС і на опорний вхід ДВН, можуть відрізнятися один від одного як за своєю фізичною природою, так і за формою та значеннями. Тому для визначеності сигнали, що надходять на вхід ДС, називають дослідницькими (випробувальними), а сигнали, що надходять на опорний вхід ДВН, – опорними.

Проте зазначимо, що в ряді випадків при реалізації ДВН як їх окремі елементи використовуються ОВН. Це дає можливість деякі питання побудови ОВН і ДВН розглядати спільно.

5.2.4.3. Порівняльний аналіз методів вимірювання статичних і динамічних характеристик досліджуваних систем

Вимірювання статичних і динамічних характеристик (СХ і ДХ) здійснюється в процесі реалізації експерименту (натурного або імітаційного) з досліджуваною системою (ДС), який може бути як активним, так і пасивним (див. розділ 5.1.1).

Пасивний експеримент виключає будь-який дослідницький (випробувальний) вплив на ДС. При цьому вивчення ДС полягає в цілеспрямованому сприйнятті, вимірюванні та аналізі значень змін параметрів ДС, які є для неї природними і через які описують її статику і динаміку.

Активний експеримент передбачає введення в ДС різних дослідницьких впливів (збуджень) і подальше вивчення реакції ДС на ці впливи. При активному експери-

менті до складу засобів ІВТ, окрім засобів вимірювання (ЗВ), входять також засоби відтворення дослідницьких впливів (рис. 5.2.2.2-2, див. с. 602).

Залежно від характеру вияву досліджуваних параметрів ДС у часі (випадковий, не випадковий) і особливостей методів дослідження (вимірювання), що використовуються в ІЕ, будемо розрізняти стохастичний і детермінований експерименти.

Донедавна найбільш розповсюдженим способом визначення СХ і ДХ ДС був запис вхідних і/або вихідних сигналів ДС на різні носії з подальшим опрацюванням записів (вручну або автоматично). Незважаючи на безсумнівну універсальність такого підходу, у ряді випадків його не можна визнати задовільним. Найчастіше дані, що були записані на носії, виявлялись надлишковими: наприклад, необхідно вимірити лише один або кілька параметрів ДС, а в розпорядженні експериментатора є рулон стрічки або куб оперативної пам'яті комп'ютера, що містять безліч миттєвих значень досліджуваних процесів. При цьому, точність записів, як правило, є невисокою. При великій вихідній невизначеності експерименту запис процесу є необхідним і доцільним. Якщо ж наявні значні апіорні дані про ДС (наприклад, про очікувану форму досліджуваного процесу), доцільно використовувати засоби вимірювання (ЗВ), за допомогою яких визначають (вимірюють) тільки ті параметри ДС, які безпосередньо цікавлять експериментатора.

Найбільшого розповсюдження на практиці набули експериментальні методи дослідження ДХ ДС, що забезпечуються відповідними методами вимірювання. Класифікація методів вимірювання ДХ ДС залежно від властивостей дослідницького сигналу і характеру його введення в ДС наведена на рис. 5.2.4.3-1.

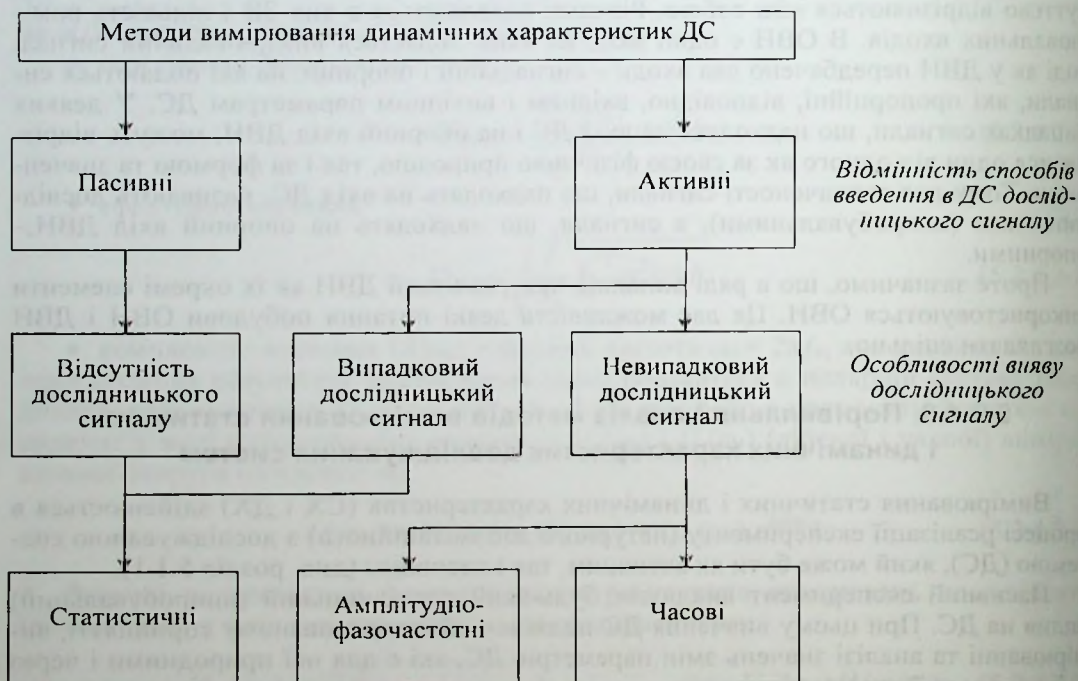


Рис. 5.2.4.3-1. Класифікація методів вимірювання динамічних характеристик досліджуваних систем (ДС) залежно від властивостей дослідницького сигналу і характеру його введення в ДС

Тут виділені три групи методів вимірювання – статистичні, часові і амплітудно-фазочастотні. За допомогою статистичних методів вимірювання забезпечують реалізацію стохастичного експерименту, а за допомогою часових і амплітудно-фазочастотних – детермінованого.

Часовим називають метод вимірювання ДХ ДС, за яким як вихідні дані про ДС використовують її реакцію на неперіодичний дослідницький сигнал з апіорі відомою спектральною структурою. *Статистичними* називають методи вимірювання ДХ ДС, коли як вихідні дані про ДС використовують її реакцію на дослідницький сигнал, що утворений або природними випадковими флуктуаціями нормального режиму роботи ДС, або джерелами (генераторами) штучних стаціонарних випадкових сигналів. *Амплітудно-фазочастотними* методами вимірювання ДХ ДС називають такі методи, за якими як вихідні дані про ДС використовують її реакцію на періодичний дослідницький сигнал, частота якого змінюється в загальному випадку від нуля до нескінченності.

Часові і статистичні методи вимірювання ДХ ДС застосовуються тільки при дослідженні лінійних ДС з малим рівнем «забруднення» вимірювальної величини (шумів, наведень), коли необхідно забезпечити мінімальний час взаємозв'язків ЗВ з ДС (хоча час, що необхідний для опрацювання вимірювань за допомогою цих методів значень параметрів ДС, як правило, у багато разів перевищує час взаємозв'язків ЗВ з ДС). Точність вимірювання ДХ ДС при цьому невисока. Зазначені обмеження часових і статистичних експериментальних методів дослідження ДХ ДС значно обмежують сферу їх практичного застосування.

Навпаки, амплітудно-фазочастотні методи вимірювання ДХ ДС на практиці набули досить широкого застосування (переважно при дослідженні технічних систем та їх елементів). Ці методи використовують як дослідницькі – періодичні сигнали, частота й амплітуда (при дослідженні нелінійних ДС) яких змінюються в досить широких межах. Точність вимірювання ДХ ДС за допомогою амплітудно-фазочастотних методів може бути значно вищою, ніж при використанні часових або статистичних методів. Крім того, ці методи дозволяють вимірювати ДХ як лінійних, так і нелінійних ДС за наявності перешкод («забруднення» вимірювальної величини).

Якщо на вхід ДС подати гармонійний дослідницький сигнал, то через деякий час вільні загасаючі коливання на виході стійкої ДС припиняться і матимуть місце змушені коливання з частотою дослідницького сигналу.

При цьому на опорний вхід ЗВ (в якості яких зазвичай використовують двопараметричні вимірювачі напруги – ДВН [414]) надходитиме синусоїдальний сигнал, пропорційний дослідницькому сигналу, а на сигнальний вхід ЗВ – у загальному випадку – несинусоїдальний сигнал, який практично для будь-яких ДС, що є фізично реалізованими, може бути поданий рядом Фур'є.

Якщо ДС лінійна, то при синусоїдальному дослідницькому сигналі вихідний сигнал ДС, а отже, і вимірювальний сигнал, також є синусоїдальним. Якщо ж ДС є нелінійною, то здійснюється так звана [33] гармонійна лінеаризація, тобто виділення з вимірювального сигналу його першої гармонійної складової і вимірювання значень її параметрів. При цьому усувається вплив на результат вимірювання постійної складової і вищих гармонік вихідного сигналу ДС.

Якщо цей вплив не вдається цілком усунути, то виникає похибка вимірювання, яка може суттєво спотворити результат вимірювання. Таким чином придатність ЗВ для вимірювання значень параметрів тільки першої гармоніки вихідного сигналу

ДС є дуже важливою, оскільки визначає придатність застосування відповідного ЗВ для дослідження ДХ нелінійних ДС.

У ряді випадків при вимірюванні ДХ на вхід ДС зручно подавати не синусоїдальний, а періодичний дослідницький сигнал іншої форми. Як правило, на практиці, на вхід ДС подається один з типових періодичних дослідницьких сигналів, спектральний склад яких є апіорі відомим. Такі випадки можуть мати місце при дослідженні систем, на вхід яких необхідно подати дослідницький сигнал великої потужності, утворення якого найбільш просто здійснити у виді коливань, що мають форму кусково-лінійної функції (коливань прямокутної, трапецеїдальної, трикутної форми або періодичних прямокутних імпульсів). При цьому, якщо опорна напруга ЗВ синусоїдальна і цей ЗВ виділяє з вихідного сигналу ДС першу гармонійну складову, то зазначені особливості форми дослідницького сигналу не впливають на результат вимірювання.

Оскільки вимірювання ДХ ДС зводиться, по суті, до вимірювання двовірних параметрів напруг (ДПН), амплітудно-фазочастотні методи вимірювання ДХ ДС утворюють групу амплітудно-фазочастотних методів вимірювання ДПН, що реалізуються в ДВН. Як такі ДВН найбільш широко використовуються вимірювачі комплексних коефіцієнтів передавання, які також називають аналізаторами передавальних функцій, і фазочутливі вольтметри (наприклад, вітчизняні фазочутливі вольтметри типу В5-3 і В5-4). В цілому ЗВ, що призначені для вимірювання ДХ ДС амплітудно-фазочастотними методами, останнім часом інтенсивно розвиваються і постійно удосконалюються [414]. Тому виникло питання про можливість і доцільність використання цих методів із застосуванням відповідних ЗВ для дослідження моделей, що описують соціально-економічні процеси.

Аналіз цих питань показав, що амплітудно-фазочастотні методи вимірювання ДХ ДС у багатьох практичних випадках дослідження моделей соціально-економічних процесів є найбільш продуктивними (порівняно з аналітичними або іншими експериментальними методами дослідження ДХ ДС), а в ряді випадків ці методи виявляються єдиною можливими методами дослідження. Зокрема, ці методи можуть бути рекомендованими для дослідження моделей за наявності шумів і перешкод, нелінійних моделей, лінійних і нелінійних систем моделей із розвинутою структурою (із прямими і зворотними зв'язками), а також при оцінюванні чутливості, стійкості і якості перехідного процесу вихідної величини, коли переваги використання цих методів вимірювання ДХ ДС виявляються найбільш помітно.

Аналіз методів вимірювання одномірних і двовірних параметрів напруг діапазону інфразвукових частот, особливості будови ЗВ для їх вимірювання, а також питання оптимального проектування таких ЗВ детально розглянуті в [414]. Там також розглянуті похибки тих ЗВ, що застосовуються для вимірювання СХ і ДХ ДС.

5.2.4.4. Особливості будови і використання в імітаційних системах різних типів програмно-технічних засобів дослідження

Якщо в імітаційних системах (ІМС) використовуються тільки цифрові засоби досліджень (ЦЗД), то в таких ІМС комп'ютерну модель формують з вихідної шляхом описування останньої на одному з припустимих для обраних алгоритмічних (рідше, машинно-орієнтованих) мов ЦЗД. Далі, як сама комп'ютерна модель (моделюючий алгоритм і масиви параметрів моделі), так і прикладне програмно-математичне забезпечення (СМ ІЕ і математичних методів дослідження – МтМД) у виді відповідних пакетів програм і масивів вхідних даних завантажуються в бази даних

автоматизованого банку даних (АБД), фізичну основу якого становлять технічні засоби цифрових обчислювальних машин (ЦОМ) або цифрової частини аналого-цифрових комплексів (АЦК). Там само розміщуються масиви проміжних і результуючих експериментальних даних.

Врахування цих особливостей дозволяє в процесі підготовки і проведення імітаційного експерименту (ІЕ) досить ефективно здійснювати формування і вносити зміни у структуру і значення параметрів комп'ютерної моделі (шляхом зміни моделюючого алгоритму та елементів масивів експериментальних даних), відносно легко переходити від дослідження однієї моделі – до іншої, від застосування одного МтМД – до іншого.

Якщо ж в ІМС використовуються тільки аналогові засоби досліджень (АЗД), то в таких ІМС комп'ютерна модель формується із вихідної моделі та обраного методу її дослідження (МтМД, що застосовується) шляхом описування цих моделей засобами деякої формальної машинно орієнтованої мови, що назвемо тут мовою описування неперервних моделей (МОНМ). За допомогою однієї групи операторів МОНМ описують елементарні операції, які виконуються над даними (додавання, множення, інвертування, нелінійне перетворення, інтегрування в часі, порівняння та ін.). Інша група операторів МОНМ містить необхідні дані (наприклад, значення постійних і початкові значення змінних задачі, що рівнозначно реалізації функції оператора надання значення у більшості алгоритмічних мов). Таким чином, семантика МОНМ описує функціональний зміст (змістову інтерпретацію) його операторів.

Упорядкована сукупність (структура) операторів МОНМ, зазвичай, подається у вигляді схеми з'єднань моделюючих елементів (схеми набору моделей [12], нормованого плану чи схеми обчислень [66]) – машинно орієнтованого опису вихідної моделі та обраного методу її дослідження. При цьому, кожен моделюючий елемент (МЕ) відображає на схемі з'єднань відповідний оператор МОНМ. Отже, синтаксисом МОНМ визначається сукупність формальних вимог, які повинні виконуватися при описуванні комп'ютерної моделі і які встановлюються правилами складання схем з'єднань МЕ. Синтаксис і семантика МОНМ наводяться в описі відповідних аналогових засобів електронної обчислювальної техніки (ЕОТ) або аналогової частини аналого-цифрових засобів ЕОТ.

Далі: комп'ютерна модель, що описана на МОНМ, матеріалізується технічними засобами аналогової ЕОТ у виді електронної аналогової моделі – структурно-упорядкованої (відповідно до схеми з'єднань МЕ) сукупності фізично реалізованих електронних МЕ, за допомогою яких здійснюють ті або інші елементарні операції, що передбачені відповідними операторами МОНМ. Тим самим встановлюється відповідність між реальними процесами, що досліджуються і описані мовою математики (мовою описування вихідної моделі і методу її дослідження), і процесами, що протікають в електронній моделі, що описані на МОНМ (мові описування комп'ютерної моделі). В електронних моделях математичні об'єкти подаються у виді електричних величин, перетворення яких здійснюються відповідно до законів теорії електрики. У таких моделях як змінювані у часі електричні величини, поведіння яких саме і досліджується в ІМС, зазвичай обирають електричну напругу.

Як правило, АЗД не містять засобів для тривалого зберігання та ефективного опрацювання проміжних (за окремими ІЕ) і результуючих експериментальних даних (у тому числі пошуку і реорганізації даних). При використанні АЗД формування і внесення змін у структуру і значення параметрів комп'ютерної моделі, перехід від дослідження однієї моделі до іншої, від застосування одного МтМД до іншого є

процесом значно більш трудомістким, ніж у разі використання в ІМС цифрових засобів дослідження.

Проте, АЗД виявляються більш придатними (порівняно з ЦЗД) для моделювання і відображення характеру протікання швидкоплинних динамічних процесів у реальному масштабі часу, коли об'єктами дослідження виступають процеси, що відбуваються паралельно у часі і взаємозв'язані один з одним (при цьому змінні моделі змінюються з різними швидкостями та у різних діапазонах своїх значень), а також у тих нерідких випадках, коли тільки використання АЗД дозволяє здійснити конкретний ІЕ. Це буває тоді, коли необхідно досліджувати модель (або СМ), аналітичний або чисельний аналіз якої або неприпустимо громіздкий (вимагає залучення таких ресурсів, обсяги яких перевершують межі можливого чи припустимого), або не приводить до задовільних кінцевих результатів (тобто математичний опис моделі належить до недосліджених, не до кінця досліджених або погано досліджених математичних задач). Наприклад, аналітичне розв'язування лінійних диференціальних рівнянь із змінними коефіцієнтами сьогодні можливо тільки для окремих випадків, коли ступінь рівняння є невисокою; відсутні аналітичні і чисельні методи розв'язування для багатьох задач з нелінійними параметрами. Однак значна кількість задач подібного типу сьогодні успішно розв'язується за допомогою АЗД [12].

Важливою перевагою АЗД є можливість зміни масштабу часу (введення масштабованого реального часу) при відображенні динамічних процесів, що досягається шляхом лінійного перетворення незалежної змінної вихідної досліджуваної моделі – часу t . У цьому випадку за допомогою перетворення $I = \lambda t$ відрізок часу $0 \leq t \leq t_{\max}$ відображається на відрізок машинного часу (t_M) $0 \leq t_M \leq t_{M\max}$, де $t_{M\max} = \lambda t_{\max}$. При цьому, коли $\lambda > 1$ кажуть про розтягування в ІЕ реального (дійсного) часу протікання досліджуваних динамічних процесів (розтягуванні відрізка задачі), при $\lambda < 1$ – про стиснення, а при $\lambda = 1$ – про моделювання в реальному часі.

Звернімо увагу ще раз на характерні риси побудови і використання комп'ютерної моделі, які залежать від типу програмно-технічних засобів досліджень (ПТЗД), що застосовуються в ІМС.

Якщо в ІМС застосовуються ЦЗД, то комп'ютерна модель відображається у виді програми, яка описана тією або іншою мовою описування моделі (МОМ), що припустима для відповідних ЦЗД. При цьому як МОМ зазвичай виступають алгоритмічні мови ЦОМ або спеціально створені мови моделювання (наприклад, GPSS, СИМУЛА, SLASH, DSL/90 [430]). Ця програма, яка є певною упорядкованою (відповідного моделюючого алгоритму) сукупністю команд ЦОМ, завантажується в базу даних АБД, де також зберігаються масиви параметрів комп'ютерної моделі, а також програми, за допомогою яких реалізують МтМД. Усі закодовані дані, завантажені в базу даних АБД, відображаються у виді визначених стійких станів фізичних елементів ЦОМ. При цьому процес дослідження розгортається в ЦЗД послідовно в часі, реалізуючи відповідну цьому процесу послідовність команд ЦОМ.

Якщо ж в ІМС використовуються АЗД, то комп'ютерна модель відображається у виді програми, описаної мовою МОММ. Ця програма (яку також називають схемою з'єднань МЕ і яка є певною упорядкованою (відповідно до структури вихідної моделі та обраного методу її дослідження) сукупністю МЕ, відображається і зберігається в будові електронної моделі, елементи якої містять також значення параметрів комп'ютерної моделі. При цьому процес дослідження розгортається апаратними засобами електронної моделі практично (залежить від особливостей вихідної моделі та обраного методу її дослідження) паралельно в часі.

Відзначимо тут одну з вимог, якій повинні задовольняти ІМС, що входять до складу автоматизованих систем управління, і яка полягає в забезпеченні високої продуктивності проведення ІЕ. Ця вимога пов'язана не тільки з потребою розробки значної кількості різноманітних управлінських рішень на множині вихідних даних і обмежень досліджуваної моделі, а й з необхідністю забезпечення так званих оцінювальних розрахунків, коли точність розв'язків, що одержуються, відходить на другий план, а на перший висувається вимога щодо швидкості їх одержання (задачі пошуку області можливих значень розв'язків, знаходження припустимих меж змін значень параметрів моделі, оцінки стійкості і характеру перехідного процесу вихідних параметрів моделі, визначення чутливості моделі за окремими зв'язками і параметрами, значна частина прогнозних задач, що не забезпечені точними вихідними даними та ін.).

Оскільки формувальна частина (ФЧ) ІМС наповнюється і структурується на основі даних, що задаються ззовні ІМС, підвищення продуктивності проведення ІЕ можливо тільки за рахунок підвищення швидкодії розв'язувальної частини (РЧ) ІМС. Це може бути досягнуто тоді, коли в ІМС застосовуватимуться ПТЗД, що мають високу швидкодію, а також будуть реалізовані вимоги суб'єкта дослідження (СД) щодо досягнення відповідності між формами і характером подання результатів досліджень, з одного боку, і високою швидкістю ПТЗД – з іншого. Зокрема, одною з таких важливих вимог є надання СД можливості простежувати процеси, що моделюються, в масштабованому реальному часі.

Відмінність характеру розгортання в часі процесів дослідження ДС в ЦЗД та АЗД визначає той факт, що швидкодія АЗД для визначених класів задач дослідження виявляється вищою, ніж у ЦЗД. Це дозволяє, використовуючи АЗД, досить ефективно моделювати і відображати в масштабованому реальному часі широкий клас динамічних процесів. Цей факт, у свою чергу, говорить на користь застосування в ІМС аналого-цифрових засобів дослідження (АЦЗД) в тих випадках, коли задачі дослідження, що передбачені планом ІЕ, можуть бути оптимально (наприклад, за мінімум необхідного часу) розподілені між аналоговою і цифровою частинами АЦЗД (наприклад, шляхом під'єднання аналогових підпрограм в основну цифрову або навпаки).

Отже, підсумуємо: при використанні в ІМС АЦЗД, оптимальному розподілі функцій між аналоговою і цифровою частинами АЦЗД у багатьох випадках (особливо при дослідженні структурно складних СМ з нелінійними параметрами) досягається висока (порівняно з використанням чисто АЗД) точність розв'язування та аналізу досліджуваної моделі (або СМ), а також гнучкість формування і внесення в неї змін, краща (порівняно з використанням чисто ЦЗД) наочність відображення характеру протікання в часі реальних процесів, що моделюються, при зменшенні (порівняно з використанням як чисто АЗД, так і чисто ЦЗД) загального часу підготовки і здійснення ІЕ. Критерій оптимальності виражає при цьому мету досягнення найкращої сукупності показників ефективності й якості реалізації ІЕ. Відтак, для ряду задач дослідження моделей раціональне поєднання властивостей АЗД і ЦЗД в одній ІМС в цілому забезпечує поліпшення показників ефективності й якості функціонування ІМС, дозволяє у деяких випадках реалізувати задачі дослідження, розв'язування яких кожним з АЗД або ЦЗД окремо є неефективним, не задовольняє вимогам щодо якості або навіть є неможливим. У цьому, зокрема, виражаються емерджентні властивості АЦЗД як системи.

На практиці АЗД і АЦЗД досить продуктивно використовуються при дослідженні динамічних моделей технічних об'єктів, а також при розв'язуванні цілого ряду чисто математичних задач і задач математичної фізики [12, 223, 254, 414, 430].

Що ж стосується їх використання при дослідженні моделей соціально-економічних процесів, зокрема в освіті, то в цьому напрямі зазначені засоби, на жаль, поки ще не знайшли достатнього застосування, хоча методи формального описування динамічних процесів і синтезу динамічних моделей соціально-економічних об'єктів (у тому числі в освіті) сьогодні вже досить глибоко розроблені (див., наприклад, [97, 250]). Важливими для практики є, зокрема, задачі дослідження стійкості й якості (характеру перехідного процесу вихідних параметрів) моделей і СМ, які описують соціально-економічні процеси, що у даний час є практично нерозробленими. Тут АЗД і АЦЗД є, імовірно, єдино можливим інструментом їх успішної розробки і розв'язування.

Таке положення передусім обумовлене усе ще недостатнім проникненням методів і засобів технічної кібернетики в економіку, у практику створення автоматизованих систем управління соціально-економічними системами, коли допущення й обмеження методів і засобів технічної кібернетики виявляються прийнятними при розв'язуванні тих або інших конкретних задач соціально-економічного планування та управління. Тому розробка питань, пов'язаних з використанням в ІМС аналогових і АЦЗД, є сьогодні актуальною задачею. Її розв'язування, в цілому, спрямоване на підвищення ефективності й якості управлінських, рішень, що приймаються на основі методів і засобів ІМС.

Якими є можливі підходи щодо побудови і використання в ІМС елементів аналогових і АЦЗД? Як вже відзначалося у розділі 5.2.1.1.2, обов'язковими елементами верхнього рівня моделі ПТЗД є засоби інформаційно-вимірювальної техніки (ІВТ) і засоби обчислювальної техніки (ЕОТ).

Реалізуючи функцію вимірювання значень параметрів досліджуваної моделі, за допомогою засобів вимірювання (ЗВ) здійснюють послідовний процес перетворення вимірювальної величини на результат вимірювання – процес вимірювання значень вимірювальної величини. Незважаючи на існуюче різноманіття способів реалізації в ЗВ процесу вимірювання – способу побудови ЗВ, виділимо деякі фази цього процесу, які є суттєвими для даного розгляду і які не залежать від конкретної будови ЗВ.

Перша з цих фаз полягає в масштабуванні перетворенні вимірювальної величини з метою зведення всього діапазону її можливих значень до більш вузького діапазону. Необхідність цієї фази зумовлена обмеженістю динамічного діапазону та нелінійністю характеристик елементів ЗВ. Її реалізація не тільки дозволяє розширити діапазон вимірювальних величин, а й забезпечує зниження похибки вимірювання. Подальше перетворення вимірювальної величини здійснюється по-різному – залежно від того, який принцип перетворення (аналоговий або цифровий) реалізується в ЗВ. Якщо в ЗВ реалізується аналоговий принцип перетворення вимірювальної величини, то друга фаза процесу вимірювання полягає в опрацюванні вимірювальної величини за визначеним вимірювальним алгоритмом. Далі відбувається передавання значень вимірювальної величини на аналоговий відлічувальний пристрій, за допомогою якого саме і відбувається порівняння вимірювальної величини з мірою (при знятті показів ЗВ).

Якщо ж у ЗВ реалізується цифровий принцип перетворень, то друга фаза процесу вимірювання полягає у квантуванні (за рівнем і часом) і кодуванні значень вимірювальної величини, а третя – в опрацюванні вимірювальної величини за визначеним вимірювальним алгоритмом (відзначимо, що в ЗВ, де реалізується цифровий принцип перетворень, друга і третя фази процесу вимірювання найчастіше об'єднуються в часі і виконуються за допомогою одних і тих самих функціональних елементів ЗВ). І нарешті, відбувається передавання значень вимірювальної величини на цифровий відлічувальний пристрій.

Наявність у ПТЗД засобів ЕОТ робить принципово неможливим їх використання для реалізації фази опрацювання вимірювальної величини відповідно до вимірювального алгоритму.

Що стосується аналогових засобів ЕОТ, то така можливість на практиці не реалізується тому, що набір МЕ, якими оснащені АЗД, що випускаються серійно, обмежений тим спектром функцій, які можуть за їх допомогою бути виконані при реалізації комп'ютерної моделі. При цьому параметри МЕ переважно не дозволяють досягти необхідної точності реалізації вимірювального алгоритму. Крім того, перерозподіл функцій між засобами ІВТ і ЕОТ приводить до необхідності пересилання між цими засобами аналогових сигналів, що є причиною додаткових похибок вимірювань.

Що ж стосується цифрових засобів ЕОТ, то на практиці іноді їх використовують, тобто перерозподіляють функції між засобами ІВТ і ЕОТ так, аби всі операції, що пов'язані з цифровим опрацюванням даних, здійснювалися переважно цифровими засобами ЕОТ. У таких ПТЗД за допомогою цифрових засобів ЕОТ (типово використовують універсальну цифрову міні-ЕОМ або персональний комп'ютер) реалізують сукупність вимірювальних алгоритмів та інших алгоритмів опрацювання експериментальних даних, а за допомогою засобів ІВТ здійснюють тільки масштабні та аналого-цифрові перетворення, а також кодування і відображення значень вимірювальної величини. Передавання сигналів між засобами ІВТ і ЕОТ у таких системах здійснюється в цифровій формі.

Можливою також є використання цифрових засобів ЕОТ в процесі відтворення дослідницьких (випробувальних) сигналів. У цьому випадку цифрові засоби ЕОТ генерують кодовану числову послідовність, яка задається параметрами сигналу, що відтворюється, а за допомогою засобів ІВТ здійснюють тільки перетворення «код-аналог».

Переважне використання цифрових засобів ЕОТ у процесі вимірювання і відтворення сигналів приводить у ряді випадків до того, що необхідні засоби ІВТ, за допомогою яких здійснюють окремі фази процесу вимірювання і відтворення сигналів, конструктивно вбудовуються в засоби ЕОТ (наприклад, у вигляді окремих функціональних модулів) і самостійно не розробляються та не виробляються (як це має місце, наприклад, для пристроїв зв'язку з об'єктом аналогових засобів ЕОТ). Питома вага апаратних засобів ІВТ серед всіх апаратних засобів АЦЗД при цьому виявляється незначною.

Проте, є можливим другий шлях, що полягає у створенні і наступному використанні необхідної для реалізації функцій ІМС сукупності автономних аналогових і/або цифрових засобів ІВТ, в яких цілком реалізується весь процес вимірювання і відтворення сигналів, що моделюються, — шлях створення програмно-керованого комплексу автономних засобів ІВТ. Особливості будови і функціонування автономних засобів ІВТ при цьому повинні відображувати характер їх застосування в ІМС, а також специфічні вимоги до параметрів цих засобів. Цей другий шлях має перед першим свої суттєві переваги, основні з яких полягають у такому:

- досягається більша швидкодія вимірювань за рахунок апаратної і паралельної реалізації частини вимірювального алгоритму, а також за рахунок виключення (істотного зниження) втрат часу, що пов'язані з передавання сигналів між засобами ІВТ і ЕОТ (для конструктивно не зв'язаних засобів ІВТ і ЕОТ); з цією ж метою засоби ІВТ і ЕОТ на практиці часто конструктивно пов'язуються;

- забезпечується більш висока точність вимірювань і відтворення сигналів за рахунок повної автоматизації цих процесів і використання високоточних вимірювальних алгоритмів, за якими передбачається кількаразове аналого-цифрове перетворення вимірювальної та еталонної величин з тактовою зміною структури ЗВ (наприклад, застосування структурних методів підвищення точності вимірювань [312]);

- вдається в цілому знизити сумарні апаратні витрати на реалізацію засобів ІВТ за рахунок оптимізації їх будови [414];
- підвищується швидкість проведення всього ІЕ за рахунок розвантаження засобів ЕОТ від операцій, які пов'язані з реалізацією вимірювальних алгоритмів, і надання всіх наявних ресурсів засобів ЕОТ для забезпечення опрацювання проміжних експериментальних даних та виведення результатів ІЕ;
- досягається більша мобільність засобів ІВТ як між собою, так і стосовно інших ПТЗД, що використовуються в ІЕ.

Останні дві переваги відображають, в основному, експлуатаційні властивості автономних засобів ІВТ.

Крім перелічених переваг комплексу автономних засобів ІВТ, що розглядається, варто вказати на те, що ці засоби мають вбудовані пристрої відображення результатів вимірювань, а також на наявність можливостей під'єднання до них різних додаткових зовнішніх пристроїв, що забезпечує подання вимірювальної величини в заданій формі, необхідному виді і на необхідній фізичній основі (носії даних).

Водночас, недоліком другого шляху (створення спеціалізованих програмно-керованих комплексів автономних засобів ІВТ) є необхідність розробки і наступного виробництва спеціальних засобів. Однак відзначені переваги цих засобів послужили підставою для створення автономних засобів ІВТ [414] і широкого їх використання при дослідженні, зокрема, технічних систем [33]. Тому зазначений недолік не є визначальним, і мова сьогодні може йти не про створення таких засобів ІВТ, а про вивчення і порівняння можливостей (переваг, недоліків) різних автономних засобів ІВТ (в яких реалізуються різні вимірювальні алгоритми), які вже розроблені, існують і застосовуються на практиці, щодо доцільності їх використання при дослідженні моделей соціально-економічних процесів.

Таблиця 5.2.4.4.-1

Доцільні варіанти розподілу функцій між елементами ПТЗД для різних типів ПТЗД

Тип ПТЗД	№ ва- ріан- та	Функції ПТЗД				Елементи моделі ПТЗД				Засоби ІВТ	
		Матеріа- лізація дослі- джуваної моделі	Опра- цювання даних і програм	Управ- ління ІЕ	Вимірювання (обчислення) значень параметрів моделі	Засоби ЕОТ					
						Ана- лого- ві	Ци- фро- ві	Аналого-цифрові			
Анало- гова час- тина	Цифро- ва час- тина										
АЗД	1	+				+				+	
					+						
	2	+	+			+				+	
ЦЗД	1	+	+	+	+		+				
		+						+			
АЦЗД	1		+	+					+		
					+					+	
		+						+			
	2	+	+	+					+		
		+								+	
					+					+	
	3	+	+						+		
		+	+	+						+	
				+						+	

Доцільні варіанти розподілу функцій між елементами ПТЗД для їх різних типів наведені в табл. 5.2.4.4-1. Як впливає з цієї таблиці, можливі випадки, коли модель ПТЗД не містить засобів ІВТ. Це буває тоді, коли в ІМС використовуються тільки ЦЗД. У таких випадках вимірювання (обчислення) значень параметрів досліджуваної моделі здійснюються за допомогою цифрових засобів ЕОТ. Припустимо також випадки, коли модель ПТЗД включає тільки аналогові або тільки цифрові засоби ЕОТ. Це буває тоді, коли в ІМС використовуються тільки АЗД або тільки ЦЗД. Функція управління ІЕ реалізується в ІМС переважно на основі цифрових засобів ЕОТ.

5.3. Експериментальні дослідження моделей організаційних систем освіти

- Дослідження моделі динаміки складу педагогічних кадрів навчальних закладів.
- Проектування і дослідження моделі оптимального розподілу педагогічних кадрів у навчальному закладі.
- Дослідження динамічних властивостей автоматизованої розв'язувальної системи.
- Дослідження моделі оптимізації мережі мікрорайонів обслуговування загальноосвітніх навчальних закладів.

5.3.1. Дослідження моделі динаміки складу педагогічних кадрів навчальних закладів

Розглянемо один із можливих варіантів концептуальної моделі динаміки складу педагогічних кадрів, що базуються на припущеннях, прийнятих при створенні цієї моделі в розділі 4.3.1.1.

Аналіз факторів, що впливають на ймовірність того чи іншого результату переміщення педагогічних кадрів, показує, що для $z = 1$ (переміщення педагогічних кадрів здійснюється тільки в межах даного загальноосвітнього навчального закладу – ЗНЗ) на динаміку складу педагогічних кадрів в основному впливають перші три групи факторів ($f = \overline{1,3}$). Тому результату роботи моделі при $z = 1$ поставимо у відповідність деяку ймовірність

$$\delta_0(t) = \delta_1(t) + \delta_2(t) + \delta_3(t),$$

тим самим немовби утворюючи нову ($f = 0$) групу факторів f , через які визначають ймовірність звільнення вчителя з ЗНЗ, де він на даний час працює.

У свою чергу, результату $z = 4$ поставимо у відповідність ймовірність $\delta_4(t)$, а результату $z = 2$ і $z = 3$ зв'яжемо з ймовірністю $\delta_5(t)$.

Припустимо, що ті чи інші результати z виникають, якщо відповідні їм ймовірності $\delta_z(t)$ перевищують деякі граничні значення $\delta_{zp}(t)$. Нехай також вплив груп факторів f на результат висновку z проявляється в такій послідовності: f_0, f_4, f_5 . Тоді логіко-функціональну схему розрахунку значень z в моделі динаміки складу педагогічних кадрів можна подати, як показано на рис. 5.3.1-1 (див. с. 625).

Знаючи значення $z \quad \forall t = t + \tau, \tau = \overline{1, T}; \forall v(t) = \overline{1, n_v(t)}; \forall \mu(t) = \overline{1, q_v(t)}$, за допомогою табл. 4.3.1.1-1 (див. с. 541) розраховують значення всіх елементів матриці $B(t)$, що описує динаміку складу педагогічних кадрів. При цьому в таких випадках, для яких

в табл. 4.3.1.1-2 (див. с. 544) вказано var , здійснюють повний перебір можливих значень $s(t) = 1, n_s(t)$ та $i(t) = 1, n_i(t)$.

Розглянемо один із можливих підходів до визначення імовірностей $\delta_0(t)$, $\delta_4(t)$ і $\delta_5(t)$.

Імовірність звільнення вчителя з СО – $\delta_4(t)$ можна задати у вигляді вектора імовірності працевлаштування вчителів в інших галузях економіки в році t за всіма J спеціальностями педагогічних кадрів:

$$\delta_4(t) = \{\overline{x_j(t)}\}, j = \overline{1, J},$$

де $x_j(t)$ – імовірність працевлаштування вчителя j -ї спеціальності в інших галузях економіки в році t .

У свою чергу, імовірність переходу вчителя в ЗНЗ іншого району однієї області $\delta_5(t)$ задамо матрицею

$$Y(t) = \|\overline{y_{su}(t)}\|; s, u = \overline{1, n_s},$$

кожний елемент якої характеризує можливу інтенсивність (у виді імовірності) міграції педагогічних кадрів із ЗНЗ s -го в ЗНЗ u -го району однієї області. Крім того, будемо вважати, що відомий вектор $C_{ju}^a(t) = \{C_{jn}^a(t)\}$ – додаткова потреба u -го району у вчителях в році t за всіма J спеціальностями. Тоді на рис. 5.3.1-1 в логічному блоці, де визначається можливість другого ($z = 2$) або третього ($z = 3$) варіантів переміщення педагогічних кадрів, здійснюється така операція: якщо $\exists_s$, для $y_{sz} = \max y_{su}$ & $C_{ju}^a(t) = 0$, то даний вчитель перейде із ЗНЗ району s в ЗНЗ району u тієї ж області, тобто $z = 3$. В іншому випадку $z = 2$, тобто даний вчитель буде влаштовуватись у ЗНЗ того району s , в якому він працював раніше.

При обчисленні імовірності $\delta_0(t)$ будемо вважати, що дві її складові $\delta_2(t)$ і $\delta_3(t)$ є випадкові величини, з рівномірними розподілами ймовірностей в інтервалі, що можна віднайти з виразу 4.4.1.1-2:

$$\delta_2(t) + \delta_3(t) = 1 - \delta_1(t) - \delta_4(t) - \delta_5(t). \quad (5.3.1-1)$$

Значення $\delta_4(t)$ і $\delta_5(t)$, що входять до (5.3.1-1), визначені вище. Що ж стосується $\delta_1(t)$, то чинитимемо так. Будемо вважати, що

$$\delta_1(t) = \varphi(h_\mu(t), l_\mu(t)), \quad (5.3.1-2)$$

де $h_\mu(t)$ – відношення навантаження μ -го вчителя не за профілем його спеціальності до загального навантаження цього вчителя в році t ; $l_\mu(t)$ – стаж роботи μ -го вчителя в році t .

Таким чином, для розрахунку $\delta_1(t)$ необхідно знайти явний вид функціональної залежності (5.3.1-2).

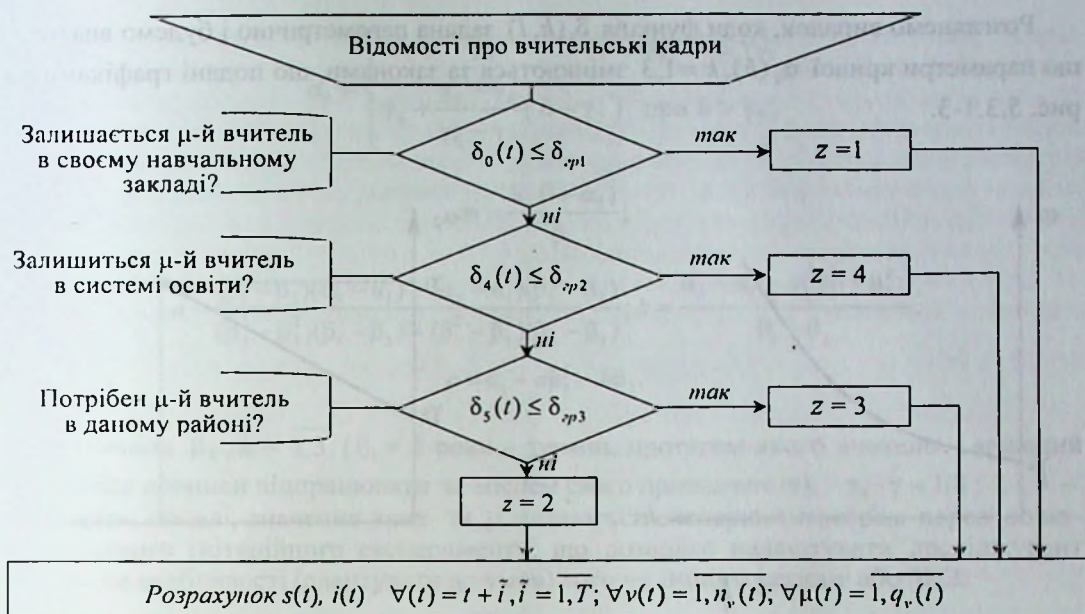


Рис. 5.3.1-1. Логіко-функціональна схема розрахунку значень z в моделі динаміки складу педагогічних кадрів

На підставі даних, що були зібрані в системі освіти Київської, Харківської, Івано-Франківської і Херсонської областей, була встановлена форма залежності (5.3.1-2) при зафіксованих значеннях $h_\mu(t)$, яка з достатньою для практики точністю може бути апроксимована кривою, що зображена на рис. 5.3.1-2. Для спрощення записів на рис. 5.3.1-2 та при подальших розрахунках $\delta_1(t)$ індекси t та μ у відповідних змінних будемо опускати і вважати, що всі наведені міркування справедливі $\forall t, \mu$.

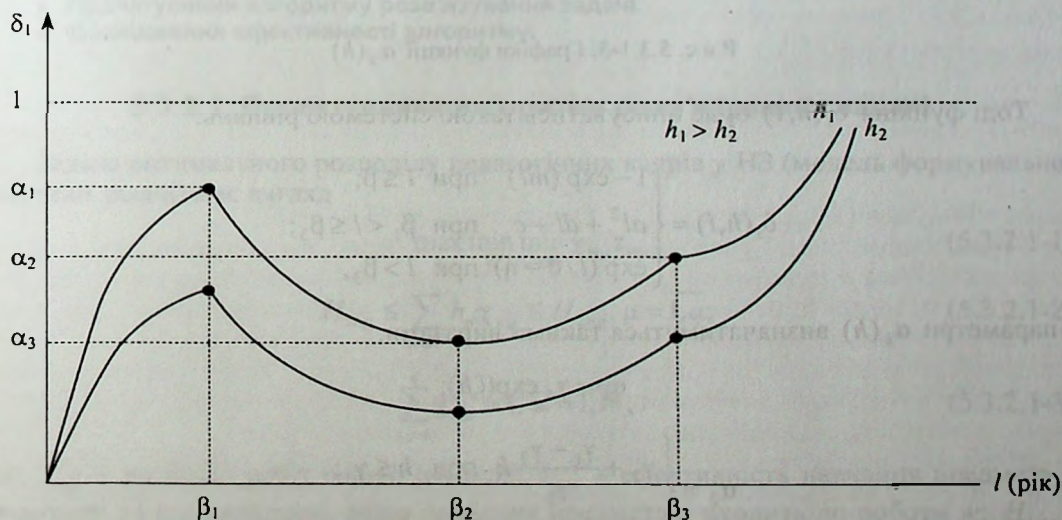


Рис. 5.3.1-2. Графік функції $\delta_1(h, l)$

Розглянемо випадок, коли функція $\delta_1(h, l)$ задана параметрично і будемо вважати, що параметри кривої $\alpha_k(h)$, $k = 1, 3$ змінюються за законами, що подані графіками на рис. 5.3.1-3.

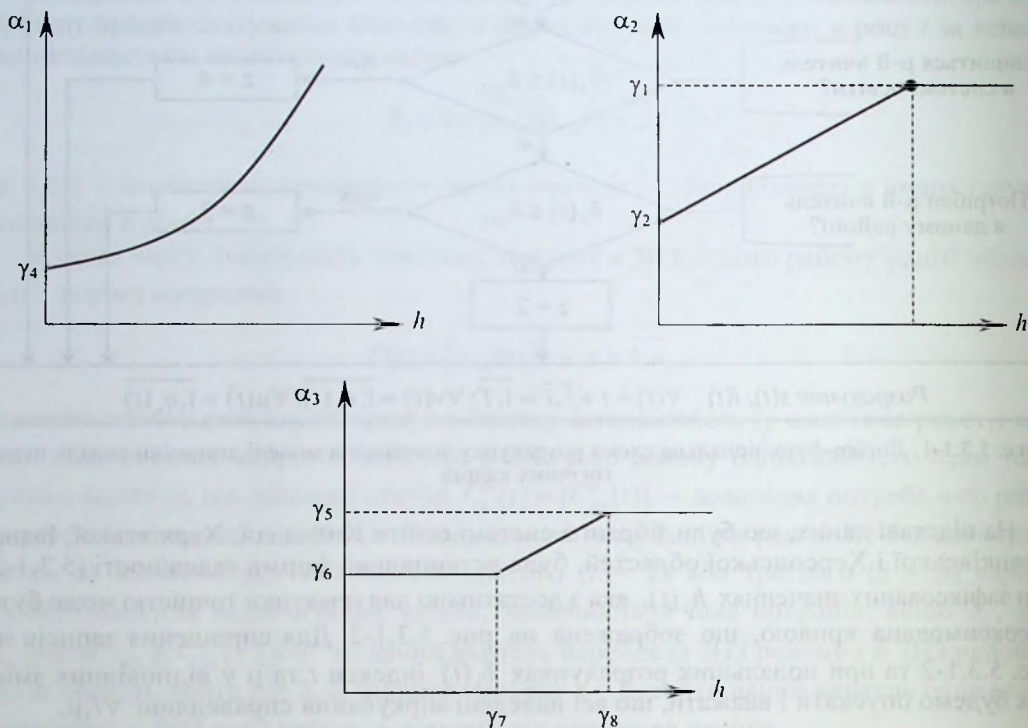


Рис. 5.3.1-3. Графіки функції $\alpha_k(h)$

Тоді функція $\delta_1(h, l)$ буде описуватись такою системою рівнянь:

$$\delta_1(h, l) = \begin{cases} 1 - \exp(-ml) & \text{при } l \leq \beta; \\ al^2 + dl + c & \text{при } \beta_1 < l \leq \beta_3; \\ \exp(l/\theta - \eta) & \text{при } l > \beta_3, \end{cases}$$

а параметри $\alpha_k(h)$ визначатимуться такими виразами:

$$\alpha_1 = \gamma_4 \exp(\zeta h);$$

$$\alpha_2 = \begin{cases} \gamma_2 + \frac{\gamma_1 - \gamma_2}{\gamma_3} h & \text{при } h \leq \gamma_3; \\ \gamma_1 & \text{при } h > \gamma_3; \end{cases}$$

$$\alpha_3 = \begin{cases} \gamma_6 & \text{при } h \leq \gamma_7; \\ \gamma_6 + \frac{\gamma_5 - \gamma_6}{\gamma_8 - \gamma_7} (h - \gamma_7) & \text{при } h > \gamma_7; \end{cases}$$

$$m = \frac{\ln(1 - \alpha_2)}{\beta_1};$$

де

$$a = \frac{(\beta_1 - \beta_3)(\alpha_3 - \alpha_1) - (\alpha_2 - \alpha_1)(\beta_2 - \beta_3)}{(\beta_2^2 - \beta_3^2)(\beta_1 - \beta_3) - (\beta_1^2 - \beta_3^2)(\beta_2 - \beta_3)}; b = \frac{\alpha_2 - \alpha_1 - a(\beta_1^2 - \beta_3^2)}{\beta_1 - \beta_3};$$

$$c = \alpha_1 - a\beta_3^2 - b\beta_3.$$

Величини $\beta_k, k = \overline{1,3}$ ($\beta_1 = 3$ роки – термін, протягом якого вчитель – молодий спеціаліст повинен відпрацювати за місцем свого призначення); $\gamma_8 \cdot \gamma = 1,8$; ζ і θ – параметри моделі, значення яких $\forall t, \mu$ задаються експериментатором перед початком кожного імітаційного експерименту, що дозволяє налаштувати досліджувану модель на особливості (адаптувати до умов) того чи іншого регіону або ЗНЗ.

5.3.2. Проектування і дослідження моделі оптимального розподілу педагогічних кадрів у навчальному закладі

У цьому розділі будуть наведені підходи щодо розв'язування задачі оптимального розподілу педагогічних кадрів у навчальному закладі (НЗ), постановка якої (опис формульованої частини задачі) здійснена в розділі 4.2.3.3.1. Будуть наведені результати експериментального дослідження алгоритму розв'язування зазначеної задачі засобами імітаційних систем.

- Проектування алгоритму розв'язування задачі.
- Дослідження ефективності алгоритму.

5.3.2.1. Проектування алгоритму розв'язування задачі

Задача оптимального розподілу педагогічних кадрів у НЗ (модель формульованої частини задачі) має вигляд

$$\max_{\chi} \min_{\mu} \min_{w \in W} \chi_{w\mu} z_{w\mu}; \quad (5.3.2.1-1)$$

$$H_{1np} \leq \sum_{w \in W} h_w \chi_{w\mu} \leq H_{2np}, \mu = \overline{1, q}; \quad (5.3.2.1-2)$$

$$\sum_{\mu=1}^q \chi_{w\mu} = 1, w = \overline{1, W}, \quad (5.3.2.1-3)$$

де: $\chi_{w\mu}$ – розподіл робіт w μ -го вчителя; $z_{w\mu}$ – ефективність навчання предмета p вчителем j -ї спеціальності, якщо навчання предмета p входить до роботи w ; H_{1np} і H_{2np} – відповідно нижня і верхня межа тижневого навантаження вчителя; h_w – три-

валість роботи w (кількість годин, що виділяються для виконання роботи w); W – кількість всіх робіт, що виконуються в НЗ. При цьому, оптимізація цільової функції (5.3.2.1-1) визначає такий розподіл педагогічних кадрів, при якому для кожного вчителя мінімізується ступінь неузгодженості робіт за профілем його спеціальності, що входять до його навчального доручення. Умова (5.3.2.1-2) задає обмеження на тижневе навантаження вчителя. Умова (5.3.2.1-3) означає, що виконання всіх W робіт в НЗ здійснюється існуючим складом педагогічних кадрів і що будь-яка робота може бути виконана тільки одним виконавцем.

Для проектування способу оптимального розподілу педагогічних кадрів у НЗ – створення алгоритму розв'язування цієї задачі – врахуємо такі її особливості. По-перше, в кожному стовпчику матриці $Z_{w\mu} = |z_{w\mu}|$ виберімо один або кілька елементів

(робіт) так, щоб виконувалось обмеження (5.3.2.1-2). По-друге, відповідно до (5.3.2.1-1), виберімо з матриці $Z_{w\mu}$ такий її елемент, який мав би максимальне значення серед усіх наявних. Враховуючи ці умови, доведемо справедливості таких тверджень.

Нехай α_w – максимальний елемент в w -ому рядку матриці $Z_{w\mu}$. Розташуємо елементи кожного стовпчика матриці $Z_{w\mu}$ в порядку зменшення їх значень і знайдемо мінімальне число перших n_μ елементів, для яких виконується умова

$$\sum_{n=1}^{n_\mu} h_w \geq H_{1np}. \quad (5.3.2.1-4)$$

Позначимо через β_μ значення елемента в матриці $Z_{w\mu}$, яке відповідає останньому з n_μ елементів в μ -му стовпчику цієї матриці; α_w – значення максимальної ефективності виконання роботи w . Тоді екстремальне значення цільової функції (5.3.2.1-1) не повинне перевищувати деяке γ , де

$$\gamma = \min_w (\min_w \alpha_w, \min_\mu \beta_\mu). \quad (5.3.2.1-5)$$

Доведення. За умови (5.3.2.1-3) будь-яка робота може бути виконана тільки одним виконавцем. Причому ефективність її виконання не перевершує α_w . Тому, якщо не враховувати умову (5.3.2.1-2), $\gamma \leq \min_w \alpha_w$. З іншого боку, для виконання обмеження (5.3.2.1-2) кожному виконавцеві необхідно надати не менше n_μ робіт. Тоді ефективність виконання всіх робіт, які визначені цільовою функцією (5.3.2.1-1), не перевищує $\min_\mu \beta_\mu$, тобто $\gamma \leq \min_\mu \beta_\mu$, що впливає з методу розрахунку β_μ . Одночасне врахування обох умов (5.3.2.1-2) і (5.3.2.1-3) приводить до (5.3.2.1-5).

Таким чином, спосіб розв'язування поставленої задачі зводиться до поділу множини робіт W на q підмножин (навчальних доручень), які не перетинаються і які задовольняють задані обмеження, згідно з якими кожен виконавець отримує доручення, що максимально відповідає профілю його спеціальності. Цей спосіб може бути реалізований за різними алгоритмами, серед яких доцільно (з позиції мінімізації ресурсів розв'язувальної системи задачі) обрати оптимальний (за загальною кількістю окремих операцій, що необхідно виконати для розв'язування задачі).

Використання алгоритму, заснованого на повному переборі можливих варіантів поділу W робіт на q підмножин в розглядуваному випадку практично нездійсненне, оскільки загальна кількість можливих поділів за цим алгоритмом є числом Стерлінга другого роду, яке значно зростає із збільшенням W і q . Тому загальна кількість

операцій перебору в такому алгоритмі стає, з точки зору реалізації розв'язувальної частини задачі, неприпустимо великою. Так, якщо $W = 10$, а $q = 5$, то можливі 14 721 варіанти поділу. Якщо $W = 12$ і $q = 5$, то кількість варіантів поділу становить вже 672 200. Зауважимо, що типово реальна кількість навчальних робіт, що виконуються навіть у невеликому ЗНЗ І, ІІ рівня без паралельних класів, дорівнює приблизно 59, а кількість вчителів в таких ЗНЗ, як правило, – в межах від семи до десяти. Взявши $W = 59$, $q = 7$ і скориставшись асимптотичною формулою Ердеша – Секереша, для чисел Стерлінга другого роду [363] отримаємо, що кількість поділів в цьому випадку приблизно дорівнює 7^{55} . Тому, однією з головних вимог, якій повинен задовольняти алгоритм, що проектується, є мінімізація кількості можливих операцій алгоритму, а отже, і часу розв'язування задачі. При цьому слід врахувати, що алгоритм розподілу педагогічних кадрів передбачається застосовувати для кожного ЗНЗ, загальна кількість яких у регіоні також значна (наприклад, для області – це типово сотні ЗНЗ).

Таким чином, для розв'язування поставленої задачі доцільно застосувати деякий наближений алгоритм, який дозволив би отримати розв'язок, достатньо (за деякою оцінкою) наближений до оптимального, але за припустимий час (час, який може бути реально виділений для розв'язування задачі). На основі визначених властивостей задачі можна оцінити ступінь наближення отриманого розв'язку до оптимального. Подібний підхід застосовується, наприклад, при розв'язуванні задач розподілу алгоритмів в обчислювальних системах [331].

Для пошуку розв'язку задачі будемо застосовувати спосіб послідовного розширення множини навчальних доручень μ -го виконавця (тобто множини $w_\mu \in W_\mu$ – кількості всіх робіт, що виконує μ -й вчитель), щоразу вибираючи ще не назначену поки що роботу, яка має $z_{w\mu} \geq \gamma$. При цьому можливі кілька різних стратегій побудови множини w_μ .

Перша полягає в тому, що, обирають μ і будують w_μ доти, доки не досягається виконання умови

$$\sum_{w \in W} h_w x_{w\mu} \leq H_{1np}, \quad (5.3.2.1-6)$$

а потім переходять до визначення навчальних доручень для другого виконавця. Але якщо елемент множини $z_{w\mu}$ є таким, що для двох або більше виконавців $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k$ існує деяка інша підмножина робіт $\tilde{W}$, причому

$$z_{w\mu_1} = z_{w\mu_2} = \dots = z_{w\mu_k} \geq \gamma, w \in \tilde{W},$$

$$z_{w\mu_i} < \gamma, i = \overline{1, k}, w \notin \tilde{W},$$

$$H_{1np} \leq \sum_{w \in \tilde{W}} h_w \leq H_{2np},$$

то якість отриманого в цьому випадку результату задачі значною мірою буде залежати від порядку, за яким будується множина W_μ . Це є суттєвим недоліком першої стратегії.

Друга стратегія побудови множини w_μ полягає в тому, що на основі даних про поточні значення відповідних параметрів задачі будуються три допоміжних модулі алгоритму. Перший модуль призначений для вибору номера виконавця, для якого в даний момент розширюється W_μ (збільшується множина робіт, що виконує μ -й вчи-

тель), а за допомогою другого вибирається робота для конкретного μ -го вчителя. Однак може статися так, що для всіх μ умова (5.3.2.1-6) вже виконана, але деякі роботи з W_μ ще залишилися невизначеними. Тому виявляється необхідним третій модуль алгоритму, за яким здійснюється прикріплення до виконавців нерозподілених робіт.

Логіка алгоритму полягає в такому. На етапі завдання початкових значень параметрів задачі в кожному стовпчику матриці $Z_{w\mu}$ вибирають n_μ елементів з максимальними значеннями β_μ , що задовольняють умову (5.3.2.1-4), запам'ятовують ці значення. Далі послідовно виконуються етапи вибору виконавця і призначення роботи. Обидва етапи реалізуються в межах відповідного спрямованого обчислювального процесу. При цьому параметрами управління вибором виконавця є: поточні значення β_μ ; поточні значення навантаження вчителя $H_\mu = \sum_{w \in W_\mu} h_w$; поточні значення

величини $R_\mu = \sum_{w \in F} (z_{w\mu} \geq \beta_\mu) h_w$, де F – множина (список) нерозподілених робіт.

Вибір роботи, закріпленої за виконавцем, залежить від таких параметрів: m_μ – кількість елементів в рядку w матриці $Z_{w\mu}$, для яких $z_{w\mu} \geq \beta_\mu$; F – множина нерозподілених робіт; h_w – навантаження, пов'язане з w -ою роботою.

Для описування конкретних правил вибору виконавця введемо змінну

$$a_\mu = \begin{cases} 1, & \text{якщо } H_\mu \geq H_{1np}, \\ 0 & \text{– у протилежному разі.} \end{cases}$$

З урахуванням цього вибір виконавця здійснюється за такою логікою:

1. Серед всіх μ , що задовольняють умову $a_\mu = 0$, шукають стовпчик, для якого існує $\min \beta_\mu$.

2. Якщо таких стовпчиків кілька, вибирають той, для якого $R_\mu + H_\mu \rightarrow \min$.

3. Якщо таких стовпчиків кілька, то беруть той з них, номер якого більший.

Правила вибору роботи для μ -го виконавця:

1. Вибираються всі нерозподілені роботи, для яких $H_\mu + h_\mu \leq H_{2np}$, $z_{w\mu} \geq \beta_\mu$.

2. Серед всіх таких робіт шукають таку роботу, для якої існує $\min m_\mu$.

3. Якщо таких робіт кілька, вибирають ту роботу, якій відповідає більше навантаження.

4. Якщо навантаження для кількох робіт однакове, вибирають роботу з меншим номером.

Завершальний етап роботи алгоритму пов'язаний з розподілом ще нерозподілених робіт між виконавцями у випадку, коли $a_\mu = 1$, $\mu = \overline{1, q}$, $F \neq \emptyset$, або для деяких μ , для яких

$$\beta_\mu < \beta_{zp}, \quad (5.3.2.1-7)$$

де β_{zp} – граничне значення якості виконання навчального доручення. Для визначеності, досить умовно будемо вважати, що $\beta_{zp} = 0,5$. Введення умови (5.3.2.1-7) необхідне тому, що в окремих ЗНЗ може сформуватися такий склад педагогічних кадрів, коли

$$\left(\sum_{w=1}^{n_\mu} h_w \right) / q < H_{1np}.$$

У цьому разі будь-яка спроба розподілити всю наявну в НЗ навчальну роботу так, аби отримати значення цільової функції (5.3.2.1-1), що наближене до екстремального, при одночасному виконанні умови (5.3.2.1-2), виявиться нездійсненним. Тоді доцільно зменшити значення H_{1np} , поклавши

$$H_1 = \left[\left(\sum_{w=1}^{w_\mu} h_w \right) / q \right].$$

Логіка алгоритму на зазначеному його етапі описується такими правилами:

1. Виберімо першу з робіт, що входять до списку F . Позначимо її номером w .
2. Призначаємо виконавця для даної роботи. Для цього знайдемо деяке $\theta = \max_{\mu} z_{w\mu}$. Одночасно, за допомогою змінної b_w запам'ятовуємо кількість стовпців, для яких $z_{w\mu} = \theta$. Якщо $b_w > 1$, то визначаємо номер виконавця за умовами, що $H_\mu \rightarrow \min$, $H_\mu + h_\mu \leq H_{2np}$. Якщо мінімальних значень H_μ кілька, вибираємо таке μ , яке задовольняє умову $\beta_\mu \rightarrow \min$. Якщо таких значень β_μ кілька, вибираємо μ з найбільшим номером.
3. Повторюючи описаний процес для всіх робіт, що входять до списку F , отримуємо множину пар $p = \{(w, \mu)\}$.
4. Серед всіх пар, що входять до множини p , послідовно обираємо найкращу за критеріями, що наведені в табл. 5.3.2.1-1.

Таблиця 5.3.2.1-1

Критерії обирання $p = \{(w, \mu)\}$

Номер критерію	Підходи щодо вибору пар $p = \{(w, \mu)\}$
Критерій 1	Знаходимо пару (w, μ) , для якої існує $\min_{(w, \mu) \in p} z_{w\mu}$
Критерій 2	Якщо таких пар кілька, то обираємо пару, що задовольняє умову $\min_w h_w$
Критерій 3	Якщо і таких пар кілька, то обираємо пару, що задовольняє умову $\max_\mu h_\mu$
Критерій 4	Якщо таких пар кілька, обираємо пару, для якої існує $\max_p R_\mu$
Критерій 5	У випадку рівності мінімальних значень R_μ для кількох пар обираємо (w, μ) , для якої існує $\max_\mu \beta_\mu$
Критерій 6	Якщо таких пар кілька, беремо останню пару із списку F

5. Коригуємо поточні значення β_μ , H_μ , R_μ . Коригуємо список F .

Якщо $F \neq 0$, то вибираємо наступну нерозподілену роботу і повторюємо процес вибору $p = \{(w, \mu)\}$ з кроку (критерію) 2.

Описана логічна структура алгоритму розв'язування задачі оптимального розподілу складу педагогічних кадрів у ЗНЗ дозволяє здійснювати неітеративний процес розв'язування задачі, забезпечити автоматичне налагодження алгоритму та вибір стратегії пошуку розв'язків залежно від поточних значень управляючих параметрів.

У наступному розділі на конкретному прикладі розглянемо результати експериментального дослідження описаного алгоритму засобами імітаційних систем.

5.3.2.2. Дослідження ефективності алгоритму

У цьому розділі будуть наведені результати експериментального дослідження алгоритму розв'язування задачі оптимального розподілу педагогічних кадрів в загальноосвітньому навчальному закладі (ЗНЗ) засобами імітаційних систем [97].

Ефективність алгоритму будемо оцінювати за значенням відносної похибки відхилення значення цільової функції, що отримана за експериментальними результатами розв'язування зазначеної задачі засобами імітаційних систем, від її екстремального значення, що отримане за способом, описаним у попередньому розділі (5.3.2.1):

$$\varepsilon = \frac{|D^* - D|}{D^*},$$

де ε – відносна похибка; D^* – екстремальне значення цільової функції; D – значення цільової функції за експериментальними результатами.

В імітаційній системі, в якій відтворювався запропонований алгоритм, вводились конкретні значення вхідних даних (параметрів) задачі, якими виступали: $Z_{w\mu}$ – матриця елементів ефективності виконання w -ї роботи μ -м вчителем; H_{1np} , H_{2np} – обмеження навантаження вчителя; h_w – навантаження, відповідне w -й роботі; W – кількість всіх робіт; Q – кількість вчителів у ЗНЗ.

При цьому виконувались такі умови:

$$0 \leq Z_{w\mu} \leq 1, W_H \leq W \leq W_B, Q_H \leq Q \leq 20, 2 \leq h_w \leq 10,$$

$$\bar{H} = \sum_w h_w, \min_w h_w < H_{1np} \leq] \bar{H}/Q [,$$

$$H_{2np} = (] W/Q]) \max_w h_w ,$$

де W_H, W_B – відповідно значення нижньої і верхньої межі кількості робіт, що підлягають виконанню, Q_H – значення нижньої межі кількості вчителів в ЗНЗ, які в імітаційній системі задавалися генератором випадкових чисел з рівномірним розподілом на зазначеній множині.

Обґрунтування описаних у розділі 5.3.2.1 правил управління логікою запропонованого алгоритму наведемо на конкретному прикладі, в якому були прийняті такі значення параметрів задачі: $W = 15$, $Q = 8$, $H_{1np} = 5$, $H_{2np} = 18$ (досить наближено збігається із значеннями цих параметрів в освітній практиці), а значення параметрів задачі $Z_{w\mu} = |z_{w\mu}|$ і h_w обирались такими, які наведені в таблиці 5.3.2.2-1.

Процес розв'язування задачі відображений в таблиці 5.3.2.2-2, де у відповідних клітинах таблиці вказані номери робіт, які призначаються виконавцеві на кожному кроці алгоритму. При цьому значення цільової функції, що отримані за результатами експерименту, впливає з їх оптимальними значеннями. Нагадаємо, що, як впливає із твердження, доведеного в попередньому розділі (5.3.2.1), оптимальне значення цільової функції задачі не перевищує 0,6.

Коротко розглянемо логіку алгоритму (зміст всіх позначень, що застосовуються нижче, збігаються з прийнятими в попередньому розділі (5.3.2.1).

У процесі розв'язування задачі спочатку знаходять значення β_μ і R_μ (табл. 5.3.2.2-3).

Таблиця 5.3.2.2-1

Значення параметрів $Z_{\mu} = |z_{\mu}|$ і h_w при експериментальному дослідженні ефективності алгоритму розв'язування задачі

№	z_{μ}								h_w
	$\mu = 1$	$\mu = 2$	$\mu = 3$	$\mu = 4$	$\mu = 5$	$\mu = 6$	$\mu = 7$	$\mu = 8$	
1	0,0	0,4	0,3	0,6	0,8	0,4	0,8	0,4	5
2	0,9	0,2	0,3	0,8	0,5	0,0	0,9	0,1	7
3	0,0	0,2	0,3	0,8	0,2	0,8	0,1	0,9	2
4	0,0	0,9	0,7	0,0	0,6	0,4	0,0	0,0	2
5	0,3	0,9	0,7	0,8	0,0	0,4	0,6	0,1	8
6	0,3	0,8	0,5	0,9	0,2	0,1	0,8	0,8	9
7	0,0	0,8	0,7	0,9	0,1	0,0	0,0	0,1	9
8	0,4	0,4	0,6	0,3	0,5	0,5	0,1	0,4	5
9	0,1	0,0	0,7	0,2	0,7	0,2	0,4	0,1	2
10	0,5	0,0	0,4	0,4	0,8	0,2	0,9	0,7	6
11	0,3	0,7	0,4	0,2	0,6	0,8	0,4	0,1	3
12	0,7	0,6	0,2	0,0	0,8	0,9	0,0	0,0	5
13	0,8	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	0,3	0,6	8
14	0,6	0,4	0,1	0,9	0,6	0,0	0,9	0,1	3
15	0,0	0,4	0,2	0,3	0,7	0,1	0,7	0,2	6

Таблиця 5.3.2.2-2

Ілюстрація роботи алгоритму в процесі розв'язування задачі

Крок	Виконавці/роботи								Крок	Виконавці/роботи							
	1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8
1			2						9				7				
2	13								10			8					
3								3	11					15			
4								6	12					9			
5					1				13						11		
6						12			14		4						
7							10		15							14	
8		5															

Таблиця 5.3.2.2-3

Значення змінних β_{μ} і R_{μ} в процесі розв'язування задачі

μ	1	2	3	4	5	6	7	8
β_{μ}	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	0,8
R_{μ}	7	10	7	21	16	5	16	11

Далі виконується перший крок алгоритму, на якому здійснюється вибір конкретного виконавця і роботи, що йому призначається. Оскільки $H_\mu = a_\mu = 0$, $\mu = 1, 8$, то відповідно до першого правила вибору виконавця відшукується значення $\min \beta_\mu$. Мінімальне значення β припадає на номери виконавців 3, 5, 8. Тому, застосовуючи друге правило, отримуємо $\mu = 3$, тобто на першому кроці здійснення алгоритму робота призначається третьому виконавцеві. Суть зазначених правил полягає в тому, що при виборі виконавця на кожному кроці повинна зберігатися можливість отримання кінцевого оптимального розв'язку задачі. Для цього, насамперед, необхідно призначати роботи тим виконавцям, для яких β_μ має мінімальне значення. У противному разі призначення деякої роботи іншим виконавцям може привести до ситуації, коли $H_\mu + R_\mu < H_{1np}$. Це ті виконавці, для яких має місце $\min \beta_\mu$.

Оскільки обмеження щодо навантаження цих виконавців не виконується, то єдина можливість виправити становище полягає у послідовному зменшенні β_μ до тих значень, за якими не буде отримано $H_\mu + R_\mu > H_{1np}$. Тим самим розглянуті правила дозволяють на кожному кроці здійснення алгоритму розподіляти роботи виконавцям, для яких значення β_μ і $H_\mu + R_\mu$ критичні.

Визначивши μ -го виконавця, переходять до вибору нерозподіленої роботи, яку цей виконавець зможе виконати з ефективністю не нижче ніж β_μ . При цьому повинно виконуватись обмеження за верхньою межею навантаження, тобто $H_\mu + R_\mu \leq H_{2np}$.

У прикладі, що розглядається, на першому кроці алгоритму третьому виконавцеві може бути призначена робота під номером 2, що і визначена за алгоритмом. Якщо б таких робіт було б кілька, то потрібно було б вибирати ту з них, призначення якої менш всього відображається на поточних значеннях R_μ і β_μ для $\mu \neq 3$. У противному разі виникла б вже попередньо розглянута ситуація. Формально це відповідає вибору роботи за умови $\min_{w \in W} h_w$. Якщо таких робіт є кілька, то з метою подальшого забезпечення можливості виконання обмежень з навантаження виконавців доцільно спочатку назначити роботу, для якої має місце $\max_{w \in W} h_w$.

Після того, як для всіх виконавців дібрані роботи, що максимально збігаються з їх викладацьким профілем, і виконані обмеження з навантаження, але залишились ще роботи, які не розподілені, настає завершальний етап роботи алгоритму. Якщо на попередніх кроках роботи алгоритму процес розв'язування задачі йде в напрямі виконавець $\rightarrow$ робота, то на даному етапі реалізовується зворотний зв'язок – розв'язування задачі йде в напрямі робота $\rightarrow$ виконавець. У наведеному прикладі цей етап відповідає крокам 10–15. Спочатку для кожної з нерозподілених робіт підбирається виконавець, тобто будуються пари (W, μ) , принцип будови яких дещо нагадує той, що відповідає методу послідовних поступок, який часто застосовується при розв'язуванні оптимізаційних задач з багатьма цільовими функціями. Формально вибір виконавця описується таким розв'язуючим правилом. Виконавець μ_1 має переваги для виконання роботи w , перед виконавцем μ_2 , якщо виконуються такі логічні співвідношення

$$\begin{aligned} & (z_{w\mu_1} > z_{w\mu_2}) \vee (z_{w\mu_1} = z_{w\mu_2}) \wedge (H_{\mu_1} < H_{\mu_2}), \vee \\ & (z_{w\mu_1} = z_{w\mu_2}) \wedge (H_{\mu_1} = H_{\mu_2}) \wedge (\beta_{\mu_1} < \beta_{\mu_2}), \vee \\ & (z_{w\mu_1} = z_{w\mu_2}) \wedge (H_{\mu_1} = H_{\mu_2}) \wedge (\beta_{\mu_1} = \beta_{\mu_2}) \wedge (\mu_1 > \mu_2). \end{aligned}$$

Побудувавши множину пар за зазначеним правилом, вибираємо кращу з них. Пара (w_1, μ) є переважною відносно пари (w_2, μ) , якщо виконуються такі логічні співвідношення

$$\begin{aligned} & (z_{w_1, \mu_1} < z_{w_2, \mu_2}) \vee (z_{w_1, \mu_2} = z_{w_2, \mu_2}) \wedge (n_{w_1} < n_{w_2}), \vee \\ & (z_{w_1, \mu_1} < z_{w_2, \mu_2}) \wedge (n_{w_1} = n_{w_2}) \wedge (h_{w_1} > h_{w_2}), \vee \\ & (z_{w_1, \mu_1} = z_{w_2, \mu_2}) \wedge (n_{w_1} = n_{w_2}) \wedge (h_{w_1} = h_{w_2}) \wedge (R_{\mu_1} > R_{\mu_2}), \vee \\ & (z_{w_1, \mu_1} = z_{w_2, \mu_2}) \wedge (n_{w_1} = n_{w_2}) \wedge (h_{w_1} = h_{w_2}) \wedge (R_{\mu_1} = R_{\mu_2}) \wedge (w_1 < w_2) = 1. \end{aligned}$$

Як і на попередніх кроках роботи алгоритму, правила вибору пари (W, μ) є такими, щоб при подальшому здійсненні алгоритму максимально зберегти можливість отримання оптимального розв'язку всієї задачі. Так, у розглядуваному прикладі після виконання дев'ятого кроку алгоритму обмеження з навантаження для всіх виконавців виявляються дотриманими, а поточне значення цільової функції дорівнює 0,8. Вільними залишились виконавці з номерами 4, 8, 9, 11, 14, 15. На десятому кроці виконання алгоритму за вже визначеними тут правилами обирається пара $W = 8, \mu = 3$, оскільки тільки таке розподілення робіт дозволяє отримати оптимальний розв'язок задачі із значенням цільової функції, що дорівнює 0,6. Всі інші елементи восьмого рядка матриці $Z_{w\mu}$ менші за 0,6.

Для оцінки ефективності запропонованого алгоритму було розв'язано 250 задач з такими значеннями кількості робіт і виконавців: $20 \leq W \leq 80, 10 \leq Q \leq 20$.

Було помічено, що час розв'язування задачі майже лінійно зростає із збільшенням W . Так, при використанні для розв'язування задачі персонального комп'ютера (процесор Пентіум-2, оперативна пам'ять 256 Кб) загальний час генерації і розв'язування 50 задач при $20 \leq W \leq 40$ становив 4 хв 28 с, а для такої ж кількості задач при $40 \leq W \leq 80$ загальний час дорівнював 9 хв 50 с.

При дослідженні статистичних властивостей запропонованого алгоритму отримані такі результати. Кількість задач, що розв'язані з відносною похибкою $\epsilon = 0, -66,4\%$. Для $6,8\%$ задач похибка не перевищувала 0,2. Для $20,8\%$ задач $\epsilon \leq 0,5$. Нарешті, тільки 6% задач були розв'язані з похибкою $\epsilon > 0,5$. Таким чином, середнє значення похибки $\bar{\epsilon}$ для всіх 250 задач не перевищило 13% .

Окрім дослідження статистичної ефективності запропонованого алгоритму, за допомогою тестових задач був проведений аналіз доцільності використання алгоритму розподілу педагогічних кадрів у конкретних ЗНЗ. Отримані результати можна сформулювати так:

1. Розподіл навчальних доручень, отриманий за допомогою запропонованого алгоритму, добре узгоджується з організаційно-педагогічними принципами розподілу педагогічних кадрів у ЗНЗ.

2. Застосування алгоритму дозволяє забезпечити вирівнювання загального навантаження окремих вчителів, одночасно забезпечити максимальний збіг конкретного виду навчального доручення з педагогічним профілем вчителя.

3. Застосування алгоритму дозволяє вирівнювати загальну кількість підготовок, які здійснює вчитель не за своїм педагогічним профілем.

4. Шляхом зміни H_{1np} – нижньої межі навантаження за допомогою запропонованого алгоритму можна реалізувати різні стратегії розподілу педагогічних кадрів у ЗНЗ. Задавши H_{1np} в інтервалі $[18, 24]$, можна реалізувати таку стратегію розподілу

педагогічних кадрів: забезпечити всіх вчителів прийнятним навантаженням можливо за рахунок деякого зниження якості виконання плану в цілому по ЗНЗ. Задавши $H_{\text{пр}}$ в інтервалі [6, 12], можна реалізувати іншу стратегію розподілу педагогічних кадрів: забезпечити максимально можливу при заданому складі педагогічних кадрів якість виконання навчального плану в цілому в ЗНЗ можливо при деякому недовантаженні окремих вчителів.

5. Запропонований алгоритм розподілу педагогічних кадрів у ЗНЗ має прийнятну для практики швидкодію. Так, наприклад, затрачений час при використанні персонального комп'ютера із зазначеними вище характеристиками для розподілу 20 вчителів у повній загальноосвітній школі без паралельних класів, дорівнює близько 1 хв, а для розподілу всіх вчителів основної школи – від 15 до 20 с.

5.3.3. Дослідження динамічних властивостей автоматизованої розв'язувальної системи

- Дослідження стійкості автоматизованої розв'язувальної системи.
- Дослідження впливу значень параметрів автоматизованої розв'язувальної системи на час розв'язування задач.

У цьому розділі будуть наведені результати дослідження на моделях динамічних характеристик автоматизованої (в розумінні, наведеному у розділі 3.6) розв'язувальної системи (АРС), призначенням якої є досягнення спільного результату розв'язування певної задачі. Причому будуть розглянуті тільки ті з найбільш важливих динамічних характеристик АРС, оцінки яких можливі у результаті експериментального визначення та аналізу динамічних характеристик (ДХ) моделі АРС, що в термінах теорії автоматичного регулювання відповідає оцінці стійкості АРС та якості перехідного процесу її вихідної величини. Мова тут піде про результати імітаційного експерименту з моделлю АРС, що описана в розділі 3.6, в якій певна цілеспрямована діяльність оператора та відповідне функціонування комп'ютера забезпечують послідовне покрокове розв'язування певної задачі на підставі деякого критерію ефективності розв'язування задачі. При цьому забезпечується найкраще співвідношення наявних можливостей оператора і характеристик комп'ютера щодо розв'язування даної задачі [75].

Дослідження динамічних властивостей моделі, що розглядається, велись шляхом поєднання аналітичних і експериментальних процедур (теоретико-експериментальним методом), які в даному випадку успішно доповнювали один одного на різних етапах дослідження. При цьому експериментальні дослідження проводились за допомогою розглянутих у попередніх розділах методів і засобів імітаційних систем (ІМС), реалізованих на базі аналого-цифрових засобів досліджень (АЦЗД – див. розділ 5.2).

5.3.3.1. Дослідження стійкості автоматизованої розв'язувальної системи

Розглянемо спочатку випадок, коли АРС – система з постійними в часі параметрами. Далі, застосовуючи метод «заморожування параметрів» [33], розповсюдимо отримані результати і для тих випадків, коли АРС є системою із змінними і стохастичними параметрами. Зазначимо, що у всіх розглядуваних тут випадках структура моделі АРС передбачається детермінованою.

Для дослідження стійкості АРС достатньо розглянути лише замкнутий контур її моделі (рис. 3.6, г), тобто тільки модель лінійної частини розв'язуючої системи (ЛЧРС).

Відповідно (3.6-3) і (3.6-4) запишемо вираз для передаточної функції розімкненої ЛЧРС

$$W_p(p) = W_E(p)W_0(p) = K_1 K_2 \frac{p\tau_2 + 1}{p\tau_3 + 1} e^{-p(\tau_1 + \tau_4)} = K_p \frac{p\tau_2 + 1}{p\tau_3 + 1} e^{-p\tau_5}, \quad (5.3.3.1-1)$$

де: $K_p = K_1 K_2$, $\tau_5 = \tau_1 + \tau_4$.

Далі, поставимо перед собою мету не тільки отримати умову стійкості АРС, а й виділити області стійкості АРС, тобто знайти межі допустимих змін значень параметрів моделі АРС і встановити ті області їх можливих значень, за яких АРС буде стійкою. Оскільки характеристика стійкості АРС залежить не від самих значень постійних часу моделі АРС, а від їх співвідношень, то введемо у розгляд відносні параметри

$$\alpha = \tau_2 / \tau_3 \text{ та } \beta = \tau_5 / \tau_3.$$

Аналіз (5.3.3.1-1) приводить до умов, що визначають область стійкості РС: РС перебуває на межі стійкості, якщо

$$\text{а) } \begin{cases} K_p \leq 1 \\ K_p \alpha = 1, \\ \beta > 0, \end{cases} \quad \text{б) } \begin{cases} K_p > 1 \\ K_p \alpha \leq 1, \\ \beta = \beta_{kp}, \end{cases}$$

РС стійка, якщо

$$\text{а) } \begin{cases} K_p \leq 1 \\ K_p \alpha < 1, \\ \beta \geq 0, \end{cases} \quad \text{б) } \begin{cases} K_p > 1 \\ K_p \alpha \leq 1, \\ \beta < \beta_{kp}, \end{cases}$$

де $\beta_{kp} = \sqrt{\frac{(K_p \alpha)^2 - 1}{1 - K_p^2}} \left(\pi - \arctg \sqrt{\frac{(1 - K_p^2)[(K_p \alpha)^2 - 1]}{K_p^2 \alpha + 1}} \right)$ – критичне значення пара-

метру β , що визначає умову знаходження замкнутої ЛЧРС на межі стійкості. В інших випадках АРС нестійка.

Поверхня Ω_{cm} межі стійкості АРС в координатах (K_p, α, β) описується такими рівняннями:

$$\Omega_{cm}(K_p, \alpha, \beta) = \begin{cases} \Omega_1(K_p, \alpha, \beta) = \beta - \beta_{kp} = 0 \text{ для } K_p > 1, \\ \Omega_2(K_p, \alpha, \beta) = K_p \alpha - 1 = 0 \text{ для } K_p \leq 1. \end{cases} \quad (5.3.3.1-2)$$

Таким чином, область стійкості АРС може бути відображена деяким об'ємом V_{cm} (рис. 5.3.3.1-1, див. с. 638), що обмежений поверхнею $\Omega_y(K_p, \alpha, \beta)$ і координатними площинами (оскільки $K_p \geq 0$, $\alpha \geq 0$, $\beta \geq 0$).

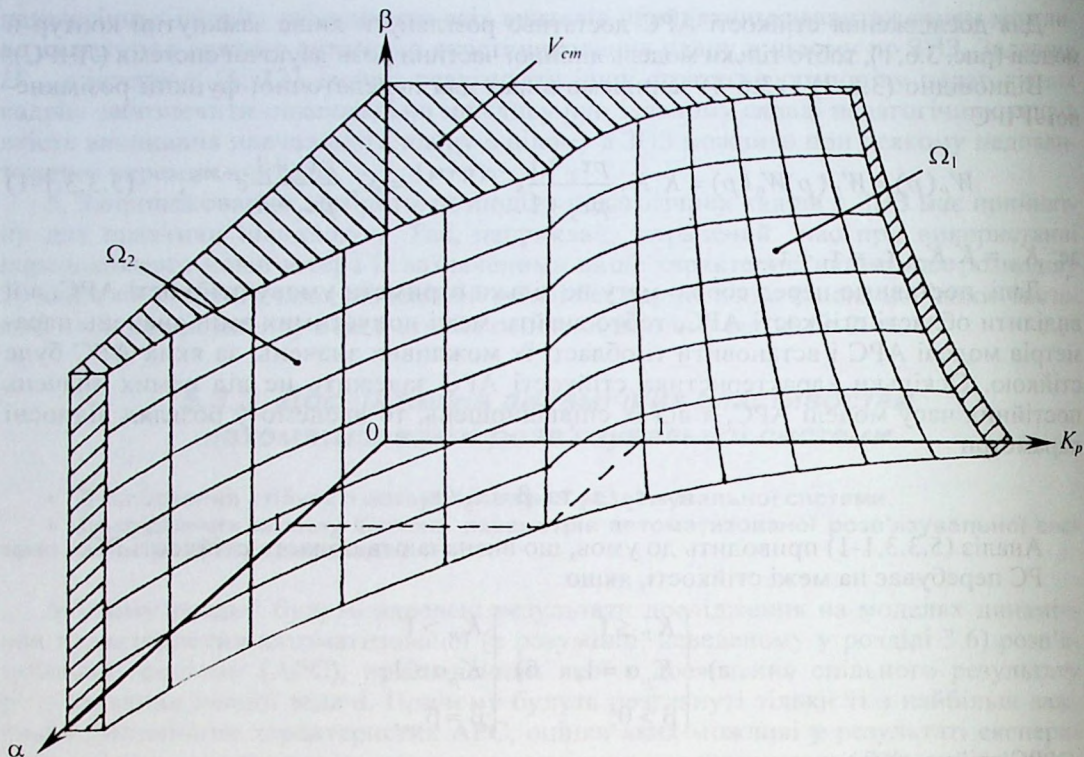


Рис. 5.3.3.1-1. Об'єм V_{cm} і поверхні стійкості Ω_1 и Ω_2 автоматизованої розв'язувальної системи

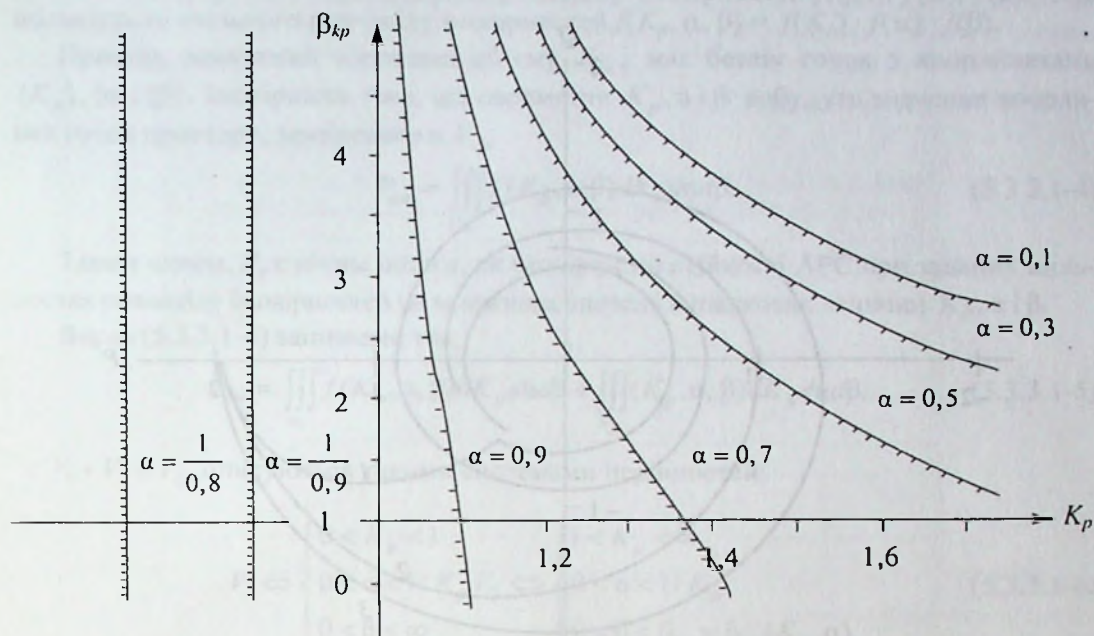
Експериментальні дослідження моделі АРС (рис. 3.6-д) підтвердили правильність зроблених теоретичних висновків. За допомогою аналого-цифрових засобів дослідження ІМС (див. розділ 5.2.4.4) отримані графіки областей стійкості АРС для різних значень K_p , α і β , що визначають межі стійкості АРС (рис. 5.3.3.1-2) і графіки функції $\beta_{кр}(K_p, \alpha)$, що визначають межі стійкості АРС для $K_p \gg 1$ і $K_p \ll 1$ (рис. 5.3.3.1-3), а також побудована амплітудно-фазочастотна характеристика АРС (рис. 5.3.3.1-4, див. с. 640), яка ілюструє (при фіксованих значеннях K_p , α і різних β) перехід АРС із стійкого стану (крива 1) через критичний (крива 2) в нестійкий стан (крива 3, що охоплює точку на комплексній площині з координатами $-1, j0$).

Аналіз отриманих результатів дозволяє запропонувати співвідношення, за допомогою яких можна з достатньою для практики точністю описати область стійкості АРС при $K_p \gg 1$ і $\ll 1$:

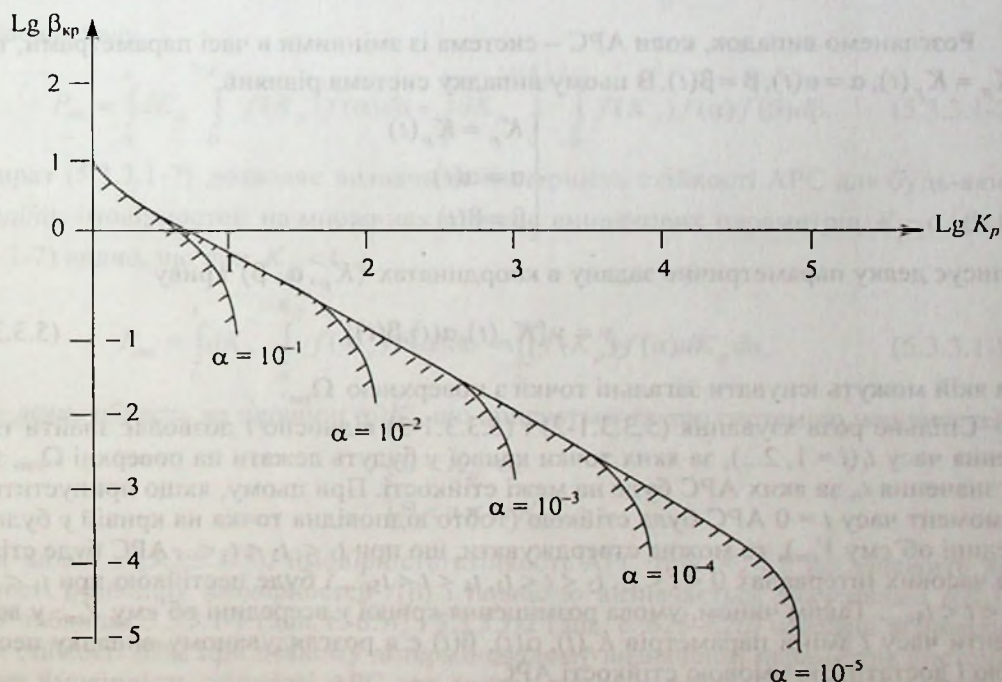
$$\beta \leq \begin{cases} -K_p + 2 & \forall K_p [\partial B] \leq [\partial B] \\ -\infty & \forall K_p [\partial B] > [\partial B], \end{cases}$$

де K_p , $[\partial B]$, $[\partial B]$ – значення параметрів моделі АРС в децибелах.

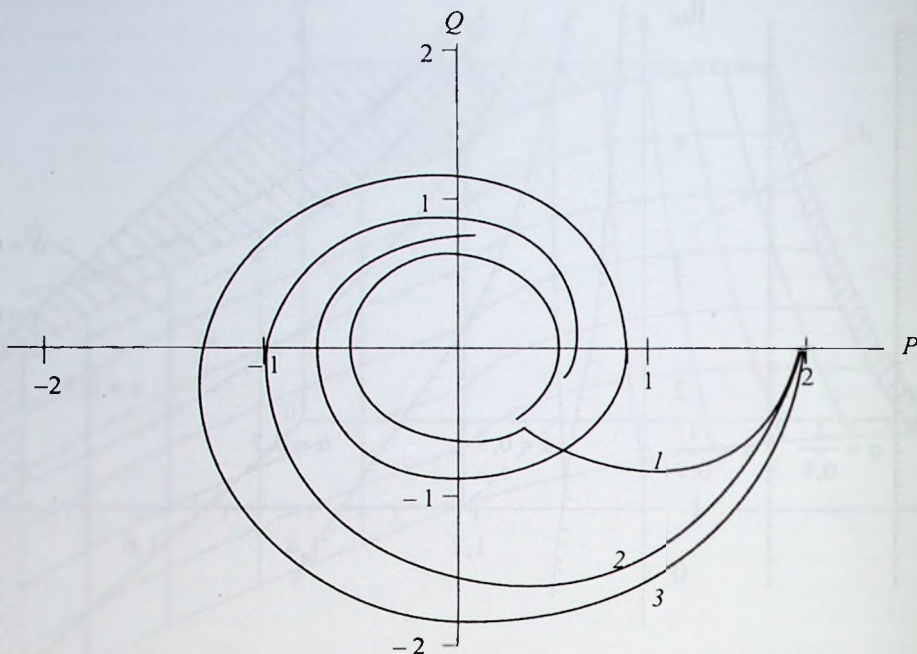
Все сказане правильне і для АРС з повільно змінними параметрами. При цьому можна стверджувати, що система стійка доти, доки ці параметри лежать в області, що замкнена в об'ємі V_{cm} .



Р и с. 5.3.3.1-2. Графіки областей стійкості автоматизованої розв'язувальної системи для різних значень K_p , α і β , що визначають межі стійкості АРС



Р и с. 5.3.3.1-3. Графіки функції $\beta_{kp}(K_p, \alpha)$, що визначають межі стійкості автоматизованої розв'язувальної системи для $K_p \gg 1$ і $K_p \ll 1$



Р и с. 5.3.3.1-4. Амплітудно-фазочастотна характеристика автоматизованої розв'язувальної системи для $K_p = 2$, $\alpha = 0,3$ і різних β : $\beta = 0,1$ (крива 1) $\beta = 1,2$ (крива 2), $\beta = 2,5$ (крива 3)

Розглянемо випадок, коли АРС – система із змінними в часі параметрами, тобто $K_p = K_p(t)$, $\alpha = \alpha(t)$, $\beta = \beta(t)$. В цьому випадку система рівнянь

$$\begin{cases} K_p = K_p(t) \\ \alpha = \alpha(t) \\ \beta = \beta(t) \end{cases}$$

описує деяку параметрично задану в координатах (K_p, α, β) криву

$$y = y[K_p(t), \alpha(t), \beta(t)], \quad (5.3.3.1-3)$$

на якій можуть існувати загальні точки з поверхнею Ω_{cm} .

Спільне розв'язування (5.3.3.1-2) і (5.3.3.1-3) відносно t дозволяє знайти ті значення часу $t_i (i = 1, 2, \dots)$, за яких точки кривої y будуть лежати на поверхні Ω_{cm} , тобто ті значення t_i , за яких АРС буде на межі стійкості. При цьому, якщо припустити, що в момент часу $t = 0$ АРС була стійкою (тобто відповідна точка на кривій y була всередині об'єму V_{cm}), то можна стверджувати, що при $t_1 < t_2 < t_3 < \dots$ АРС буде стійкою на часових інтервалах $0 < t < t_1$, $t_2 < t < t_3$, $t_4 < t < t_5, \dots$ і буде нестійкою при $t_1 < t < t_2$, $t_3 < t < t_4, \dots$ Таким чином, умова розміщення кривої y всередині об'єму V_{cm} у всі моменти часу t зміни параметрів $K_p(t)$, $\alpha(t)$, $\beta(t)$ є в розглядуваному випадку необхідною і достатньою умовою стійкості АРС.

Розглянемо тепер випадок, коли АРС – система із стохастичними параметрами. Нехай параметри РС $K_p(t)$, $\alpha(t)$, $\beta(t)$ – некорельовані, стаціонарні, ергодичні випадкові

змінні з неперервними щільностями розподілу імовірностей $f(K_p)$, $f(\alpha)$, $f(\beta)$. Тоді щільність їх спільного розподілу імовірностей $f(K_p, \alpha, \beta) = f(K_p) \cdot f(\alpha) \cdot f(\beta)$.

Простір, замкнений всередині об'єму V_{cm} , має безліч точок з координатами $\{K_p\}$, $\{\alpha\}$, $\{\beta\}$. Імовірність того, що параметри K_p , α і β набудуть значення координат точок простору, замкненого в V_{cm}

$$P_{cm} = \iiint_{V_{cm}} f(K_p, \alpha, \beta) dK_p d\alpha d\beta. \quad (5.3.3.1-4)$$

Таким чином, P_y є нічим іншим, як імовірністю стійкості АРС при заданих щільностях розподілу імовірностей на множинах значень випадкових величин K_p , α і β .

Вираз (5.3.3.1-4) запишемо так:

$$P_{cm} = \iiint_{V_1} f(K_p, \alpha, \beta) dK_p d\alpha d\beta + \iiint_{V_2} f(K_p, \alpha, \beta) dK_p d\alpha d\beta, \quad (5.3.3.1-5)$$

де $V_1 + V_2 = V_{cm}$ описуються такими системами нерівностей:

$$V_1 \Leftrightarrow \begin{cases} 0 < K_p < 1 \\ 0 < \alpha < 1/K_p \\ 0 < \beta < \infty \end{cases} \quad V_2 \Leftrightarrow \begin{cases} 1 < K_p < \infty \\ 0 < \alpha < 1/K_p \\ 0 < \beta < \beta_{kp} = \beta_{kp}(K_p, \alpha). \end{cases} \quad (5.3.3.1-6)$$

З урахуванням (5.2.2.1-6) та беручи до уваги, що $\int_0^{\infty} f(\beta) d\beta = 1$, вираз (5.3.3.1-5) набуває вигляду

$$P_{cm} = \int_0^1 dK_p \int_0^{1/K_p} f(K_p) f(\alpha) d\alpha + \int_1^{\infty} dK_p \int_0^{1/K_p} \int_0^{\beta_{kp}} f(K_p) f(\alpha) f(\beta) d\beta. \quad (5.3.3.1-7)$$

Вираз (5.3.3.1-7) дозволяє визначити імовірність стійкості АРС для будь-яких розподілів імовірностей на множинах значень випадкових параметрів K_p , α і β . Із (5.3.3.1-7) видно, що при $K_p < 1$

$$P_{cm} = \int_0^1 dK_p \int_0^{1/K_p} f(K_p) f(\alpha) d\alpha = \iint_{S_1} f(K_p) f(\alpha) dK_p d\alpha, \quad (5.3.3.1-8)$$

де S_1 – деяка область на площині $\alpha O K_p$, що описується такою системою нерівностей:

$$\begin{cases} 0 < K_p < 1 \\ 0 < \alpha < 1/K_p. \end{cases}$$

Як видно з (5.3.3.1-8), ймовірність стійкості АРС при $K_p < 1$ не залежить від щільності розподілу ймовірностей $f(\beta)$ і повністю визначається значеннями $f(K_p)$ і $f(\alpha)$. У таблицях 5.3.3.1-1 (див. с. 624) і 5.3.3.1-2 (див. с. 625–626) наведені відповідно умови стійкості АРС при деякому детермінованому визначенні параметрів системи, а також ймовірність стійкості АРС для деяких типових розподілів імовірностей на

множинах значень її випадкових параметрів. Вид розподілів ймовірностей на множинах значень випадкових параметрів τ_2 , τ_3 , K_p і α для випадків, наведених в табл. 5.3.3.1-2, подано на рис. 5.3.3.1-5, а вид залежності P_y від значень параметрів K'_p і α' наведено на рис. 5.3.3.1-6.

Таблиця 5.3.3.1-1

Умови стійкості автоматизованої розв'язувальної системи за різного характеру змін параметрів її моделі в часі

Автоматизована розв'язувальна система із змінними параметрами				
Закони зміни параметрів моделі АРС				Умови стійкості АРС
$\tau_2(t)$	$\tau_3(t)$	$K_p(t)$	$\alpha(t) = \frac{\tau_2(t)}{\tau_3(t)}$	
t^{r_2}	t^{r_3}	t^{r_p}	$t^{r_2-r_3}$	$l < 1$
$g_2 t^{2r}$	$g_3 t^r$	$g_p t^r$	$\frac{g_2 t^r}{g_3}$	$l < 2\sqrt{\frac{g_3}{g_p g_2}}$

Примітки: 1. $g_p g_3 < 1$; $r_1, r_2, r_3, r_p, g_2, g_3, g_p$, – деякі постійні величини; 2. τ_5 – для всіх зазначених випадків змінюється за довільним законом.

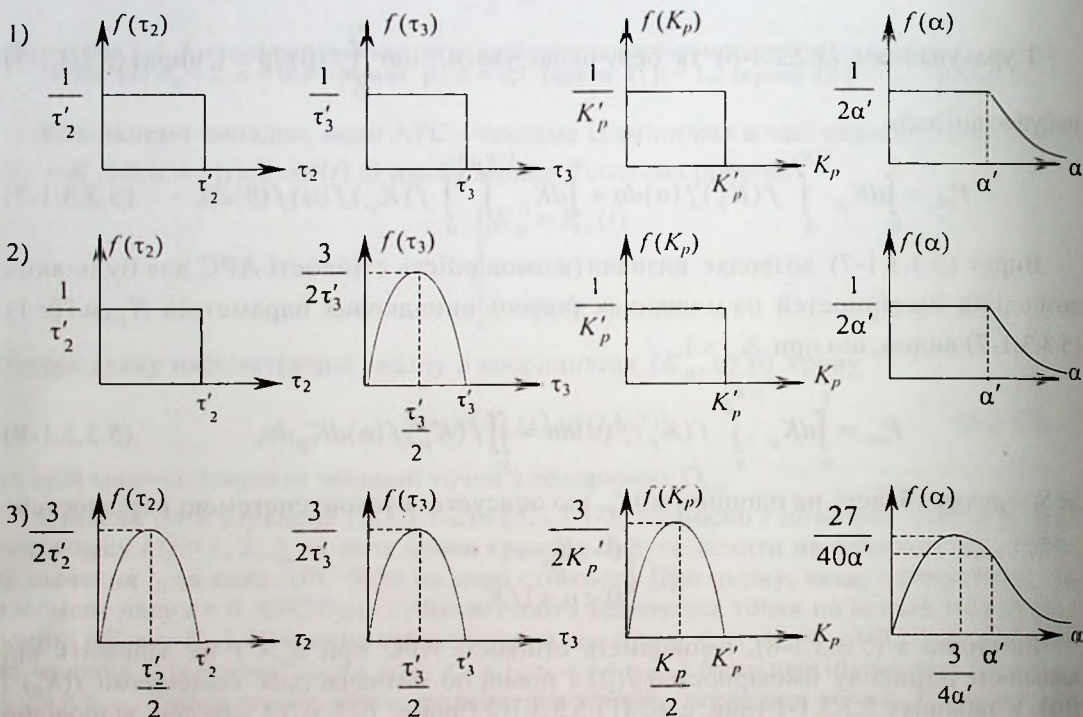
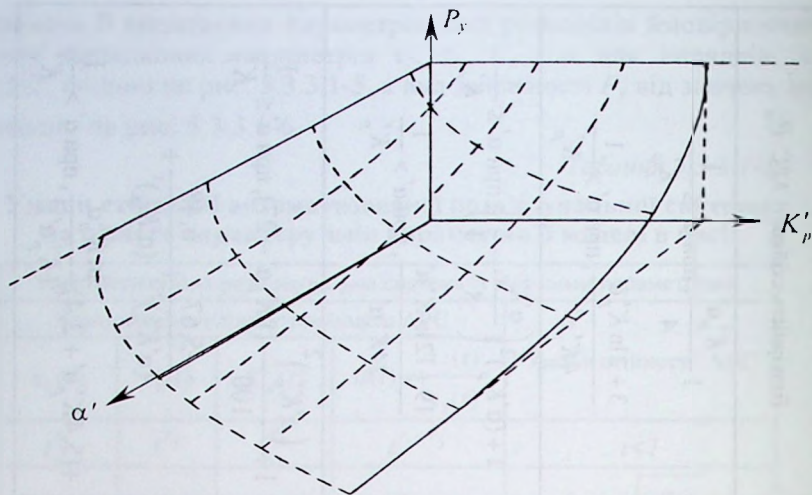


Рис. 5.3.3.1-5. Вид розподілів ймовірностей на множинах значень випадкових параметрів моделі автоматизованої розв'язувальної системи τ_2 , τ_3 , K_p і α для випадків, наведених в табл. 5.3.3.1-2: а) випадок 1; б) випадок 2; в) випадок 3

Імовірність стійкості автоматизованої розв'язувальної системи (АРС) за різного характеру змін параметрів її моделі в часі

Автоматизована розв'язувальна система із стохастичними параметрами				
	Щільність розподілу ймовірностей на множині значень параметрів моделі АРС			Імовірність стійкості АРС P_{cm}
	$f(\tau_2)$	$f(\tau_3)$	$f(K_p)$	$f(\alpha)$
Випадок 1	$\frac{1}{\tau_2'}, \text{ при } \tau_2 \leq \tau_2'$ 0 при $\tau_2 > \tau_2'$	$\frac{1}{\tau_3'}, \text{ при } \tau_3 \leq \tau_3'$ 0 при $\tau_3 > \tau_3'$	$\frac{1}{K_p'}, \text{ при } K_p \leq K_p'$ 0 при $K_p > K_p'$	$1 - \frac{K_p' \alpha'}{4}, \text{ при } \alpha' \leq \frac{1}{K_p'}$ $\frac{3 + 2 \ln K_p' \alpha'}{4 K_p' \alpha'}, \text{ при } \alpha' > \frac{1}{K_p'}$
Випадок 2	$\frac{1}{\tau_2'}, \text{ при } \tau_2 \leq \tau_2'$ 0 при $\tau_2 > \tau_2'$	$\frac{6}{(\tau_3')^2} \left(\tau_3 - \frac{\tau_3^2}{\tau_3'} \right),$ при $\tau_3 \leq \tau_3'$ 0 при $\tau_3 > \tau_3'$	$\frac{1}{K_p'}, \text{ при } K_p \leq K_p'$ 0 при $K_p > K_p'$	$1 + (\alpha' K_p')^2 \left(\frac{\alpha' K_p'}{8} - \frac{1}{3} \right), \text{ при } \alpha' \leq \frac{1}{K_p'}$ $\frac{19 + 12 \ln K_p' \alpha'}{24 K_p' \alpha'}, \text{ при } \alpha' > \frac{1}{K_p'}$
Випадок 3	$\frac{6}{(\tau_2')^2} \left(\tau_2 - \frac{\tau_2^2}{\tau_2'} \right),$ при $\tau_2 \leq \tau_2'$ 0, при $\tau_2 > \tau_2'$	$\frac{6}{(\tau_3')^2} \left(\tau_3 - \frac{\tau_3^2}{\tau_3'} \right),$ при $\tau_3 \leq \tau_3'$ 0, при $\tau_3 > \tau_3'$	$\frac{6}{(K_p')^2} \left(K_p - \frac{K_p^2}{K_p'} \right),$ при $K_p \leq K_p'$ 0, при $K_p > K_p'$	$1 + \frac{(\alpha' K_p')^2}{100} (8 K_p' \alpha' - 27), \text{ при } \alpha' \leq \frac{1}{K_p'}$ $\frac{-5,67}{(\alpha' K_p')^2} + \frac{6,48}{(\alpha' K_p')^3} +$ $+(5,4 K_p' \alpha' + 2,4) \frac{\ln K_p' \alpha'}{(K_p' \alpha')^3}, \text{ при } \alpha' > \frac{1}{K_p'}$

Примітки: 1. τ_2 – для всіх зазначених випадків змінюється за довільним законом.2. Значення P_{cm} наведені для $K_p > 1$.3. $\alpha' = \frac{\tau_2}{\tau_3}$.



Р и с. 5.3.3.1-6. Вигляд залежності $P_{ст}(K'_p, \alpha')$

5.3.3.2. Дослідження впливу значень параметрів автоматизованої розв'язувальної системи на час розв'язування задач

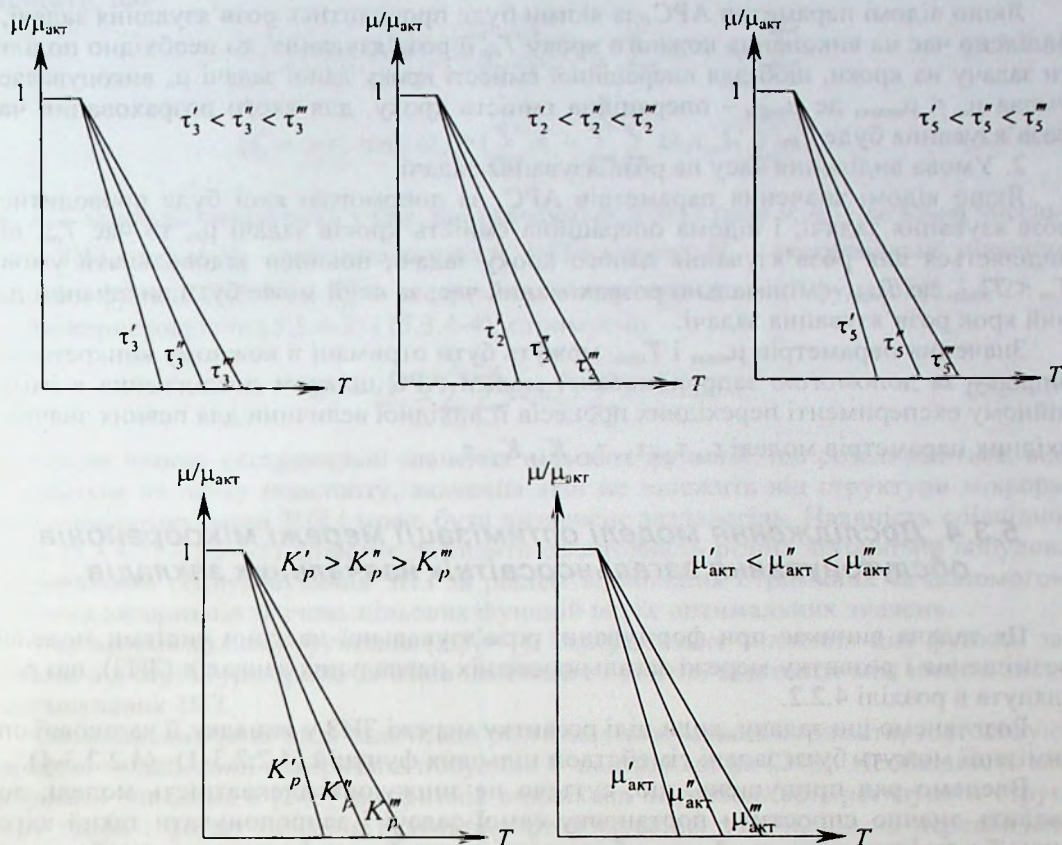
Зразу зазначимо, що постійна часу τ_3 набуває скінченних значень (при скінченних θ) для класу задач, які взагалі можуть бути розв'язані за допомогою даної автоматизованої розв'язувальної системи (АРС), і $\tau_3 = \infty$, якщо розв'язок якоїсь задачі (класу задач) на даній АРС отримати неможливо. Далі будемо розглядати випадок скінченних τ_3 (тобто випадок розв'язування відносно розв'язуваних задач).

Аналіз моделі АРС, її передаточної функції дозволяє зробити висновок, що час перехідного процесу (час розв'язування задачі) збільшується із збільшенням значень параметрів μ_A , τ_1 , τ_3 , τ_4 та із зменшенням τ_2 , K_1 , K_2 .

Цей результат підтверджується експериментально отриманими кривими перехідних процесів вихідної величини моделі АРС для різних співвідношень значень її параметрів (рис. 5.3.3.2-1). Така залежність часу розв'язування задачі від параметрів АРС відповідає характеру протікання реальних процесів в АРС.

Постійні часу τ'_1 , τ_2 , τ_n для даної задачі і даної АРС мають чітко визначені розподіли ймовірностей. Їх зміна в реальній АРС може бути здійснена шляхом зміни, наприклад, рівня знань, навичок роботи, режиму самовідпочинку оператора тощо, тобто за рахунок таких заходів, які потребують для своєї реалізації багато часу і не можуть бути здійснені шляхом зміни загального характеру організації роботи оператора. Параметри K_1 , K_2 , τ'_1 , τ_4 залежать не тільки від характеристик АРС, а й від загальної організації роботи і мають деякі оптимальні (з точки зору мінімізації часу розв'язування задачі в області стійкої роботи АРС) значення. Постійна часу τ_2 може змінюватись у широких межах і набувати нульового значення, що відповідає роботі оператора без залучення його прогнозуючих можливостей.

Таким чином, якщо в АРС введені значення параметрів τ_3 , τ_n , τ_{1min} , τ_{4min} , K_{1max} , K_{2max} , то задача може бути розв'язана за допомогою АРС за виділений час $T_{в}$, тобто існує таке τ_2 , при якому АРС стійка і розрахований час розв'язування задачі $T_p < T_{в}$.



Р и с. 5.3.3.2-1. Характер перехідного процесу вихідної величини моделі автоматизованої розв'язувальної системи для різних співвідношень значень її параметрів

Якщо ж $\tau_2 = \tau_{2\max}$, тобто APC використовується з максимально допустимим (з точки зору стійкості APC) прогнозом і розрахований час розв'язування даної задачі $T_p > T_a$, то така задача в даний момент часу не може бути розв'язана за допомогою даної APC за виділений час. З наведеного видно, що в загальному випадку є можливість зменшити час розв'язування задачі за рахунок використання різного рівня прогнозу (τ_2). Однак при цьому важливо не вийти за межі стійкості APC.

У процесі розв'язування задача може ділитись на кроки, кожному з яких ставиться у відповідність деякий час $T_{n\theta}$ (урок, академічний час, час, що виділений на тест, тощо). Тому важливо знати, яким чином виконати поділ задачі на кроки, аби розв'язок кожного n -го кроку задачі закінчувався за час, виділений на цей крок розв'язувальної задачі.

Може стояти і зворотна задача: задача, що підлягає розв'язуванню, вже поділена на кроки і необхідно встановити допустимий (з точки зору стійкості APC) час на реалізацію кожного її кроку.

Відповідно до запропонованої моделі APC (рис. 3.6-1, див. с. 448) введемо дві умови:

1. Умова поділу задачі на кроки.

Якщо відомі параметри APC, за якими буде проводитись розв'язування задачі, і виділено час на виконання кожного кроку T_{na} її розв'язування, то необхідно поділити задачу на кроки, щоб для операційної ємності кроку даної задачі μ_n виконувалась умова $\mu_n < \mu_{n\max}$, де $\mu_{n\max}$ – операційна ємність кроку, для якого розрахований час розв'язування буде T_{na} .

2. Умова виділення часу на розв'язування задачі.

Якщо відомі значення параметрів APC, за допомогою якої буде проводитись розв'язування задачі, і відома операційна ємність кроків задачі μ_n , то час T_{na} , що виділяється для розв'язування даного кроку задачі, повинен задовольняти умову $T_{na} < T_{n\min}$, де $T_{n\min}$ – мінімально розрахований час, за який може бути виконаний даний крок розв'язування задачі.

Значення параметрів $\mu_{n\max}$ і $T_{n\min}$ можуть бути отримані в кожному конкретному випадку за допомогою запропонованої моделі APC шляхом дослідження в імітаційному експерименті перехідних процесів її вихідної величини для певних значень вхідних параметрів моделі $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4, K_1, K_2, \tau_n$.

5.3.4. Дослідження моделі оптимізації мережі мікрорайонів обслуговування загальноосвітніх навчальних закладів

Ця задача виникає при формуванні розв'язувальної частини системи моделей розміщення і розвитку мережі загальноосвітніх навчальних закладів (ЗНЗ), що розглянута в розділі 4.2.2.

Розглянемо цю задачу, коли цілі розвитку мережі ЗНЗ у випадку її часткової оптимізації можуть бути задані сімейством цільових функцій (4.2.2.3-1)–(4.2.2.3-4).

Введемо ряд припущень, що, суттєво не знижуючи адекватність моделі, дозволить значно спростити постановку самої задачі і запропонувати такий алгоритм її розв'язування, який може бути реалізований комп'ютерними засобами, що є практично доступними для органів управління освітою і більшості навчальних закладів.

Якщо припустити, що умова (4.2.2.3-4) апіорі виконується (тобто забезпечена така будова мережі ЗНЗ, в якій мінімізована кількість територіальних одиниць, що обслуговуються одним ЗНЗ) і вважати спочатку, що цільові функції (4.2.2.3-2) і (4.2.2.3-3), через які визначаються вимоги щодо однакової доступності ЗНЗ для учнів за відстанню (4.2.2.3-2) і в часі (4.2.2.3-3), взаємопов'язані і можуть бути описані однією цільовою функцією (U_v^D , при подальшому розгляді цільові функції (4.2.2.3-2) і (4.2.2.3-3) будуть враховуватись окремо), то задачу оптимізації мережі мікрорайонів обслуговування ЗНЗ можна звести до таких двох цільових функцій:

$$U_v^Y = \max_{\langle A, C \rangle} \min_i Y_{iv}, v = \overline{1, 3}; \quad (5.3.4-1)$$

$$U_v^D = \min_{\langle A, C \rangle} \max_i D_{iv}, v = \overline{1, 3} \quad (5.3.4-2)$$

і здійснювати її розв'язування за допомогою методів векторної оптимізації. Поглибимо формальну постановку задачі.

У задачі, що розглядається, місця розміщення ЗНЗ фіксовані, а загальний контингент учнів у регіоні в заданий момент часу є постійною величиною. Тому можна

записати, що

$$W_v^* = \max_{\langle A, C \rangle} \min_i Y_{iv} \leq \sum_{v=1}^3 \sum_{i=1}^{N_{III}} Y_{iv} a_{iv} / \sum_{v=1}^3 n_v \leq A_v / \sum_{v=1}^3 n_v; \quad (5.3.4-3)$$

$$Q_v^* = \min_{\langle A, C \rangle} \max_i D_{iv} \geq (\sum_{v=1}^3 A_v - \sum_{v=1}^3 \sum_{i=1}^{N_{II}} \Omega_i a_{iv}) / \sum_{v=1}^3 n_v, \quad (5.3.4-4)$$

де: A_v – загальна чисельність учнів, що навчаються в ЗНЗ типу v ; n_v – загальна чисельність ЗНЗ типу v ; N_{III} – загальна кількість ЗНЗ в мережі; W_v^* – екстремальне значення цільової функції (5.3.4-1); Q_v^* – екстремальне значення цільової функції (5.3.4-2).

Використовуючи (5.3.4-3) і (5.3.4-4), отримуємо

$$W_v^* - Q_v^* \leq \sum_{v=1}^3 \sum_{i=1}^{N_{III}} \Omega_i a_{iv} / \sum_{v=1}^3 n_v = \text{const}. \quad (5.3.4-5)$$

Таким чином, екстремальні значення цільових функцій, що розглядаються, відрізняються на деяку константу, значення якої не залежить від структури мікрорайонів обслуговування ЗНЗ і може бути визначене заздалегідь. Наявність співвідношень (5.3.4-3)–(5.3.4-5) дозволяє дослідити ефективність різних алгоритмів побудови мікрорайонів обслуговування ЗНЗ за рівнем відхилення отриманих за допомогою окремих алгоритмів значень цільових функцій від їх оптимальних значень.

Розглянемо цільову функцію (5.3.4-1). Екстремальне значення цієї функції залежить від структури графа зв'язків населених пунктів, відстаней між ними і місця розташування ЗНЗ.

Оптимальний розв'язок задачі, що розглядається, можна отримати, застосовуючи деякі модифікації алгоритмів побудови P -центрів графа [248]. Необхідність модифікації описаних в [248] алгоритмів викликана потребою конкретизувати структуру графа і форму подання результату розв'язування задачі, що не передбачено загальними алгоритмами P -центрів графа. У розглядуваному випадку необхідно побудувати ієрархічно вкладені поділи графа на задану кількість підграфів.

Розглянемо граф населених пунктів $G(x, R)$. Як центри графа в даному випадку виступають вершини, в яких розташовані ЗНЗ.

Хай $V_r = \{i/a_{iv} = 1\}$ центри графа, δ_{ij} – матриця найкоротших відстаней на графі.

Зазначимо, що для побудови δ_{ij} доцільно застосувати алгоритми віднайдення найкоротшого шляху між парою вершин (i, j) , які розглянуті в [415].

Для кожної вершини j , що входить до множини $x \cup V_r$, знайдемо

$$\beta_j = \min_{a \in V_v} \delta_{ij}. \quad (5.3.4-6)$$

Іншими словами β_j дорівнює відстані від вершини j до найближчої до неї вершини, в якій розташований ЗНЗ.

Можна помітити, що екстремальне значення цільової функції (5.3.4-1) не перевищує значення деякої величини L , де

$$L = \max_{j \in x \cup V_r} j \in x | V_r. \quad (5.3.4-7)$$

Дійсно, підхід, що розглядається нижче, дозволяє прикріпити кожний населений пункт до найближчого ЗНЗ, не враховуючи при цьому такі обмеження, як

зв'язаність мікрорайонів обслуговування ЗНЗ, неперетинання мікрорайонів обслуговування окремих ЗНЗ, обмеження щодо доступності і наповнюваності ЗНЗ. Врахування цих умов в ряді випадків приведе до необхідності прикріплення певного населеного пункту до ЗНЗ. При цьому умова (5.3.4-6) не буде виконуватись і автоматично приведе до підвищення значення L .

Одночасно зазначимо, що отримання оцінки (5.3.4-1) за допомогою розглянутого методу для графа з великою кількістю вершин пов'язане із значними витратами часу. Однак, отримання більш точної оцінки (5.3.4-1) з урахуванням умов зв'язаності і непересікаємості мікрорайонів обслуговування ЗНЗ є значно більш складною задачею, яку слід розглядати окремо. Тому при оцінюванні ефективності алгоритму оптимізації мережі мікрорайонів обслуговування ЗНЗ будемо застосовувати вирази (5.3.4-6) і (5.3.4-7).

Задачу оптимізації мережі мікрорайонів обслуговування ЗНЗ тепер запишемо у такому вигляді (з окремим врахуванням доступності ЗНЗ за відстанню і в часі – за цільовими функціями (4.2.2.3-1)–(4.2.2.3-3)):

$$\text{extr } \Phi(U_v^Y, U_v^I, U_v^L); \quad (5.3.4-8)$$

$$\sum_{i=1}^{N_H} a_{iv} b_{ij} = 1, \tau = 3, j = \overline{1, N}; \quad (5.3.4-9)$$

$$\sum_{i=1}^{N_H} \sum_{v=1}^3 a_{iv} b_{ij} \leq 3, j = \overline{1, N}; \quad (5.3.4-10)$$

$$\sum_{i=1}^{N_H} \sum_{j=1}^{N_H} \sum_{k=1}^{N_H} \sum_{s=1}^{N_H} a_{iv} b_{ij} a_{kv} b_{ks} (k - i) = 0, v = \overline{1, 3}. \quad (5.3.4-11)$$

Множина вершин

$$I = \{j / a_{iv} b_{ij} = 1, v = \overline{1, 3}\} \quad (5.3.4-12)$$

утворює зв'язаний підграф для всіх i , що задовольняють умову $a_{iv} = 1$.

У виразі (5.3.4-8) функціонал $\Phi(U_v^Y, U_v^I, U_v^L)$ є деякою комбінацією цільових функцій (4.2.2.3-1)–(4.2.2.3-3), яку приймемо як цільову функцію задачі, що розглядається. При подальшому розв'язуванні задачі як цільові функції будемо також застосовувати функції (4.2.2.3-1) або (4.2.2.3-2), в тих випадках, коли цьому буде відповідати зміст задачі, що розв'язується. Забезпечити при цьому мінімізацію транспортної доступності, яку відображає цільова функція (4.2.2.3-3), можна за допомогою такої процедури.

Введемо до розгляду зв'язок населених пунктів не тільки за відстанню, а й за контингентом учнів

$$\omega_{ij} = \varphi(\alpha_{iq} R_{ij}). \quad (5.3.4-13)$$

При цьому, якщо будувати мережу мікрорайонів обслуговування ЗНЗ шляхом її послідовного розширення, приєднуючи щоразу до раніш побудованого мікрорайону i -го ЗНЗ той населений пункт, для якого ω_{ij} набуває максимального значення, то врешті-решт можна побудувати таку мережу ЗНЗ, для якої, за належного вибору

функції (5.3.4-13), значення цільових функцій (4.2.2.3-1) – (4.2.2.3-3) набуватимуть значень, наближених до екстремальних.

З метою вибору загальної структури алгоритму задачі, що розв'язується, поглибимо механізм його реалізації.

Правильно побудованій мережі мікрорайонів обслуговування ЗНЗ відповідає розподіл графа населених пунктів на ієрархічно вкладені підграфи, які задовольняють вимогу (5.3.4-12), тому загальна логіка алгоритму задачі, що розв'язується, полягає у такому. Спочатку будуються мікрорайони обслуговування ЗНЗ I, II рівня і власні мікрорайони обслуговування ЗНЗ I, III рівня. Під *власними мікрорайонами обслуговування ЗНЗ I, III рівня* розуміється множина населених пунктів, що входять до мікрорайонів обслуговування ЗНЗ I, III рівня, за винятком всіх тих населених пунктів, які входять до мікрорайонів обслуговування ЗНЗ I, II рівня. Іншими словами, населені пункти, що входять до відповідних мікрорайонів обслуговування ЗНЗ I, III рівня, обслуговуються або тільки одним цим ЗНЗ, або спільно ЗНЗ I рівня і ЗНЗ I, III рівня. Тобто, на цьому етапі розв'язування задачі враховується тільки контингент учнів 1–4 класів ЗНЗ. Далі: в побудованих мікрорайонах обслуговування розташовуються ЗНЗ I рівня. Заключний етап реалізації алгоритму полягає в побудові мікрорайонів обслуговування ЗНЗ I, III рівня. При цьому для розрахунку значень Y_{iv} , D_{iv} застосовуються дані про контингент учнів 11–12 класів ЗНЗ.

Виконання умов (5.3.4-9) – (5.3.4-12) простіше за все забезпечити шляхом послідовного розширення попередньо побудованих мікрорайонів за рахунок приєднання суміжних і поки що не закріплених вершин графа. При цьому основними є такі питання:

1. Мікрорайон обслуговування якого ЗНЗ необхідно розширити на поточному кроці алгоритму?
2. За рахунок якої вершини графа здійснювати розширення вибраного мікрорайону?
3. Що робити, якщо суміжних і поки що не закріплених вершин графа для вибраного мікрорайону немає?

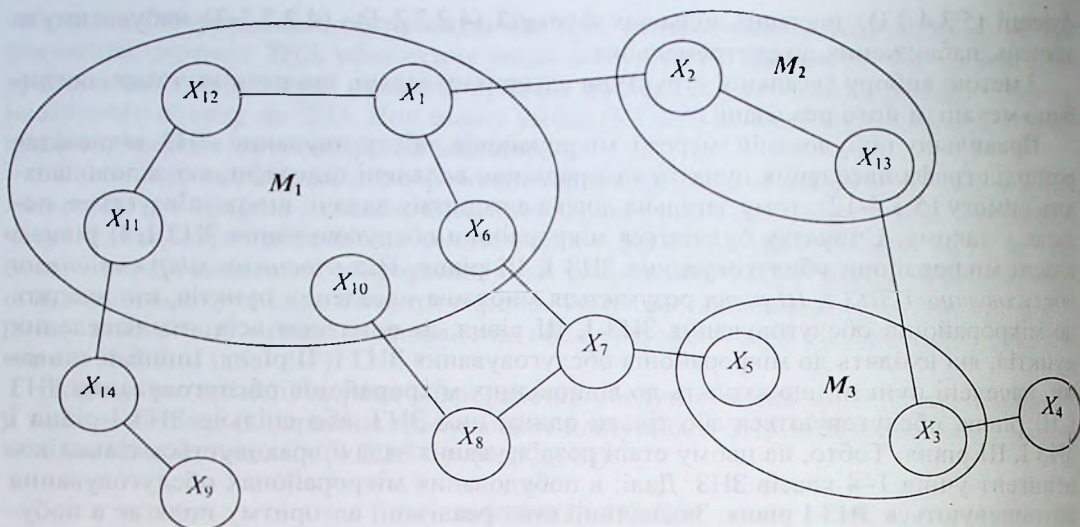
Послідовно розглянемо правила, за допомогою яких можна дати відповіді на поставлені питання.

Хай q_i – поточне значення цільової функції для i -го ЗНЗ. Тоді претендентом на розширення мікрорайону обслуговування є ЗНЗ, для якого значення q_i є мінімальним. Подібний спосіб реалізації алгоритму забезпечує побудову мікрорайонів обслуговування ЗНЗ, для яких значення q_i є приблизно рівними. Це, відповідно до (5.3.4-3) і (5.3.4-4), дозволяє отримати в результаті такі значення цільових функцій (4.2.2.3-1) – (4.2.2.3-3), які наближені до екстремальних.

Вершині, за рахунок якої розширюватиметься обраний мікрорайон обслуговування ЗНЗ, відповідає максимальне значення функції (5.3.4-13).

Для пошуку відповіді на останнє з вищепоставлених питань, розглянемо ситуацію, яка може виникнути на певному кроці виконання алгоритму.

Хай є мережа ЗНЗ, в якій для спрощення розгляду є тільки три ЗНЗ, для яких вже частково побудовані мікрорайони їх обслуговування. Фрагмент будови такої мережі ЗНЗ з частково побудованими мікрорайонами обслуговування наведено на рис. 5.3.4-1 (див. с. 650). Припустимо, що необхідно розширити мікрорайон обслуговування M_2 . Однак розширення обслуговування мікрорайону M_2 за рахунок суміжних і не закріплених ЗНЗ є неможливим, оскільки суміжними для мікрорайону M_2 є вершини X_2 і X_3 , які входять, відповідно, до мікрорайонів M_3 і M_1 . Тому в цій ситуації можливими є два варіанти роботи за алгоритмом. Так, можна вважати, що мікрорайон M_2 вже повністю побудований і виключити його з подальшого розгляду.



Р и с. 5.3.4-1. Фрагмент будови мережі загальноосвітніх навчальних закладів з частково побудованими мікрорайонами обслуговування

У тих випадках, коли в вершинах X_2 і X_3 вже розташовані ЗНЗ, нічого іншого і не залишається, оскільки в протилежному разі, тобто приєднання будь-якої з цих вершин до M_2 порушиться умова (5.3.4-11). Якщо ж у вершинах X_2 і X_3 ЗНЗ немає, то вчинимо так. Серед усіх суміжних до мікрорайону M_2 і попередньо прикріплених вершин знайдемо вершину X^* , для якої:

- а) функція (5.3.4-13) набуває максимального значення;
- б) виключення X^* з відповідного мікрорайону не порушує його зв'язності.

Якщо такий варіант X^* існує, то розширимо мікрорайон M_2 за рахунок прикріплення до нього X^* . Якщо варіант X^* для мікрорайону M_2 не знайдеться, то будемо вважати, що мікрорайон M_2 повністю побудований. Крім того, здійснивши розширення мікрорайону M_2 за рахунок описаної процедури, заборонимо в подальшому розширення інших мікрорайонів за рахунок вершин, які входять до мікрорайону M_2 (інакше описана вище процедура не мала б жодного змісту і могла б призвести в деяких випадках до «заклинювання» алгоритму).

Для більш строгого опису логіки алгоритму введемо до розгляду такі змінні:

$$\tilde{a}_i = \begin{cases} 1, \text{ якщо } a_{2\tau} = 1 \text{ або } a_{\tau\tau'} = 1, \tau = 3, \tau' = 2, \\ 0 - \text{ у протилежному разі.} \end{cases}$$

$$s_j = \begin{cases} 1, \text{ якщо } j\text{-й населений пункт прикріплений до деякого ЗНЗ,} \\ 0 - \text{ у протилежному разі.} \end{cases}$$

Змінна s_j характеризує множину ще неприкріплених населених пунктів на кожному кроці алгоритму. $L = \{l\}$, $l = \overline{1, N_{\text{ин}}}$, $L_i = l$, якщо i -й населений пункт є l -м за порядком населеним пунктом, який вже прикріплений до ЗНЗ. Іншими словами, L задає порядок, за яким здійснюється прикріплення населених пунктів до ЗНЗ.

$$c_i = \begin{cases} 1, \text{ якщо мікрорайон } i\text{-го ЗНЗ побудований,} \\ 0 - \text{ у протилежному разі.} \end{cases}$$

$$m_i = \begin{cases} 1, \text{ якщо заборонено розширення мікрорайонів за рахунок вершин,} \\ \text{що входять до мікрорайону обслуговування } i\text{-го ЗНЗ,} \\ 0 - \text{ у протилежному разі.} \end{cases}$$

q_i – поточне значення цільової функції для i -го ЗНЗ:

$$q_i = \sum_{j=1}^{N_{II}} a_{iv} b_{ij} \bar{a}_j, i \neq j; \quad (5.3.4-14)$$

$$q_i = \sum_{j=1}^{N_{III}} a_{iv} b_{ij} \bar{a}_j; \bar{a}_j = \sum_{q=1}^v a_{jq}, j = \overline{1, N_{III}}. \quad (5.3.4-15)$$

Вирази (5.3.4-14) і (5.3.4-15) використовуються для цільових функцій (5.3.4-2) і (5.3.4-1) відповідно.

Алгоритм оптимізації мережі мікрорайонів обслуговування ЗНЗ, що досліджується, використовується в три етапи. На першому етапі:

1. Формуються змінні $\bar{a}_i$ та a_{iv} . Покладається $s_i = 1$ для $\bar{a}_i = 1$; $c_i = 0$; $m_i = 0$. Одночасно з формуванням $\bar{a}_i$ формується L .

2. Здійснюється початкова побудова мікрорайонів обслуговування ЗНЗ. Для цього покладається $c_{ij} = 1$, якщо $\bar{a}_i = 1$. Крім того, для всіх i , для яких $\bar{a}_i = 1$, знаходимо з матриці суміжності графа населених пунктів і населені пункти, які зв'язані тільки з i -м населеним пунктом. Якщо j^* – номер такого пункту, то $c_{ij} = 1$. За допомогою змінної M запам'ятовуємо номер останнього з населених пунктів, що був прикріплений на даному кроці алгоритму.

3. Якщо всі значення $s_i = 1$, то мікрорайон обслуговування ЗНЗ побудований. Переходимо до кроку 9 алгоритму.

4. Для кожного ЗНЗ знаходимо значення q_i .

5. Серед усіх мікрорайонів, для яких $c_i = 1$, шукаємо той, для якого q_i набуває мінімального значення. Позначаємо його номер через i^* .

6. Серед усіх неприкріплених і суміжних населених пунктів шукаємо той, який відповідає максимальному значенню ω_{ij} . Позначаємо його номер через j^* . Якщо суміжного населеного пункту серед неприкріплених немає, то переходимо до кроку 8 алгоритму.

7. Розширюємо мікрорайон обслуговування i^* -го ЗНЗ шляхом приєднання j^* -го населеного пункту. Коригуємо значення b_{ij} , s_i та L . Переходимо до кроку 3 алгоритму.

8. Для вже прикріплених населених пунктів з номерами, які перевищують M , шукаємо той, який забезпечує максимальне значення ω_{ij} і який одночасно не належить до мікрорайону обслуговування ЗНЗ, для якого $m_i = 1$. Відміняємо його попереднє прикріплення, коригуючи значення b_{ij} , q_i та L . Закріплюємо цей населений пункт до i^* -го ЗНЗ. Запам'ятовуємо номер поклавши $m_{i^*} = 1$. Переходимо до кроку 4 алгоритму. Якщо серед прикріплених немає суміжних населених пунктів, то позначимо

чаємо мікрорайон обслуговування i^* -го ЗНЗ за допомогою змінної $b_{i^*} = 1$, як повністю побудований. Переходимо до кроку 4 алгоритму.

9. Завершення роботи алгоритму.

Опис другого етапу роботи алгоритму.

Оскільки ЗНЗ I рівня обслуговує, як правило, тільки один населений пункт, то другий етап роботи алгоритму полягає у розміщенні ЗНЗ I рівня у тих населених пунктах, де вони були розташовані попередньо. У разі порушення обмеження за доступністю ЗНЗ для учнів 1–4 класів чинимо так. Визначаємо кількість ЗНЗ I рівня, які необхідно додатково побудувати для виконання зазначеного обмеження, і розміщуємо їх в населених пунктах, для яких $a_{ij} = 0$, $v = 1, 3$ і які мають максимальний контингент учнів початкової школи.

Останній, третій, етап роботи алгоритму полягає у побудові мікрорайонів обслуговування ЗНЗ I, III рівня. Для цього спочатку будується граф G , вершинами якого є мікрорайони обслуговування ЗНЗ I, II рівня і власні мікрорайони обслуговування ЗНЗ I, III рівня, що були побудовані на попередніх етапах роботи алгоритму. Матриця суміжності графа G будується так.

Позначимо через M_i множину населених пунктів, які входять до мікрорайону обслуговування i -го ЗНЗ, а через M_{ij} – об'єднання мікрорайонів обслуговування i -го та j -го ЗНЗ, тобто $M_{ij} = M_i \cup M_j$.

Розглянемо підграф графа населених пунктів, утвореного множиною $\tilde{M}_{ij}$ і побудуємо матрицю найкоротших відстаней цього підграфа, яку позначимо через R_{is} .

Елемент матриці суміжності графа G визначається за такою формулою:

$$G_{ij} = \max R_{is}.$$

Процес побудови мікрорайонів обслуговування ЗНЗ I, III ступеня повністю збігається з алгоритмом, що описаний вище. Змінюються тільки значення параметрів алгоритму. Замість R_{is} береться $G_{is} = 1$, якщо $a_{ij} = 1$, $v = 3$; $\tilde{a}_j$ є чисельність учнів 11–12 класів в мікрорайоні обслуговування M_j .

Зазначимо, що після здійснення оптимізації мережі мікрорайонів обслуговування ЗНЗ за описаним алгоритмом доцільно, однак, остаточно оцінити досконалість побудованої мережі ЗНЗ за повною системою цільових функцій (4.2.2.3-1) і (4.2.2.3-4).

Додатки

Додаток 1

Склад параметрів моделей об'єкта управління (МОУ) і моделей оточуючого середовища (МОС), що входять до складу системи моделей управління розвитком галузевої системи підготовки педагогічних кадрів (СМ СПК)

Таблиця Д1

№	Позначення параметра	Найменування параметра	Номер МПУ (табл. 4.3.2-1, див. с. 553-558), з якою пов'язаний даний параметр (α – вхідний керований, β – вхідний некерований, ϵ – вихідний)
1	t_0	Поточний рік	1б, 3б, 5б, 7б, 8а, 8б, 9б
2	T	Горизонт планування $(T - t_0) \leq 25$	1а, 2а, 3а, 4а, 5а, 7а, 9а
3	τ	Базовий інтервал (період) часу $\tau = t_{\min} \cdot (t_0 - 1)$	1б
4	$t_{\min}$	Перший рік базового періоду	1б
5	J	Загальна кількість спеціальностей підготовки вчителів	1б, 2б, 3б, 4б, 5б, 7б, 8б, 9б
6	$L(j)$	Кількість років навчання за спеціальністю j	1б, 5б, 7б, 8б, 9б
7	$G(j, l, t)$	Структура контингенту студентів СПК за фахом j на курсі l в році t	1в, 4б, 5б, 7б, 8а, 9а, 9б
8	$P(\alpha, t)$	Чисельність персоналу НЗ СПК в році t в розрізі видів персоналу α : $\alpha = 1$ – адміністративно-управлінського; $\alpha = 2$ – професорсько-викладацького (ППП); $\alpha = 3$ – навчально-допоміжного; $\alpha = 4$ – обслуговуючого; чисельність PPP в році t в розрізі спеціальностей – $\prod(1, j, t)$	5в, 8б
9	$D_1(j, t)$	Кількість вчителів СПК спеціальності j , що прибули до СПК за розподілом в році t	1б
10	$D_2(j, t)$	Кількість вчителів СПК спеціальності j , що направляються на роботу в СО в році t	2в, 3в
11	$C(j, t)$	Додаткова потреба у вчителях для СО спеціальності j в році t	2б, 3б
12	$A(j, t)$	Прийом студентів в СПК за фахом j в році t	4б
13	$Z(j, t)$	Випуск вчителів із СПК за фахом j в році t	1в, 2б, 3б, 4б
14	$E_1(j, l)$	Вибуття студентів j -й спеціальності з l -го курсу	1б, 4б
15	$E_2(j, l)$	Вибуття студентів j -й спеціальності з останнього курсу і студентів, що не пройшли розподіл	1б
16	$H(j, l, t)$	Кількість навчальних тижнів за навчальним планом для спеціальності j на курсі l в році t	5б
17	$W(j, l, t)$	Навчальна робота навчально-допоміжного персоналу СПК за навчальним планом для спеціальності j на курсі l в році t	5б

№	Позначення параметра	Найменування параметра	Номер МПУ (табл. 4.3.2-1, див. с. 553-558), з якою пов'язаний даний параметр (α – вхідний керований, β – вхідний некерований, ϵ – вихідний)
18	$K_1(j, t)$	Коефіцієнт максимально можливого збільшення прийому студентів до СПК за фахом j в році t	3а
19	$K_2(j, t)$	Коефіцієнт максимально можливого зменшення прийому студентів до СПК за фахом j в році t	3а
20	$K_3(j, t)$	Коефіцієнт максимально можливого збільшення кількості випускників СПК спеціальності j , що направляються до СО в році t	3а
21	$K_4(j, t)$	Коефіцієнт максимально можливого зменшення кількості випускників СПК спеціальності j , що направляються до СО в році t	3а
22	$V_1(j, t)$	Коефіцієнт недоходу випускників СПК спеціальності j , направлених до СО в році t	3а
23	$V_2(j, t)$	Коефіцієнт недоходу випускників СПК спеціальності j , направлених до СО в році t	3а
24	$P_1(t)$	Площа навчальних приміщень НЗ СПК в році t	56, 86, 96
25	$P_2(t)$	Житлова площа гуртожитків СПК в році t	56, 86, 96
26	$M_1(t)$	Кількість місць у гуртожитках в році t	7б
27	$M_2(t)$	Кількість нових місць у гуртожитках СПК, що введені в році t	7а
28	$M_3(t)$	Нестача місць у гуртожитках СПК в році t	7в
29	$U_1(t)$	Введення навчальних площ СПК в році t	5а, 8а, 9а
30	$U_2(t)$	Введення площ (житлова площа) гуртожитків СПК в році t	5а, 8а, 9а
31	$R_1(t)$	Відсоток прийому до СПК іногородніх студентів, що потребують місць у гуртожитках в році t	7а
32	$R_2(t)$	Відсоток забезпеченості іногородніх студентів місцями у гуртожитках в році t	7а
33	$B(t)$	Галузевий бюджет СПК в році t	8в
34	$Q(\beta, t)$	Кошторисні витрати на утримання і розвиток СПК в році t в розрізі статей витрат β : $\beta = 1, 2, 3, 4, 5, 8, 12, 14, 16, 18$	9в
35	$N_{\text{ш}}(t)$	Галузевий штатний норматив в році t	5а
36	$\Delta Q_1(\alpha, t)$	Середньорічне зростання заробітної платні персоналу СПК в розрізі видів персоналу α в році t	8а, 9а,
37	$\Delta Q_8(\alpha, t)$	Середньорічне зростання стипендіального фонду СПК в році t	8а, 9а

**Склад векторів вхідних і вихідних параметрів локальних моделей,
що входять до складу системи моделей управління розвитком
галузевої системи підготовки педагогічних кадрів (СМ СПК)**

Таблиця Д2

Позначення векторів параметрів локальних моделей СМ СПК (рис. 4.3.2-1, див. с. 553–558) $\forall t \in T_{II}$			Номер параметра ξ у списку параметрів МОУ і МОС, що входять до складу СМ СПК (табл. Д1, додаток 1)
Вектор вхідних некерованих параметрів	Вектор вхідних керованих параметрів	Вектор вихідних параметрів	
$\bar{X}_1 = \{C\xi\}$ $\bar{X}_2$ $\bar{X}_3$ $\bar{X}_4$ $\bar{X}_5$ $\bar{X}_6$			1, 5, 6, 7, 16, 17, 24, 25, 26 1, 3, 4, 5, 6, 9, 13, 14, 15 5, 11, 13 1, 5, 11 1, 3, 4, 5, 6, 9, 13 5, 6, 13, 14
	$\bar{S}_1 = \{C\xi\}$ $\bar{S}_2$ $\bar{S}_3$ $\bar{S}_4$ $\bar{S}_5$ $\bar{S}_6$		2, 7, 27, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37 2 2 2, 18, 19, 20, 21, 22, 23 2 2
		$\bar{Y}_1 = \{C\xi\}$ $\bar{Y}_2$ $\bar{Y}_3$ $\bar{Y}_4$ $\bar{Y}_5$ $\bar{Y}_6$ $\bar{Y}_7$ $\bar{Y}_8$ $\bar{Y}_9$	28 7 10 10, 13 8 8, 28, 33, 34 7 12 7, 8, 10, 12, 13, 28, 33, 34

Склад векторів вхідних і вихідних параметрів локальних моделей, що входять до складу системи моделей забезпечення навчальних закладів навчально-наочними посібниками та навчальним обладнанням (СМ ЗПО)

Таблиця Д3

Позначення векторів параметрів локальних моделей СМ ЗПО (рис. 4.3.3-1) $\forall t \in T_{II}$			Номер параметра ξ у списку параметрів МОУ і МОС, що входять до складу СМ ОПО (табл. Д4, додаток 4)
Вектор вхідних некерованих параметрів	Вектор вхідних керованих параметрів	Вектор вихідних параметрів	
$X_1 = \{C\xi\}$ $\bar{X}_2$ $\bar{X}_3$ $\bar{X}_4$ $\bar{X}_5$ $\bar{X}_6$ $\bar{X}_7$			1, 5, 10, 11, 12, 13, 14, 15 1, 2, 4, 5, 10, 11, 12, 18 1, 5, 10, 11, 12, 16 1, 5, 26, 27, 32, 33 1, 5, 33 1, 5, 27, 28, 32, 33 1, 5
	$\bar{S}_1 = \{C\xi\}$ $\bar{S}_2$ $\bar{S}_3$ $\bar{S}_4$ $\bar{S}_5$ $\bar{S}_6$ $\bar{S}_7$		6, 13 2, 6, 19 6, 16, 19, 20 6, 20, 21, 26, 27, 32, 33, 34, 35, 36 6, 21, 29, 33 6, 7, 8, 9, 21, 23, 24, 26, 27, 29, 30, 32, 33, 34 21, 25, 30, 31
		$\bar{Y}_1 = \{C\xi\}$ $\bar{Y}_2$ $\bar{Y}_3$ $\bar{Y}_4$ $\bar{Y}_5$ $\bar{Y}_6$ $\bar{Y}_7$ $\bar{Y}_8$	16 19 20 26 29 23, 24, 26 25, 31 26

**Склад параметрів моделей об'єкта управління (МОУ)
і моделей оточуючого середовища (МОС), що входять
до складу системи моделей забезпечення навчальних закладів
навчально-наочними посібниками та навчальним обладнанням (СМ ЗПО)**

Таблиця Д4

№	Позначення параметра	Найменування параметра	Номер МПУ (табл. 4.3.3-1), з якою пов'язаний даний параметр (а – вхідний керований, б – вхідний некерований, в – вихідний)
1	t_0	Поточний рік	16, 26, 36, 46, 56, 66, 76.
2	$t_{\min}$	Перший рік базового періоду (рік інвентаризації)	2а, 26,
3	T	Базовий інтервал (період) часу	2а
4	$\tau(k)$	Термін служби k -го товару	26
5	I	Кількість областей в країні	16, 26, 36, 46, 56, 66, 76,
6	K	Кількість товарів, що підлягають розподілу	1а, 2а, 3а, 4а, 5а, 6а, 7а
7	I^*	Кількість областей, що одержують k^* товар в i -й області	6а
8	K^*	Кількість товарів, що підлягають корегуванню	6а
9	J	Кількість областей, що одержують k^* товар в i -й області	6а
10	L	Кількість типів НЗ	16, 26, 36
11	$R(i)$	Кількість районів в i -й області	16, 26, 36
12	$M(i, r)$	Кількість НЗ в i -й області, r -му районі	16, 26, 36
13	$H(l, k)$	Норматив k -го товару для НЗ l -го типу	1а, 16
14	$U(i, r, l, m, t_{0-1})$	Загальна кількість учнів на 5 вересня ($t_0 - 1$) року в m -му НЗ l -го типу r -го району i -ї області	16
15	$W(i, r, l, m, t_{0-1})$	Загальна кількість класів і класів-комплектів на 5 вересня ($t_0 - 1$) року в m -му НЗ l -го типу r -го району i -ї області	16
16	$P(i, r, k, l, m, t_0)$	Нормативна потреба k -го товару в m -му НЗ l -го типу r -го району i -ї області в році t_0	1в, 36
17	$Z(i, r, k, l, m, t)$	Поставки k -го товару до m -го НЗ l -го типу r -го району i -ї області в t -му році	2а
18	$N_1(i, r, k, l, m, t_{\min})$	Наявність k -го товару в m -му НЗ l -го типу r -го району i -ї області в $t_{\min}$ (рік інвентаризації) році	26
19	$N(i, l, m, r, t_0)$	Фактична наявність k -го товару в m -му НЗ l -го типу r -го району i -ї області в t_0 році	2в, 36

№	Позначення параметра	Найменування параметра	Номер МПУ (табл. 4.3.3-1), з якою пов'язаний даний параметр (а – вхідний керований, б – вхідний некерований, в – вихідний)
20	$\Delta P(i, r, k, l, m, t_0)$	Додаткова потреба у k -му товарі в m -го НЗ r -го району i -ї області в t_0 році	3в, 4а
21	$\Delta P(i, k, t_0)$	Кількість k -го товару, вказане у заявці i -ї області в році t_0	4в, 5а, 6а
22	$\Delta P(i, k, t_0)$	Фактична кількість k -го товару, що поставлений в i -ту область в році t_0	8в
23	$\Delta P(j, k^*, t_0)$	Кількість k^* -го товару для i -ї області, розподіленого в j -й області в році t_0	6в
24	$\Delta P(j, k^*, t_0)$	Кількість k^* -го товару, розподіленого в i -й області для j -х областей в році t_0	6в
25	$\Delta P(i, k^*, t_0)$	Загальна кількість k -го товару по країні, вказане в заявці i -ї області в році t_0	7в
26	$\Delta P(i, k^*, t_0)$	Кількість k -го товару i -ї області, що не підлягає поставці в році t_0 (незадоволений попит)	4в, 6а, 6в
27	$F_0(i, t_0)$	Фінансові можливості i -ї області в році t_0	6а, 6б
28	$\prod_{\tau}(i, t_0)$	План товарообігу постачальника i -ї області в році t_0	6б
29	$F_p(i, t_0)$	Вартість всіх ННП і НО, розподілених i -ту область в t_0 році	5в, 6а
30	$F'_p(i, t_0)$	Фактична вартість всіх ННП і НО, що поставляються в i -ту область в році t_0	6а, 7в
31	$F(t_0)$	Фактична вартість усіх ННП і НО, що поставляються до країни в році t_0	7а
32	$\beta(k)$	Норма відвантаження k -го товару	4б, 6б
33	$C(k)$	Оптова ціна за одиницю k -го товару	4б, 5б, 6б
34	$n(i, k)$	Насиченість k -м товаром i -ї області	4а, 6а
35	$\chi(k)$	Кількість розподіленого k -го товару, що кратна нормі відвантаження	4а
36	$\alpha(k)$	Номер k -го товару в таблиці важливості ННП і НО для навчального процесу	4а, 7а
37	$\varphi(i, k^*)$	Кількість норм відвантаження k^* -го товару, що підлягають виключенню (додаванню) з постачання для i -ї області	6а, 7а

№	Позначення параметра	Найменування параметра	Номер МПУ (табл. 4.3.3-1), з якою пов'язаний даний параметр (а – вхідний керований, б – вхідний некерований, в – вихідний)
38	$A = \ a_{ij}\ $	Матриця зв'язків між постачальниками в країні	6а
39	γ	Номер першого товару, що відноситься до малозначних для навчального процесу товарів у таблиці важливості	4а, 6а
40	η	Номер першого товару, що відноситься до незначних для навчального процесу товарів у таблиці важливості	4а, 6а
41	δ	Номер першого товару, що відноситься до значних для навчального процесу товарів у таблиці важливості	4а, 6а
42	h	Номер першого товару, що відноситься до дуже важливих для навчального процесу товарів у таблиці важливості	4а, 6а
43	σ	Номер першого товару, що відноситься до новітніх для навчального процесу товарів у таблиці важливості	4а, 6а
44	$\theta(k)$	Поправочний коефіцієнт, що враховує вибуття з експлуатації k -го ННП і НО, що пов'язаний з відсутністю відомостей про термін його експлуатації на момент інвентаризації, $0 \leq \theta(k) \leq 1$	2а, 2б
45	$\psi(k)$	Кратність норми відвантаження k -го ННП і НО, $\psi(k) = 0, 1, 2, \dots$	6а, 6б

Література

1. *Адріанова С. Т.* Імітаційна модель // Комп'ютерна технологія навчання: Словник-довідник. – К.: Наукова думка, 1992. – 213 с.
2. *Акофф Р. Л.* Искусство решения проблем. – М.: Мир, 1982.
3. *Акофф Р. Л.* О природе систем // Изв. АН СССР. Сер. Техническая кибернетика, 1971. – № 3. – С. 68–75.
4. *Акофф Р. Л., Эмери Ф.* О целеустремленных системах. – М.: Советское радио, 1974.
5. *Англо-український тлумачний словник з обчислювальної техніки, Інтернету і програмування.* – Вип. 1. – К.: Видавничий дім «СофтПрес», 2005. – 552 с.
6. *Андреев А. А.* Введение в дистанционное обучение. – М.: МЭСИ, 1997. – 226 с.
7. *Андреев А. А.* Введение в психологию дистанционного обучения. – М.: Просвещение, 1997. – 456 с.
8. *Андреев А. А.* Применение телекоммуникаций в учебном процессе. – М.: МЭСИ, 1998. – 142 с.
9. *Андреев А. А., Солдаткин В. И.* Дистанционное обучение: сущность, технология, организация. – М.: МЭСИ, 1999. – 196 с.
10. *Анфилов В. С. и др.* Системный анализ в управлении. – М.: Финансы и статистика, 2002.
11. *Аронский Ю. А., Ясин Е. Г.* Вопросы построения и применения информационных моделей процессов планирования // Экономика и мат. методы. – 1981. – Т. ХУП. Вып. 6. – С. 1127–1139.
12. *Архангельский Е. А., Знаменский А. А., Лукомский Ю. А., Чернышов С. П.* Моделирование на аналоговых вычислительных машинах. – Л.: Энергия, 1972. – 208.
13. *Бабак В. П., Білецький А. Я., Гуржій А. М.* Сигнали і спектри. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2005. – 492 с.
14. *Багриновский К. А. и др.* Имитационные модели в народнохозяйственном планировании. – М.: Экономика, 1980. – 200 с.
15. *Базовий курс інформатики: Навч.-метод. посіб.* – Кн. 1: Основи інформатики / В. Д. Руденко, О. М. Макарчук, М. О. Патланжоглу; За заг. ред. В. Ю. Бикова. – К.: ВНУ. – 2005. – 320 с.
16. *Базовий курс інформатики: Навч.-метод. посіб.* – Кн. 2: Інформаційні технології / В. Д. Руденко, О. М. Макарчук, М. О. Патланжоглу; За заг. ред. В. Ю. Бикова. – К.: ВНУ. – 2006. – 368 с.
17. *Байрамов Б. Д., Аронский Ю. А.* Об одном подходе к построению системы информационных моделей в планировании // Экономико-математические методы и ЭВМ в оптимизации планирования и управления народным хозяйством: Вторая конференция по оптимальному планированию и управлению народным хозяйством. Секция П: Тез. докл. / ЦЭМИ АН СССР; Науч. совет по пробл. «Оптимальное планирование и управление народным хозяйством». – М., 1963. – С. 8–12.
18. *Бал Г. О.* Модель // Комп'ютерна технологія навчання: Словник-довідник. – К.: Наукова думка, 1992. – С. 330–331.
19. *Бал Г. А.* О психологическом содержании понятия «задача» // Вопросы психологии / АПН СССР. – М.: Педагогика, 1970. – № 6. – С. 75–85.
20. *Бал Г. О.* Операція // Комп'ютерна технологія навчання: Словник-довідник. – К.: Наукова думка, 1992. – 371 с.
21. *Бал Г. О.* Проблемна задача // Комп'ютерна технологія навчання: Словник-довідник. – К.: Наукова думка, 1992. – 413 с.

22. Бал Г. О. Розв'язувальна система // Комп'ютерна технологія навчання: Словник-довідник.— К.: Наукова думка, 1992.— 463 с.
23. Бал Г. О. Складність задачі // Комп'ютерна технологія навчання: Словник-довідник.— К.: Наукова думка, 1992.— С. 487–489.
24. Бал Г. О. Спосіб розв'язування задачі // Комп'ютерна технологія навчання: Словник-довідник.— К.: Наукова думка, 1992.— С. 495–496.
25. Бал Г. О. Трудність задачі // Комп'ютерна технологія навчання: Словник-довідник.— К.: Наукова думка, 1992.— 537 с.
26. Бал Г. О., Довгялло О. М. Задачний підхід до комп'ютерної технології навчання // Комп'ютерна технологія навчання: Словник-довідник.— К.: Наукова думка, 1992.— С. 16–17.
27. Бал Г. О., Довгялло О. М., Іваненко Е. Л. Задача // Комп'ютерна технологія навчання: Словник-довідник.— К.: Наукова думка, 1992.— С. 194–198.
28. Баранюк В. А., Бичугов Е. С., Черкащенко А. И., Ураздельдиев Ш. У. Основы создания больших АСУ / Под ред. В. А. Баранюка.— М.: Сов. радио, 1979.— 360 с.
29. Безгин А. Д., Быков В. Ю. Автоматизированное рабочее место управленца на базе ЕВМ СМ-4 // Применение ЭВМ для обеспечения учебного процесса и управления образованием: материалы Всесоюз. конф. г. Свердловск, 15–17 ноября 1984 г. / М-во просвещения РСФСР. Свердлов. гос. пед. ин-т.— Свердловск, 2005.— С. 79–81.
30. Безпалько В. П. Основы теории педагогических систем.— Воронеж: Воронежский ун-т, 1977.— 240 с.
31. Бенерджи Р. Теория решения задач. Подход к созданию искусственного интеллекта [Пер. с англ. С. П. Чеботарева] / Под ред. Ю. В. Буркина.— М.: Мир, 1972.— 224 с.
32. Береза А. М. Основы створення інформаційних систем: Навч. посібник.— К. КНЕУ, 1998.— 140 с.
33. Бесекерский В. А., Попов Б. П. Теория систем автоматического регулирования.— М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1975.— 768 с.
34. Быков В. Ю. Автоматизовані інформаційні системи єдиного інформаційного простору освіти і науки // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини / Гол. ред.: Мартинюк М. Т.— Умань: СПД Жовтий, 2008.— Ч. 2.— С. 47–56.
35. Быков В. Е. Будова навчального середовища відкритих систем навчання і освіти // Збірник наукових праць / Гол. ред. В. Г. Кузь.— К.: Наук. світ, 2004.— С. 11–23.
36. Быков В. Ю. Відкрита освіта і відкрите навчальне середовище // Теорія і практика управління соціальними системами / Щоквартальний науково-практичний журнал.— Харків: НТУ «ХПІ».— 2008, № 2.— С. 116–123.
37. Быков В. Ю. Відкрита освіта і віртуальне навчання // Філософія педагогічної майстерності: 36. наук. пр. / Інститут педагогічної освіти і освіти дорослих, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського / Редкол.: Н. Г. Нічкало та ін.— Київ—Вінниця: ДОВ «Вінниця», 2008.— С. 67–75.
38. Быков В. Ю. Вопросы создания информационной сети в области просвещения в Украинской Советской Социалистической Республике // Обмен педагогической информацией — средство дальнейшего развития европейского сотрудничества в области образования и воспитания: Сб. из общеевроп. коллоквиума ЄДИКО-2, Братислава, 12–15 июля 1977 г. / М-во просвещения ЧССР. Ин-т пед. информ.— Братислава, 1977.— С. 235–244.
39. Быков В. Ю. Галузева автоматизована система управління // Комп'ютерна технологія навчання: Словник-довідник.— К.: Наукова думка, 1992.— С. 376–381.
40. Быков В. Ю. Дистанційна освіта // Енциклопедія освіти України / Акад. пед. наук України; Головний ред. В. Г. Кремень.— К.: Юрінком Інтер, 2008.— С. 191.

41. Биков В. Ю. Дистанційна освіта: актуальність, особливості і принципи побудови, шляхи розвитку та сфери застосування // Інформаційне забезпечення навчально-виховного процесу: інноваційні засоби і технології: Колективна монографія.– К.: Атіка, 2005.– С. 77–92.

42. Биков В. Ю. Дистанційне навчання // Енциклопедія освіти України / Акад. пед. наук України; Головний ред. В. Г. Кремень.– К.: Юрінком Інтер, 2008.– С. 191–193.

43. Биков В. Ю. Дистанційні технології навчання в сучасній освіті // Проблеми сучасного підручника: Зб. наук. праць / Ред. кол.– К.: Педагогічна думка, 2004.– Вип. 5.– С. 15–22.

44. Биков В. Ю. Доменно-фреймова модель педагогічної системи // Теорія і практика управління соціальними системами / Щоквартальний науково-практичний журнал.– Х.: НТУ «ХПІ», 2004.– № 3.– С. 50–69.

45. Биков В. Ю. Дослідження динамічних властивостей інтерактивної розв'язувальної системи // Засоби і технології єдиного інформаційного освітнього простору: Зб. наук. праць / За ред. В. Ю. Бикова, Ю. О. Жука / Інститут засобів навчання АПН України.– К.: Атіка, 2004.– С. 97–108.

46. Биков В. Ю. Інтеграція системи освіти України у світовий освітній простір і проектний підхід, як ефективний інструмент її реалізації // Професійна освіта: педагогіка і психологія / За ред.: І. Зазюна, Н. Нічкало, Т. Левовицького, І. Вільш.– Україно-польський журнал. Видання II. Вид-во: ВІПОЛ, Київ – Ченстохова, 2001.– С. 65–73.

47. Биков В. Ю. Інформатизація загальноосвітньої і професійно-технічної школи України: концептуальні засади і пріоритетні напрями // Професійна освіта: педагогіка і психологія / За ред.: І. Зазюна, Н. Нічкало, Т. Левовицького, І. Вільш / Україно-польський журнал. Видання IV. Вид-во: Вищої Педагогічної Школи у Ченстохові.– Ченстохова.– 2003.– С. 501–515.

48. Биков В. Ю. Інформатизація освіти // Енциклопедія освіти України / Акад. пед. наук України; Головний ред. В. Г. Кремень.– К.: Юрінком Інтер, 2008.– С. 360–362.

49. Биков В. Ю. Інформатизація освіти і розвиток поняттєво-термінологічного апарату систем навчання і освіти // Професіоналізм викладача вищої школи: освітні технології.– Миколаїв: ІЛІОН, 2004.– С. 15–22.

50. Биков В. Ю. Комп'ютеризація освіти // Енциклопедія освіти України / Акад. пед. наук України; Головний ред. В. Г. Кремень.– К.: Юрінком Інтер, 2008.– С. 410–412.

51. Биков В. Е. Иерархическая структура целей совершенствования управления просвещением союзной республики // Проблемы совершенствования управления народным образованием: Сб. науч. тр. / Моск. гос. пед. ин-т им. Ленина; Под ред. М. Л. Левовицкого.– М., 1983.– С. 112–122.

52. Биков В. Ю. Ключові чинники та сучасні інструменти розвитку системи освіти // Інформаційні технології і засоби навчання: електронне наукове фахове видання [Електронний ресурс] / Гол. ред.: В. Ю. Биков; Ін-т інформ. технологій і засобів навчання АПН України, Центр. ін-т післядиплом. пед. освіти АПН України.– 2007.– № 1 (2).– Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/ITZN/em2/emg.html>.– Заголовок з екрана.

53. Биков В. Ю. Мета, будова і функції проектних команд із створення е-методичних систем відкритої професійної освіти // Педагогічні і психологічні науки в Україні. Збірник наукових праць до 15-річчя АПН України у 5 томах / Том 5. Неперервна професійна освіта: теорія і практика.– К.: «Педагогічна думка», 2007.– С. 219–231.

54. Биков В. Ю. Методичні системи сучасних інформаційно-освітніх технологій // Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти: Збірник наукових праць / За ред. Л. Л. Товажнянського та О. Г. Романовського.– Вип. 3.– Харків: НТУ «ХПІ», 2002.– С. 73–83.

55. Биков В. Ю. Модель інтерактивної розв'язувальної системи // Засоби і технології єдиного інформаційного освітнього простору: Зб. наук. праць; За ред. В. Ю. Бикова, Ю. О. Жука / Інститут засобів навчання АПН України.– К.: Атіка, 2004.– С. 88–97.
56. Биков В. Ю. Моделювання навчального середовища сучасної педагогічної системи // Вісник Академії дистанційної освіти.– 2004.– № 2.– С. 6–14.
57. Биков В. Ю. Навчальне середовище сучасних педагогічних систем // Професійна освіта: педагогіка і психологія / За ред.: І. Зазюна, Н. Нічкало, Т. Левовицького, І. Вільш.– Україно-польський журнал. Видання IV. Вид-во Вищої Педагогічної Школи у Честохові.– Ченстохова.– 2004.– С. 59–79.
58. Биков В. Ю. Наукове забезпечення дистанційної професійної освіти: проблеми та напрями досліджень // Професійна освіта: педагогіка і психологія / За ред.: І. Зазюна, Н. Нічкало, Т. Левовицького, І. Вільш.– Україно-польський журнал. Видання II. Вид-во ЗАТ «ВІПОЛ», Київ – Ченстохова.– 2000.– С. 93–116.
59. Биков В. Ю. Основні принципи відкритої освіти // Педагогічні і психологічні науки в Україні. Збірник наукових праць до 15-річчя АПН України у 5 томах / Том 2. Дидактика, методика, інформаційні технології.– К.: «Педагогічна думка», 2007.– С. 67–81.
60. Биков В. Ю. Оцінювання компетентності в системі професійної освіти // Piotrkowskie Studia Pedagogiczne. / pod redakcja Michala Pindery.– Tom 10: Didaktyka informatyki.– Piotrkow TRYbunalski: Naukowe Wydawnictwo Piotrkowskie przy Filii Akademii Swietokrzyskiej.– 2003.– С. 153–162.
61. Биков В. Ю. Передумови появи, цілі та основні принципи відкритої освіти // Формування інформаційного освітнього простору в процесі модернізації середньої загальної освіти: світові тенденції: Колективна монографія / За ред. В. Ю. Бикова та О. В. Овчарук.– К.: «Педагогічна думка», 2007.– С. 9–26.
62. Биков В. Ю. Проблемы дальнейшей интеграции информационных систем в области образования // Создание информационных систем в области воспитания и образования: Сб. материалов коллоквиума ЭДИКО-3 [Прага, 21–23 окт. 1980 г.] / М-во образования ЧССР. Ин-т шк. информ.– Прага, 1981.– С. 173–188.
63. Биков В. Ю. Проблеми інформатизації освіти // Гуцульська школа.– 2000.– № 1–2.– С. 3–5.
64. Биков В. Ю. Проблеми інформаційної культури молодших школярів // Комп'ютер у школі та сім'ї.– 2001.– № 6 (18).– С. 22.
65. Биков В. Е. Проблемы совершенствования и развития автоматизированной информационной системы в отрасли просвещения Украинской ССР // Сборник из общеевропейского коллоквиума ЭДИКО-4, Братислава, 25–28 июня 1984 г. / М-во образования ЧССР. Словац. пед. б-ка. Ин-т шк. информ.– Братислава.– 1984.– С. 115–123.
66. Биков В. Е. Программно-технические средства исследования в имитационных системах ОАСУ. Методы построения и особенности использования // Проблемы управления народным образованием и исследования его эффективности: Межвуз. сб. науч. тр.– М.: МГПИ им. В. И. Ленина, 1987.– С. 72–141.
67. Биков В. Ю. Проектний підхід і дистанційне навчання у професійній підготовці управлінських кадрів // Кримські педагогічні читання: матеріали Міжнародної наукової конференції 12–17 вересня 2001 року; За ред. С. О. Сисоєвої і О. Г. Романовського.– Х.: НТУ «ХПІ», 2001.– С. 30–40.
68. Биков В. Ю. (керівник) та ін. Розвиток системи професійно-технічної освіти в період соціально-економічних реформ / Міністерство освіти України; Європейський Фонд Освіти; Національна Обсерваторія України.– К.: ВВП «КОМПАС», 1998.– 72 с.– Укр.– Рос.– Англ.
69. Биков В. Ю. Системно-структурні засади забезпечення якості професійної освіти / Сб. наук. праць.– Донецьк: Либідь, 2001.– С. 269–273.

70. *Быков В. Е.* Состояние и главные направления работ по созданию отраслевой автоматизированной системы управления образованием в СССР // *Automatizované informační a řídicí systémy ve školství: Bulletin.*— Praha, 1984.— № 5.— С. 10–17.— Чеш.

71. *Быков В. Ю.* Структура актуальних напрямів (тематика) досліджень проблем дистанційної професійної освіти // *Вісник Академії дистанційної освіти.*— 2003.— № 1.— С. 22–26.

72. *Быков В. Ю.* Теоретико-методологічні засади моделювання навчального середовища педагогічних систем відкритої освіти // *Наукові записки.*— Випуск 77. Серія: Педагогічні науки.— Кіровоград: РВВ КДПУ ім. Винниченка, 2008.— Ч. 1.— С. 3–12.

73. *Быков В. Ю.* Теоретико-методологічні засади моделювання навчального середовища сучасних педагогічних систем // *Інформаційні технології і засоби навчання: 36. наук. праць / За ред. В. Ю. Бикова, Ю. О. Жука / Інститут засобів навчання АПН України.*— К.: Атіка, 2005.— С. 5–15.

74. *Быков В. Ю.* Теоретико-методологічні засади створення і розвитку сучасних засобів та е-технологій навчання // *Розвиток педагогічної і психологічної наук в Україні 1992–2002. Збірник наукових праць до 10-річчя АПН України / Академія педагогічних наук України.*— Частина 2.— Х.: «ОВС», 2002.— С. 182–199.

75. *Быков В. Ю., Биков В. В.* Моделювання комп'ютерних інтерактивних систем управління проектами // *Управління проектами та розвиток виробництва. Збірник наукових праць / Під ред. В. А. Рач.*— 2000.— № 1.— С. 36–46.

76. *Быков В. Ю., Биков В. В.* Оцінювання в системі сертифікації професійної компетентності // *Управління проектами та розвиток виробництва. Збірник наукових праць / Під ред. В. А. Рач.*— 2000.— № 2.— С. 10–18.

77. *Быков В. Е., Безгин А. Д., Пирогов В. Л.* К вопросу о структуре технических средств низового информационного пункта отраслевой вычислительной сети Министерства просвещения // *Вопросы совершенствования управления народным образованием: [Межвуз. сб. науч. тр.] / Томский гос. пед. ин-т им. Ленин. комсомола.*— Томск, 1980.— С. 84–87.

78. *Быков В. Ю., Богачков Ю. М., Жук Ю. О., Вольневич О. І., Ухань П. С.* Проект «Технології тестування»: [Система інструментів для психол. та пед. вимірювань] // *Комп'ют. у шк. та сім'ї.*— 2005.— № 1.— С. 16–18.

79. *Быков В. Е., Буриков В. А., Диденко А. П., Осадчук А. П.* Проблемы ведения общесоюзных и отраслевых классификаторов технико-экономической информации и унифицированных систем документации в просвещении // *Проблемы построения общесистемного обеспечения республиканских автоматизированных систем управления: Сб. науч. тр. / Госплан УССР. Глав. науч.-исслед. и информ.-вычислит. центр.*— К., 1980.— С. 123–129.

80. *Быков В. Ю., Бушуев С. Д., Тимінський О. Г., Каюк П. В., Файзуліна Е. М.* Методичні рекомендації для слухачів дистанційного курсу (навчальної дисципліни) «Управління проектами».— К.: Міленіум, 2003.— 67 с.

81. *Быков В. Ю., Винограй Э. Г., Мартынов А. Г., Осадчук А. П., Смирнов В. П.* Автоматизация управления в системе просвещения.— Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1984.— 264 с.

82. *Быков В. Е., Винограй Э. Г., Смирнов В. П.* «Дерево целей» системы просвещения области // *Вопросы совершенствования управления народным образованием: Межвуз. сб. науч. тр. / Том. гос. пед. ин-т.*— Томск: Изд-во Том. ун-та, 1980.— С. 22–60.

83. *Быков В. Ю., Гапон В. В., М. Я. Плескач.* Развитие структуры компьютерных систем опрацювання статистичної звітності для забезпечення управління освітою // *Комп'ютер у школі та сім'ї.*— 2005.— № 3 (43).— С. 3–6.

84. *Быков В. Ю., Гапон В. В., Плескач М. Я.* Сучасна структура автоматизованої системи статистичної інформації про діяльність і розвиток загальноосвітньої школи // Ін-

формаційні технології і засоби навчання: електронне наукове фахове видання [Електронний ресурс] / Гол. ред.: В. Ю. Биков; Ін-т інформ. технологій і засобів навчання АПН України, Центр. ін-т післядиплом. пед. освіти АПН України.— 2007.— № 4 (5).— Режим доступу <http://www.nbuu.gov.ua/e-journals/ITZN/em5/emg.html>.— Заголовок з екрана.

85. Биков В. Ю., Гриценко В. І., Довгялло О. М. та ін. Експертні системи в навчанні: [Використання у навчальному процесі спеціальних комп'ютерних програм] // Рідна школа.— 1993.— № 8.— С. 40–42.

86. Биков В. Ю., Гуржій А. М., Самсонов В. В. Інформаційна система для управління професійно-технічним закладом // Науково-методичне забезпечення сучасної професійної школи: Матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Львів, 1994 р., 11–14 трав.: У 2 ч. / Ін-т систем. дослідж. освіти України.— К., 1994.— Ч. 2.— С. 44–46.

87. Биков В. Ю., Дербя Т. О. Система автоматизованого документообігу в оболонці базового програмного забезпечення // Інформаційні технології і засоби навчання: електронне наукове фахове видання [Електронний ресурс] / Гол. ред.: В. Ю. Биков; Ін-т інформ. технологій і засобів навчання АПН України, Центр. ін-т післядиплом. пед. освіти АПН України.— 2007.— № 2(3).— Режим доступу <http://www.nbuu.gov.ua/e-journals/ITZN/em3/emg.html>.— Заголовок з екрана.

88. Биков В. Е., Диденко А. П., Осадчук А. П. Вопросы обеспечения совместности ОАСУ Минпроса УССР и АСПР Госплана УССР // Вопросы общесистемного обеспечения РАС Украинской ССР: Сб. науч. тр. / Госплан УССР. Глав. науч.-исслед. и информ.-вычисл. центр и др.— К., 1979.— С. 133–140.

89. Биков В. Е., Жалдак М. І., Морзе Н. В., Рамський Ю. С. Двадцять років становлення і розвитку методичної системи навчання інформатики в школі та педагогічному університеті // Комп'ют. у шк. та сім'ї.— 2005.— № 5.— С. 12–19.

90. Биков В. Ю., Жук Ю. О. Засоби навчання нового покоління в комп'ютерно орієнтованому навчальному середовищі // Комп'ютер у школі та сім'ї.— 2005.— № 5 (45).— С. 20–23.

91. Биков В. Ю., Жук Ю. О. Класифікація засобів навчання // Інформаційні технології і засоби навчання: Зб. наук. праць / За ред. В. Ю. Бикова, Ю. О. Жука / Інститут засобів навчання АПН України.— К.: Атіка, 2005.— С. 39–60.

92. Биков В. Ю., Жук Ю. О. Теоретико-методологічні засади моделювання навчального середовища сучасних педагогічних систем // Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти: Збірник наукових праць / За ред. Л. Л. Товажнянського та О. Г. Романовського.— Вип. 1 (5).— Харків: НТУ «ХПІ», 2003.— С. 64–77.

93. Биков В. Ю., Жук Ю. О., Задорожна Н. Т., Кузнєцова Т. В., Овчарук О. В. Інформаційний освітній портал «Діти України» // Засоби і технології єдиного інформаційного освітнього простору: Зб. наук. праць / За ред. В. Ю. Бикова, Ю. О. Жука.— Інститут засобів навчання АПН України.— К.: Атіка, 2004.— С. 5–17.

94. Биков В. Ю., Задорожна Н. Т., Омельченко Т. Г. Сучасні підходи та принципи побудови порталів // Засоби і технології єдиного інформаційного освітнього простору: Зб. наук. праць / За ред. В. Ю. Бикова, Ю. О. Жука.— Інститут засобів навчання АПН України.— К.: Атіка, 2004.— С. 17–44.

95. Биков В. Е., Килимник А. В., Бережная Э. П., Плескач М. Я. Обоснование структуры паспорта учреждения непроеизводственной сферы // Применение ЭВМ для обеспечения учебного процесса и управления образованием: [Материалы Всесоюз. конф., г. Свердловск, 1984 г., 15–17 нояб.] / Свердлов. гос. пед. ин-т.— Свердловск, 1985.— С. 194–195.

96. Биков В. Е., Корчук С. Н. Имитационное моделирование и исследование человеко-машинной диалоговой решающей системы // Проблемы управления народным

образованием и исследования его эффективности: Межвуз. сб. науч. тр.— М.: МГПИ им. В. И. Ленина, 1987.— С. 115–134.

97. *Быков В. Ю., Мартынов А. М.* Экономико-математические модели управления в просвещении.— Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1988.— 208 с.

98. *Быков В. Ю., Мартынок М. Т., Ткаченко І. А.* Планетарій як засіб навчання: Навч. посіб.— К.: Наук. світ, 2004.— 88 с.

99. *Быков В. Ю., Молодих Г. С.* Практика використання дистанційного навчання в післядипломній освіті // Комп'ютер у школі та сім'ї.— 2006.— № 4.— С. 27–29.

100. *Быков В. Ю., Осадчук О. П.* Галузева автоматизована система управління освітою в республіці // Рад. школа.— 1977.— № 8.— С. 75–82.

101. *Быков В. Ю., Осадчук О. П.* Информатизация освіти // Рад. школа.— 1990.— № 12.— С. 15–19.

102. *Быков В. Ю., Осадчук О. П.* Информатизация освіти сьогодні // Рід. школа.— 1992.— № 3/4.— С. 71–73.

103. *Быков В. Е., Осадчук А. П.* К вопросу разработки диалоговой системы плановых расчетов в просвещении // Задачи и методы ОАСУ просвещением: Сб. науч. тр. / Моск. гос. пед. ин-т им. Ленина; Под ред. М. Л. Левицкого.— М., 1981.— С. 89–93.

104. *Быков В. Е., Осадчук А. П.* Основные направления информатизации в системе Минобразования СССР // Механизация и автоматизация управления.— 1989.— № 4.— С. 20–23.

105. *Быков В. Е., Осадчук А. П., Андрущенко В. В.* Вопросы взаимодействия РАСУНТ с ОАСУ Министерства просвещения СССР // Создание республиканской автоматизированной системы управления развитием науки и техники и проблемы ее дальнейшего развития: Тез. докл. Респ. науч.-техн. семинара, г. Донецк, апр. 1981 г.— К., 1981.— Вып. 1: Экономико-организационные вопросы совершенствования управления развитием науки и техники.— С. 64–65.— В надзаг.: Госплан СССР. Глав. науч.-исслед. и информ. вычислит. центр и др.

106. *Быков В. Е., Осадчук А. П., Безгин А. Д.* и др. Концепция развития отраслевой автоматизированной систем управления Министерства просвещения СССР на 1986–1990 гг. и на период до 2000 года / М-во просвещения СССР. Глав. вычисл. центр.— К., 1986.— 73 с.

107. *Быков В. Е., Осадчук А. П., Смирнов В. П.* Вопросы совершенствования системы плановых расчетов в просвещении на областном уровне управления // Вопросы совершенствования управления народным образованием: Межвуз. сб. науч. тр. / Том. гос. пед. ин-т.— Томск: Изд-во Том. ун-та, 1980.— С. 70–83.

108. *Быков В. Е., Осадчук А. П., Смирнов В. П.* Проблемы обеспечения совместимости организационных уровней ОАСУ Министерства просвещения СССР // Вопросы совершенствования управления народным образованием: Сб. тр. / Томский гос. пед. ин-т.— Томск, 1979.— С. 21–28.

109. *Быков В. Ю., Осипа Р. А., Васильева Г. М.* Впровадження нових інформаційних технологій в управлінську діяльність директора школи: Метод. посіб.— К.: Укр. ін-т підвищ. кваліфікації кер. кадрів освіти, 1995.— 30 с.

110. *Быков В. Ю., Пилипчик А. Ю.* Проблеми створення системи моніторингу стану інформатизації загальноосвітніх навчальних закладів // Інформаційні технології і засоби навчання: електронне наукове фахове видання [Електронний ресурс] / Гол. ред.: В. Ю. Быков; Ін-т інформ. технологій і засобів навчання АПН України, Центр. ін-т післядиплом. пед. освіти АПН України.— 2007.— № 3 (4).— Режим доступу <http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/ITZN/em4/emg.html>.— Заголовок з екрана.

111. *Быков В. Ю., Плескач М. Я.* Нормативно-правове та програмно-методичне забезпечення загальноосвітніх навчальних закладів: проблеми та шляхи вдосконалення // Комп'ютер у школі та сім'ї.— 2002.— № 3 (21).— С. 2–6.

112. Биков В. Ю., Плескач М. Я. Розвиток структури комп'ютерних систем опрацювання статистичної звітності для забезпечення управління освітою // Комп'ют. у шк. та сім'ї. – 2005. – № 3 (43). – С. 3–6.
113. Быков В. Е., Плескач М. Я., Буриков В. А. Опыт создания и ведения унифицированной документации и классификаторов в ОАСУ Минпроса УССР // Классификаторы и документы: Науч.-техн. реф. сб. – М., 1986. – Вып. 5. – С. 26–32.
114. Биков В. Ю., Рогова П. І., Артемов Ю. І. Концептуальні засади інформатизації бібліотек освітньої галузі України: Бібліотекознавство. Документознавство. Інформологія. – 2004. – № 4. – С. 44–47.
115. Биков В. Ю., Руденко В. Д. Операційні системи та мережі шкільних комп'ютерних комплексів: Навч. посібн. / Ін-т системних досліджень освіти України, Укр. ін-т підвищення кваліфікації керівних кадрів освіти. – К.: Компас. – 279 с.
116. Биков В. Ю., Руденко В. Д. Програми для загальноосвітніх навчальних закладів універсального та фізико-математичного профілів. Інформатика, 8–11 класи // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2005. – № 1 (41). – С. 3–11.
117. Биков В. Ю., Руденко В. Д. Системи управління інформаційними базами даних в освіті: Навч. посібник / АПН України. Ін-т педагогіки та ін. – К.: ІЗМН, 1996. – 287 с.
118. Быков В. Е., Саенко Ю. И. Комплексная взаимосвязь и взаимодействие задач ОАСУ просвещения // Применение ЭВМ для обеспечения учебного процесса и управления образованием: Материалы Всесоюз. конф., г. Свердловск, 1984 г., 15–17 нояб. / Свердлов. гос. пед. ин-т. – Свердловск, 1985. – С. 185–186.
119. Быков В. Е., Саенко Ю. И., Смилянский П. В. Основы создания имитационных моделей в ОАСУ // Проблемы управления народным образованием и исследования его эффективности: Межвуз. сб. науч. тр. – М.: МГПИ им. В. И. Ленина, 1987. – С. 142–163.
120. Быков В. Е., Сигалов Ю. И. Функции, состав и структура управленческой информационной системы для органов народного образования // Автоматизированные системы в управлении учебно-воспитательным процессом в педагогическом институте: Сб. науч. тр. / Свердлов. гос. пед. ин-т. – Свердловск, 1986. – С. 91–99.
121. Биков В. Ю., Ченурна Н. М., Саух В. М. Інформатизація регіональної системи освіти: загальний опис і основні компоненти реалізації // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2006. – № 3 (51). – С. 3–6.
122. Биков В. Ю., Ченурна Н. М., Саух В. М. Створення єдиного освітнього інформаційного середовища Черкащини – умова здійснення рівного доступу до якісної освіти // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2005. – № 7 (47). – С. 3–6.
123. Богатырь Б. Н. Система образования России как объект информатизации: Школа-семинар «Создание единого информационного пространства системы образования». – М., 1998. – 37 с.
124. Богачков Ю. Н. Дистанционное обучение – выгодный шанс для корпораций // Компьютеры+Программы. – 1997. – № 5. – С. 64–69.
125. Богачков Ю. М., Булах І. Поняття та основні принципи дистанційного навчання. Принципи правильного вибору дистанційного навчального курсу // Матеріали семінару «Методи та принципи ДН». – 1999. – <http://www.irex.org.ua>.
126. Бойко А. М. Методи виховання // Енциклопедія освіти України / Акад. пед. наук України; Головний ред. В. Г. Кремень. – К.: Юрінком Інтер, 2008. – С. 488–490.
127. Бондар В. І. Інтегративні властивості педагогічних понять та їх врахування у процесі поетапного вивчення педагогічних дисциплін // Розвиток педагогічної і психологічної наук в Україні 1992–2002. Збірник наукових праць до 10-річчя АПН України / Академія педагогічних наук України. – Частина 1. – Х.: «ОВС», 2002. – С. 83–95.
128. Бондар В. І. Навчальна діяльність // Енциклопедія освіти України / Акад. пед. наук України; Головний ред. В. Г. Кремень. – К.: Юрінком Інтер, 2008. – С. 535–536.

129. *Бондаренко Л. Н.* Терминологическое обеспечение учебного процесса будущих инженеров как компонент коммуникативной компетенции // Проблемы та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти: Збірник наукових праць / За ред. Л. Л. Товажнянського та О. Г. Романовського.– У двох частинах.– Ч. 2.– Х.: НТУ «ХПІ», 2002.– С. 26–29.

130. *Брановицкий В. И.* Диалог «человек – ЭВМ» и его роль в решении народнохозяйственных задач.– К.: О-во «Знание УССР», 1982.– 20 с.

131. *Булах І. Є.* Комп'ютерна діагностика навчальної успішності.– К.: ЦМК МОЗ України: УДМУ, 1995.– 221 с.

132. *Бурков В. Н., Кондратьев В. В.* Механизмы функционирования организационных систем.– М.: Наука, 1981.– 383 с.

133. *Бусленко Н. П.* Моделирование сложных систем.– М.: Наука, 1978.– 399 с.

134. *Бушueva Н. С.* Сертификационная программа профессиональных проектных менеджеров Украины // Вестник Восточнoукраинского государственного университета.– 1998.– С. 20–23.

135. *Бушув С. Д., Биков В. Ю.* Високий рівень проектного менеджменту – необхідна передумова сучасного етапу суспільного розвитку / Вісн. Східноукр. держ. ун-ту.– 1998.– № 6.– С. 6–10.

136. *Бушувa Н. С., Бушув С. Д., Биков В. Ю., Шпільовий В. Д.* Керівництво з питань визначення професійної компетентності й сертифікації українських проектних менеджерів і фахівців з управління проектами NCB (ua) / Українська асоціація управління проектами.– К.: ТОВ «Т. А. К.», 2000.– 84 с.

137. *Бушув С. Д., Гурин Э. А.* Инвестиционные инструменты проектного менеджмента.– К.: Укр. ИНТЭИ, 1998.– 184 с.

138. *Бушув С. Д., Морозов В. В.* Динамическое лидерство в управлении проектами.– К.: Украинская ассоциация управления проектами, 1999.– 312 с.

139. *Вайс, Керол Г.* Оцінювання: Методи дослідження програм та політики: Пер. з англ. Р. Ткачука та М. Корчинської. Наук. ред. О. Кіліевич.– К.: Основи, 2000.– 671 с.

140. *Вилкас Э. И., Майминс Б. З.* Решения: теория, информация, моделирование.– М.: Радио и связь, 1981.– 328 с.

141. *Вища освіта України і Болонський процес: Навчальний посібник* / За редакцією В. Г. Кременя / М. Ф. Степко, Я. Я. Болюбаш, В. Д. Шинкарук, В. В. Грубінко, І. І. Бабін.– Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2004.– 384 с.

142. *Владимирська Є.* Дистанційна чи відкрита освіта: дефініцій ні артикуляції // Вища освіта України.– 2004.– № 2.– С. 112–115.

143. *Возрастная и педагогическая психология* / Под ред. А. В. Петровского.– М.: Педагогика, 1973.– 288 с.

144. *Волков С. И., Романов А. Н., Григоренко Г. П.* Построение и функционирование сложных экономических систем: Учеб. пособие.– М.: Финансы и статистика, 1982.– 215 с.

145. *Волкова В. В., Денисов А. А.* Основы теории систем и системный анализ: Учебник.– Изд. 2.– СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1999.

146. *Волкова В. В., Денисов А. А.* и др. Теория систем и методы системного анализа в управлении и связи.– М.: Радио и связь, 1983.– 248 с.

147. *Володин С. В., Макаров А. П., Фаражаев В. А.* Общесистемное проектирование АСУ реального времени / Под ред. В. А. Шабалкина.– М.: Радио и связь, 1984.– 232 с.

148. *Воропаев В. И.* Методы и средства управления проектами XXI века.– М.: СОВНЕТ, 1997.– 385 с.

149. Вулиш Г. Теория систем: [Пер. с нем.].— М.: Сов. радио, 1978.— 288 с.
150. Гецько Л. М., Ковалюнас Р., Колос В. В. Модель предметної області // Комп'ютерна технологія навчання: Словник-довідник.— К.: Наукова думка, 1992.— С. 334–336.
151. Гич Дж. Прикладная общая теория систем: [Пер. с англ.].— М.: Мир, 1981.— Т. 1.— 336 с.; Т. 2.— 736 с.
152. Глушков В. М. Введение в АСУ.— К.: Техніка, 1974.— 310 с.
153. Глушков В. М. Макроэкономические модели и принципы построения ОГАС.— М.: Статистика, 1975.— 160 с.
154. Глушков В. М. Основы безбумажной информатики.— М.: Наука, 1982.— 552 с.
155. Глушков В. М., Жимерин Д. Г., Мясников В. А. Общегосударственная автоматизированная система (ОГАС). Алгоритмы и организация решения экономических задач / Под ред. В. М. Санникова.— М.: Статистика, 1973.— С. 5–25.
156. Голубков Е. П. Использование системного анализа в отраслевом планировании.— М.: Экономика, 1977.— 135 с.
157. Гончаренко С. У. Метод // Енциклопедія освіти України / Акад. пед. наук України; Головний ред. В. Г. Кремень.— К.: Юрінком Інтер, 2008.— С. 486–487.
158. Гончаренко С. У. Методи дослідження в педагогіці // Енциклопедія освіти України / Акад. пед. наук України; Головний ред. В. Г. Кремень.— К.: Юрінком Інтер, 2008.— С. 490–492.
159. Гончаренко С. У. Методика навчального предмета // Енциклопедія освіти України / Акад. пед. наук України; Головний ред. В. Г. Кремень.— К.: Юрінком Інтер, 2008.— С. 494–497.
160. Гончаренко С. У. Психолого-педагогічний експеримент // Енциклопедія освіти України / Акад. пед. наук України; Головний ред. В. Г. Кремень.— К.: Юрінком Інтер, 2008.— С. 253–255.
161. Гончаренко С. У. Український педагогічний словник.— К.: Либідь, 1997.— 376 с.
162. ГОСТ 24.003-84. Автоматизированные системы управления. Термины и определения.— М.: Изд-во стандартов, 1984.— 13 с.
163. Гребенюк В. А., Логвиновский А. А. Процессы погружения и интерактивности в виртуальной образовательной среде. Конференция ХГТУРЭ «Виртуальность 99».— С. 10–16.
164. Григорьев В. Г. Математическая модель текущего планирования выпускников педвузов по областям // Актуальные социально-экономические проблемы народного образования: Тез. Докл. Всесою. науч.-практ. конф. / Моск. гос. пед. ин-т им. Ленина.— М., 1979.— С. 243–244.
165. Гузик М. П. Особистісно орієнтована дидактична система загальноосвітньої школи // Розвиток педагогічної і психологічної наук в Україні 1992 – 2002. Збірник наукових праць до 10-річчя АПН України / Академія педагогічних наук України.— Частина 1.— Х.: «ОВС», 2002.— С. 393–410.
166. Гуржій А. М., Биков В. Ю., Гапон В. В., Плєскач М. Я. Аналіз стану комп'ютеризації загальноосвітніх навчальних закладів за 1997–2001 роки // Комп'ютер у школі та сім'ї.— 2002.— № 4 (22).— С. 3–7.
167. Гуржій А. М., Биков В. Ю., Гапон В. В., Плєскач М. Я. Інформатизації і комп'ютеризації загальноосвітніх навчальних закладів України – 20 років // Комп'ютер у школі та сім'ї.— 2005.— № 3 (43).— С. 3–11.
168. Гуржій А. М., Жук Ю. О., Волинський В. П. Засоби навчання: Навчальний посібник.— К.: ІЗМН, 1997.— 208 с.
169. Гуржій А. М., Орлова М. І., Шут М. І., Самсонов В. В. Засоби навчання загальноосвітніх навчальних закладів (теоретико-методичні основи): Навч. посібник.— К.: НМЦ засобів навчання, 2001.— 95 с.

170. Гуржій А. М., Отенко В. І. Основи проєктування та реалізації інтерфейсу користувача для діалогових систем / За ред. проф. В. Ю. Бикова і А. М. Довгялло.— К.: ІСДО, 1994.— 116 с.
171. Дайновский А. Б. Экономика высшего образования.— М.: Экономика, 1976.— 156 с.
172. Далингер В. А. Этапы становления и развития дистанционного образования в России.— <http://www.ito.su/2001/ito/III/2/III-2-7.html>.
173. Данилин А. Р., Житомирский В. Г. Об алгоритмическом подходе к оценке трудности заданий по математике // Проблемы комплексного использования вычислительной техники в народном образовании: Сб. науч. тр.— Свердловск: Свердлов. гос. пед. ин-т, 1980.— С. 177–183.
174. Демиденко Э. С. Перспективы образования в меняющемся мире // Социологические исследования.— 2005.— № 2.— С. 80–87.
175. Державна національна програма «Освіта» (Україна ХХІ століття).— К.: Райду-га, 1994.— 61 с.
176. Державна програма «Забезпечення загальноосвітніх, професійно-технічних і вищих навчальних закладів сучасними технічними засобами з природничо-математичних і технологічних дисциплін» (http://www.mon.gov.ua/law/KMU_905.doc).
177. Державна програма «Інформаційні та комунікаційні технології в освіті і науці» на 2006–2010 роки (http://www.mon.gov.ua/law/KMU_1153.doc).
178. Джавадов Г. А., Шаблыкин В. С. Хозяйственный механизм в системе управления народным хозяйством (Концепция, опыт, перспективы развития).— М.: АНХ СССР, 1980.
179. Джинчарадзе Н. Г. «Інформаційна культура особи: формування та тенденції розвитку (соціально-філософський аналіз)».— К., 1997.
180. Дистанційний навчальний процес: Навчальний посібник / За ред. В. Ю. Бикова та В. М. Кухаренко.— К.: Міленіум, 2005.— 292 с.
181. Дистанционное образование в России: проблемы и перспективы // Материалы Шестой международной конференции по дистанционному образованию (Россия, Москва, 25–27 ноября 1998 г.) / Под ред. В. П. Тихомирова, В. И. Солдаткина, Д. Э. Колосова.— М.: МЭСИ, 1998.— 564 с.
182. Довгялло А. М. Диалог пользователя с ЭВМ. Основы проектирования и реализации.— К.: Наук. думка, 1981.— 232 с.
183. Довгялло О. М. Діалогова система // Комп'ютерна технологія навчання: Словник-довідник.— К.: Наукова думка, 1992.— С. 177–178.
184. Довгялло О. М., Іваненко О. Л. Кооперативна взаємодія // Комп'ютерна технологія навчання: Словник-довідник.— К.: Наукова думка, 1992.— С. 284–285.
185. Домрачев В. Г. Дистанционное обучение: возможности и перспективы // Высшее образование в России.— 1994.— № 3.— С. 310–315.
186. Домрачев В., Багдасян А. Дистанционное обучение на базе электронной почты // Высшее образование в России.— 1995.— № 2.— С. 79–87.
187. Дружинин В. В., Коиторов Д. С. Проблемы системологии. Проблемы теории сложных систем / Предисл. В. М. Глушкова.— М.: Сов. Радио, 1976.— 296 с.
188. Дружинин В. В., Коиторов Д. С. Системотехника.— М.: Радио и связь, 1985.— 200 с.
189. Дубров Я. А., Штемик В. Г., Маслова Н. В. Системное моделирование и оптимизация в экономике.— К.: Наук. думка, 1976.— 254 с.
190. Європейці стануть освіченішими // Євро бюлетень.— Березень — 2004.— С. 13.
191. Евреинов Э. В., Каймин В. А. Информатика и дистанционное образование.— М.: ВАК, 1998.— 314 с.

192. *Еришов А. П.* Информатизация: от компьютерной грамотности учащихся к информационной культуре общества // Коммунист.— 1988.— № 2.
193. *Жалдак М. І., Морзе Н. В., Рамський Ю. С.* Двадцять років становлення і розвитку методичної системи навчання інформатики в школі та педагогічному університеті // Комп'ют. у шк. та сім'ї.— 2005.— № 5.— С. 12–19.
194. *Жалдак М. І., Триус Ю. В.* Основи теорії і методів оптимізації: Навчальний посібник.— Черкаси: Брама-Україна, 2005.— 608 с.
195. *Жамин В. А.* Оптимизация размещения сети общеобразовательных школ.— М.: Педагогика, 1975.— 172 с.
196. *Жариков О. Н.* и др. Системный подход к управлению.— М.: ЮНИТИ, 2001.
197. *Жерар Ф., Роз'єр К.* Як розробляти та оцінювати шкільні підручники: [Пер. з француз. М. Марченко].— К.: К.І.С., 2001.— 352 с.
198. *Жимерин Д. Г., Мясников В. А.* Автоматизированные и автоматические системы управления.— М.: Энергия, 1975.— 680 с.
199. *Житомирский В. Г.* Факторы, влияющие на успешность // Вестник высшей школы.— 1972.— № 9.— С. 22–28.
200. *Жук Ю. О.* Засоби навчання // Енциклопедія освіти України / Акад. пед. наук України; Головний ред. В. Г. Кремень.— К.: Юрінком Інтер, 2008.— С. 313–314.
201. *Задорожна Н., Кривонос О., Бортніков А., Томчук С.* Варіант побудови компонентів системи дистанційного навчання державних службовців на робочих місцях з використанням сучасних інформаційних технологій і глобальних мереж // Вісник державної служби України.— 1998.— № 1.— С. 92–95.
202. *Закон України «Про концепцію національної програми інформатизації»* від 4 лютого 1998 року // Відомості Верховної Ради України.— 1998.— № 27–28.
203. *Закон України «Про національну програму інформатизації»* // Відомості Верховної Ради (ВВР).— 1998.— № 27–28.
204. *Залевская А. А.* Введение в психолингвистику.— М., 2000.
205. *Залевская А. А.* Индивидуальное знание: специфика функционирования.— Тверь, 1992.
206. *Засоби і технології єдиного інформаційного освітнього простору: Зб. наук. праць / За ред. В. Ю. Бикова, Ю. О. Жука.*— Інститут засобів навчання АПН України.— К.: Атіка, 2004.— 240 с.
207. *Згуровський М. З.* Інформаційні мережні технології в науці та освіті.— Дзеркало неділі.— 2002.— 6–12 липня (№ 25 (400)).
208. *Згуровський М. З.* Сталий розвиток у глобальному і регіональному вимірах: Аналіз за даними 2005 р.— К.: НТТУ «КПІ», 2006.— 84 с.
209. *Згуровський М. З., Родіонов М. К.* Розвиток інформаційного суспільства в Україні: Правове регулювання у сфері інформаційних відносин.— К.: НТУУ «КПІ», 2006.— 542 с.
210. *Зінковський Ю. Ф.* Навчальний план // Енциклопедія освіти України / Акад. пед. наук України; Головний ред. В. Г. Кремень.— К.: Юрінком Інтер, 2008.— С. 537.
211. *Зінковський Ю. Ф.* Навчальна програма // Енциклопедія освіти України / Акад. пед. наук України; Головний ред. В. Г. Кремень.— К.: Юрінком Інтер, 2008.— С. 536.
212. *Зязюн І. А.* Технологізація освіти в контексті удосконалення професійного розвитку особистості // Розвиток педагогічної і психологічної наук в Україні 1992–2002. Збірник наукових праць до 10 – річчя АПН України / Академія педагогічних наук України.— Частина 2.— Харків: ОВС, 2002.— С. 28–44.
213. *Ільченко В. Р.* Особистісно орієнтована модель природничо-наукової освіти «Довкілля» // Розвиток педагогічної і психологічної наук в Україні 1992–2002. Збірник

наукових праць до 10-річчя АПН України / Академія педагогічних наук України.— Частина 1.— Х.: ОВС, 2002.— С. 383–393.

214. Інформаційне забезпечення навчально-виховного процесу: Інноваційні засоби і технології: Колективна монографія / За ред. В. Ю. Бикова та О. В. Овчарук.— К.: Атіка, 2005.— 252 с.

215. *Інформаційний збірник* (Інформатизація України). НАН України. Кібернетичний центр.— К., 1995.— 45 с.

216. *Інформаційно-аналітичні матеріали до парламентських слухань з питань розвитку інформаційного суспільства в Україні* // Кабінет Міністрів України, Міністерство транспорту та зв'язку України.— К., 2005.— 70 с.

217. *Имитационные системы в экономических исследованиях* // Современное состояние теории исследования операций.— М.: Наука, 1979.— С. 381–403.

218. *Кайлов К. М., Парчевский В. П.* Иерархическая регуляция структуры и функции морских растений.— К.: Наук. думка, 1983.— 256 с.

219. *Каймин В. А.* Информатика и дистанционное образование.— М.: МАИ, 1998.

220. *Калапуша Л. Р.* Моделювання у вивченні фізики.— К.: Рад. школа.— 1982.— 158 с.

221. *Калашников В. В.* Организация моделирования сложных систем.— М.: Знание, 1982.— 64 с.

222. *Калмыков А. А.* Технология разработки курса дистанционного обучения / Материалы конференции «Дистанционное обучение. Вузы Санкт-Петербурга регионам России», 15–20 марта 1999.

223. *Каляев А. В.* Теория цифровых интегрирующих машин и структур.— М.: Сов. Радио, 1970.— 471 с.

224. *Кастри Джс.* Большие системы: [Пер. с англ.].— М.: Мир, 1982.— 216 с.

225. *Катренко А. В.* Системний аналіз об'єктів та процесів комп'ютеризації: Навчальний посібник.— Л.: Науковий світ — 2000, 2003.— 424 с.

226. *Кельтон В., Лоу А.* Имитационное моделирование. Классика CS.— 3-е изд.— СПб.: Питер; К.: Издательская группа BHV, 2004.— 847 с.

227. *Кларин М. В.* Педагогическая технология в учебном процессе.— М.: Знание, 1989.— 77 с.

228. *Клюцков Ф. Н., Мацнев Д. А., Уринсон Я. М.* Итоги и перспективы разработки и внедрения центрального комплекса задач АСПР Госплана СССР // Экономика и мат. методы.— 1984.— Т. XX, вып. 5.— С. 811–821.

229. *Когдов Н. М.* Автоматизовані системи наукових досліджень // Комп'ютерна технологія навчання: Словник-довідник.— К.: Наукова думка, 1992.— С. 46–48.

230. *Козленко А. Н., Быков В. Е.* Формализация построения «дерева целей» при системном анализе объектов управления // Применение ЭВМ для обеспечения учебного процесса и управления образованием: Материалы Всесоюз. конф., г. Свердловск, 15–17 ноября 1984 г. / М-во просвещения РСФСР. Свердлов. гос. пед. ин-т.— Свердловск, 1985.— С. 190–191.

231. *Козловська І. М.* Закони і закономірності дидактики // Розвиток педагогічної і психологічної наук в Україні 1992 – 2002. Збірник наукових праць до 10 – річчя АПН України / Академія педагогічних наук України.— Частина 2.— Х.: ОВС, 2002.— С. 348–358.

232. *Козуб В. М.* Иерархические системы моделей планирования.— М.: Радио и связь, 1984.— 176 с.

233. *Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світові досягнення та українські перспективи* / Під заг. ред. О. В. Овчарук.— К.: «К. І. С.», 2004.— 112 с.

234. *Концепція інформатизації освіти* / В. Ю. Биков, Я. І. Вовк, М. І. Жалдак, В. І. Луговий та ін. // Рід. шк.— 1984.— № 11.— С. 26–29.

235. *Концептуальні засади підвищення кваліфікації керівних кадрів професійно-технічних навчальних закладів за очно-дистанційною формою навчання* / Олійник В. В., Биков В. Ю., Гравіт В. О. та ін.; За заг. ред. В. В. Олійника.— К.: ЦППО, 2007.— 104 с.

236. *Концепція програми інформатизації загальноосвітніх навчальних закладів, комп'ютеризації сільських шкіл* / В. О. Огнев'юк, В. Ю. Биков, М. І. Жалдак та ін. // Комп'ютер у школі та сім'ї.— 2000.— № 3.— С. 3–10.

237. *Концепція розвитку дистанційної освіти в Україні.*— Затверджено Постановою МОН України 20 грудня 2000 р.— К.: НТУ «КПІ», 2000.— 12 с.

238. *Концепция создания и развития информационно-образовательной среды Открытого Образования Системы Образования РФ.* Разработана во исполнение приказа № 2389 от 02.08.2000 г. «Об организации работ в области открытого образования» (<http://www.ukoo.ru/ukoo/concept/>).

239. *Копыленко Ю. В., Позднеев Б. М.* О создании единого информационно-образовательного пространства системы вузов УМО АМ / Проблемы информатизации высшей школы.— М., 1996.— № 1.— С. 3–6.

240. *Кочурова Г. В.* К вопросу об определении нормативов квалификационного уровня профессорско-преподавательского состава кафедры, факультета, вуза // Совершенствование организации и повышения эффективности труда: Тез. докл. и сообщ. межвед. конф.— Воронеж, 1977.

241. *Кошкин К. В., Павлов А. А.* Алгоритмическое обеспечение управления проектами виртуальных производств в судостроении: Монография.— Херсон: Олди-плюс, 2001.— 171 с.

242. *Кремень В. Г.* Дистанційна освіта – перспективний шлях розв'язання сучасних проблем розвитку професійної освіти // Вісник Академії дистанційної освіти.— 2003.— № 1.— С. 4–11.

243. *Кремень В. Г.* Освіта як найважливіша умова розвитку людського капіталу // Філософія педагогічної майстерності: Зб. наук. пр. / Інститут педагогічної освіти і освіти дорослих, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського / Редкол.: Н. Г. Нічкало та ін.— Київ—Вінниця: ДОВ «Вінниця», 2008.— С. 6–13.

244. *Кремень В. Г.* Система освіти України: сучасні тенденції і перспективи // Професійна освіта: педагогіка і психологія: Україно-польський журнал / За ред.: І. Зазюна, Н. Нічкало, Т. Левовицького, І. Вільш.— Київ—Ченстохова: ВІПОЛ—Київ—Ченстохова.— 2000.— С. 11–30.

245. *Кремень В. Г.* Освіта і наука в Україні – інноваційні аспекти. Стратегія. Реалізація. Результати.— К.: Грамота, 2005.— 448 с.

246. *Кремень В. Г.* Філософія освіти XXI століття. «Освіта України» № 102–103, 28 грудня 2002 року.— С. 6–7.

247. *Кремень В. Г., Табачник Д. В., Ткаченко В. М.* Україна: альтернативи поступу (критика історичного досвіду).— К.: «ARC-UKRAINE», 1996.— 793 с.

248. *Кристофидес Н.* Теория графов. Алгоритмический подход.— М.: Мир, 1978.— 432 с.

249. *Крутов В. И., Глушко И. М., Попов В. В.* Основы научных исследований.— М.: Высш. шк., 1981.— 176 с.

250. *Кугаенко А. А.* Методы синтеза динамических моделей социально-экономических объектов. Учеб. пособие.— М.: МГПИ, 1979.— 115 с.

251. *Кудрявцева С. П.* Телематика у навчанні (Досвід Міжнародного наукового навчального центру ЮНЕСКО / МПІ інформаційних технологій та систем) // Матеріали семінару «Методи та принципи ДН», 1999.— <http://www.irex.org.ua>.

252. *Кудрявцева С. П.* Штучний інтелект // Комп'ютерна технологія навчання: Словник-довідник.— К.: Наукова думка, 1992.— С. 341–342.
253. *Кудрявцева С. П., Петрушин В. О.* Експертна система // Комп'ютерна технологія навчання: Словник-довідник.— К.: Наукова думка, 1992.— С. 605–608.
254. *Кудряшов И. А.* и др. Аналоговые и комбинированные электронные вычислительные машины.— Л., 1969.— 449 с.
255. *Кузьмин О. Е., Шуневич Б. И.* Современное состояние дистанционного образования в Украине // Материалы Шестой международной конференции по дистанционному образованию.— Москва: МЭСИ.— 1998.— С. 256–261.
256. *Курило В. М., Шепотько В. П.* Освіта України і науково-технічний прогрес: історія, досвід, уроки.— К.: Деміург, 2006.— 432 с.
257. *Кухаренко В. М.* Дистанційне навчання школярів // Комп'ютер у школі та сім'ї.— 2006.— № 4.— С. 23–26.
258. *Кухаренко В. М., Рибалко О. В., Сиротинко Н. Г.* Дистанційне навчання: Умови застосування. Дистанційний курс: Навчальний посібник.— 3-е вид. / За ред. В. М. Кухаренка.— Харків: НТУ «ХПІ», «Торсінг», 2002.— 320 с.
259. *Кухаренко В. М., Сиротинко В. Г., Молодих Г. С., Твердохлєбова Н. Є.* Дистанційний навчальний процес: Навчальний посібник / За ред. В. Ю. Бикова та В. М. Кухаренка.— К.: Міленіум, 2005.— 292 с.
260. *Кушнірук С. А.* Педагогічна система // Енциклопедія освіти України / Акад. пед. наук України; Головний ред. В. Г. Кремень.— К.: Юрінком Інтер, 2008.— С. 649–650.
261. *Ладенко И. С.* Имитационное моделирование.— Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1981.— 202 с.
262. *Лазарев М. І.* Стратегія проектування змісту інтенсивних технологій вивчення інженерних дисциплін // Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти: Збірник наукових праць / За ред. Л. Л. Товажнянського та О. Г. Романовського.— У двох частинах. Ч. 2.— Х.: НТУ «ХПІ», 2002.— С. 365–371.
263. *Лазарев М. І.* Формування у студентів блоку прийняття рішень в інтенсивних технологіях навчання загальноінженерних дисциплін // Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти: Збірник наукових праць; За ред. Л. Л. Товажнянського та О. Г. Романовського.— Вип. 1 (5).— Харків: НТУ «ХПІ», 2003.— С. 459–469.
264. *Липтев О. Н.* Система автоматизированной проверки знаний: Метод. разраб. / Свердлов. пед. ин-т.— Свердловск, 1985.— 106 с.
265. *Лебединский Н. П.* Основы автоматизации плановых расчетов.— М.: Экономика, 1982.— 224 с.
266. *Лобок А. М.* Вероятностное образование в вопросах и ответах // Перемены. Пед. журнал.— М.: Эврика, — 2000.— № 1.— С. 15–31.
267. *Лозова В. І.* Навчальний предмет // Енциклопедія освіти України / Акад. пед. наук України; Головний ред. В. Г. Кремень.— К.: Юрінком Інтер, 2008.— С. 537–538.
268. *Лозовецька В. Т.* Модель // Енциклопедія освіти України / Акад. пед. наук України; Головний ред. В. Г. Кремень.— К.: Юрінком Інтер, 2008.— С. 516.
269. *Лопухин М. М.* ПАТЕРН — метод планирования и прогнозирования научных работ.— М.: Сов. радио, 1971.— 159 с.
270. *Лотов А. В.* Введение в экономико-математическое моделирование.— М.: Наука, 1984.— 392 с.
271. *Майоров А. Н.* Теория и практика создания тестов для системы образования. (Как выбирать, создавать и использовать тесты для целей образования).— М., 2000.— 352 с.
272. *Мадзігон В. М., Биков В. Ю., Руденко В. Д.* Яким бути базовому курсу інформатики в загальноосвітніх навчальних закладах // Комп'ютер у школі та сім'ї.— 2001.— № 6 (18).— С. 3–6.

273. *Манако А. Ф.* Проблемна область // Комп'ютерна технологія навчання: Словник-довідник. – К.: Наукова думка, 1992. – 402 с.
274. *Маноха І. П.* Експеримент // Енциклопедія освіти України / Акад. пед. наук України; Головний ред. В. Г. Кремень. – К.: Юрінком Інтер, 2008. – С. 255–256.
275. *Марек А. Я.* Математическое моделирование профессиональной деятельности учителя: Монография / Под ред. И. М. Козловской. – Л.: Евросвіт, 2003. – 428 с.
276. *Мартынченко Ю. Г.* Применение новых информационных технологий в преподавании фундаментальных наук // Соросовский образовательный журнал. – 1997. – № 3. – С. 130–138.
277. *Мартынов А. Н., Русановский А. П., Смирнов В. П.* Функциональная характеристика территориальной АСУ народным образованием области // Задачи и методы ОАСУ просвещением РСФСР: Сб. науч. тр. / Моск. гос. пед. ин-т им. В. И. Ленина. – М., 1979. – С. 130–145.
278. Математические методы в теории систем / Под ред. Ю. И. Журавлева. – М.: Мир, 1979. – 328 с.
279. IX Международная конференция-выставка «Информационные технологии в образовании»: Сб. трудов участников конференции. Часть III. – М.: МИФИ, 1999. – 312 с.
280. *Машибиць Ю. І.* Психологічні механізми навчання: теоретико-методологічні аспекти // Розвиток педагогічної і психологічної наук в Україні 1992 – 2002. Збірник наукових праць до 10-річчя АПН України / Академія педагогічних наук України. – Частина 2. – Х.: ОВС, 2002. – С. 469–481.
281. *Месарович М.* Основания общей теории систем // Общая теория систем: Сб. статей / [Пер. с англ. В. Я. Алтаева, Э. Л. Напельбаума]. – М.: Мир, 1966. – С. 15–48.
282. *Месарович М., Мако Д., Такахара И.* Теория многоуровневых иерархических систем: [Пер. с англ.] / Под ред. И. Ф. Шахнова. – М.: Мир, 1973. – 344 с.
283. *Месарович М., Такахара Я.* Общая теория систем: Мат. основы. – М.: Мир, 1978. – 311 с.
284. *Мещанинов О. П.* Сучасні моделі розвитку університетської освіти в Україні: Монографія. – Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. Петра Могили, 2005. – 460 с.
285. *Михалевич В. С., Волкович В. Л.* Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем. – М.: Наука, 1982. – 286 с.
286. *Михалевич В. С., Шкурба В. В.* Научные основы и проблемы АСПР: Новые аспекты и подходы // Системы моделей и нормативов АСПР. – К.: ИК АН УССР, 1980. – С. 4–7.
287. *Мир Управления Проектами* / Под ред. Х. Решке, Х. Шелле [Пер. с англ.]. – М.: Аланс, 1993. – 304 с.
288. *Модернізація освіти в Україні.* Аналітичний огляд результатів всеукраїнського опитування керівників загальноосвітніх навчальних закладів у 2004 р. – К.: «К.І.С.», 2004. – 32 с.
289. *Модин А. А.* Основы разработки и развития АСУ. – М.: Наука, 1981. – 279 с.
290. *Моисеев Н. Н.* «Алгоритмы развития». – М.: Наука, 1987.
291. *Моисеев Н. Н.* Математика ставит эксперимент. – М.: Наука, 1979. – 446 с.
292. *Моисеев Н. Н.* Математические задачи системного анализа. – М.: Наука, 1981. – 487 с.
293. *Моисеева Н. В.* Курс подготовки координаторов дистанционного обучения. – М.: Владос, 1997. – 183 с.
294. *Моляко В. О.* Психологія творчості – нова парадигма дослідження конструктивної діяльності // Розвиток педагогічної і психологічної наук в Україні 1992 – 2002. Збірник наукових праць до 10-річчя АПН України / Академія педагогічних наук України. – Частина 2. – Х.: ОВС, 2002. – С. 481–491.

295. *Моніторинг якості освіти: світові досягнення та українські перспективи* / За заг. ред. О. І. Локшиною.— К.: «К.І.С.», 2004.— 128 с.
296. *Морозов К. Е. Математическое моделирование в научном познании.*— М.: Мысль, 1969.— 215 с.
297. *Нагойце К. Применение теории систем к проблемам управления* / [Пер. с англ. В. Б. Тарасова] / Под ред. С. А. Орловского.— М.: Мир, 1981.— 180 с.
298. *Національна Доктрина розвитку освіти* / Центр Разумкова / Національна безпека та оборона.— № 4.— 36 с.
299. *Нейлор Т. Машинные имитационные эксперименты с моделями экономических систем.*— М.: Мир, 1975.— 500 с.
300. *Ніканова І. Ю., Повякель Н. І. Читабельність тексту // Комп'ютерна технологія навчання: Словник-довідник.*— К.: Наукова думка, 1992.— 596 с.
301. *Ніколаєнко С. М. Освіта в інноваційному поступі суспільства.*— К.: Знання, 2006.— 200 с.
302. *Нильсон Н. Искусственный интеллект. Методы поиска решений:* [Пер. с англ.] / Под ред. С. В. Фомина.— М.: Мир, 1973.— 270 с.
303. *Об эффективности комбинированных методов в дискретном программировании // Современное состояние теории исследования операций* / Д. А. Молодцов и др.; Предисл. Н. И. Моисеева.— М.: Наука, 1979.— С. 283–311.
304. *Общесистемное проектирование АСУ реального времени* / С. В. Володин, А. П. Макаров, В. А. Фаражаев: Под ред. В. А. Шабалкина.— М.: Радио и связь, 1984.— 232 с.
305. *Овчарук О. В. Компетентності як ключ до оновлення змісту освіти.— Стратегія реформування освіти в Україні: Рекомендації з освітньої політики.*— К.: «К.І. С.», 2003.— С. 13–43.
306. *Огнев'юк В. О., Биков В. Ю., Жалдак М. І. та ін. Концепція Програми інформатизації загальноосвітніх навчальних закладів, комп'ютеризації сільської школи // Комп'ютер у школі та сім'ї.*— 2000.— № 3 (11).— С. 3–10.
307. *Олексенко В. М. Гуманітарні та культурологічні підходи до проблем підготовки інженерів — майбутніх керівників виробництва // Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти: Збірник наукових праць* / За ред. Л. Л. Товажнянського та О. Г. Романовського.— У двох частинах.— Ч. 2.— Х.: НТУ «ХПІ», 2002.— С. 108–114.
308. *Олійник В. В. Дистанційне навчання в післядипломній педагогічній освіті: організаційно-педагогічний аспект: Навч. посіб.*— К.: ЦІППО, 2001.— Вип. 3. Організація дистанційного навчання в післядипломній педагогічній освіті.— 68 с.
309. *Олійник В. В., Биков В. Ю., Гравіт В. О. та ін. Концептуальні засади підвищення кваліфікації керівних кадрів професійно-технічних навчальних закладів за очно-дистанційною формою навчання* / За заг. ред. В. В. Олійника.— К.: ЦІППО, 2007.— 104 с.
310. *Олійник В. В., Биков В. Ю., Гравіт В. О. та ін. Підвищення кваліфікації керівників освіти за дистанційною формою навчання: Навч. посіб.* / За заг. ред. В. В. Олійника.— К.: Логос, 2006.— 408 с.
311. *Орлов П. І., Луганський О. М. Інформаційні системи і технології в управлінні, освіті, бібліотечній справі: Наук.-практ. посіб.*— Донецьк: Альфа-прес, 2004.— 292 с.
312. *Орнатский П. П. Теоретические основы информационно-измерительной техники.*— К.: Вища школа, 1983.— 455 с.
313. *Орчаков О. О., Калмыков А. А. Открытое образование.*— http://www.dist.mnepru.ru/distkurs/hip_dic/do/sl/s26.htm.
314. *Освіта в інноваційному поступі суспільства* / Доповідь на підсумковій колегії Міністерства освіти і науки України 17 серпня 2006 року // *Освіта України.*— 2006.— 14 серпня (№ 60–61).— С. 1–21.

315. *Основи дистанційного навчання. Дистанційний курс: Навч. посібн.* / За ред. В. М. Кухаренко.– Х.: ХДПУ, 1999.– 182 с.
316. *Основы инженерной психологии* / Под ред. Б. Ф. Ломова.– М.: Высшая школа, 1986.– 446 с.
317. *Основы системного подхода и их приложение к разработке территориальных автоматизированных систем управления* / Под. Ред. Ф. И. Перегудова.– Томск: Изд-во Том. ун-та, 1976.– 244 с.
318. *Основы современной системотехники* / Под ред. М. Рабина.: [Пер. с англ. под ред. Е. К. Масловского].– М.: Мир, 1975.– 527 с.
319. *Основы создания больших АСУ* / В. А. Баранюк, Е. С. Бичугов, А. И. Черкащенко, Ш. У. Уразгельдиев / Под ред. В. А. Баранюка.– М.: Сов. радио, 1979.– 360 с.
320. *Останчук О. Є.* Можливості синергетики в розбудові інноваційного освітнього простору // Педагогіка і психологія.– К.: Педагогічна преса, 2004.– № 4 (45).– С. 16–28.
321. *Паначин Ф. Г.* Управление просвещением в СССР.– М.: Просвещение, 1979.– 208 с.
322. *Парищенко Л., Леонський В., Леонська Г., Богачков Ю., Радченко В.* Система тестування учнів у середній школі // Завуч.– 2007.– Червень (№ 16–18).– 112 с.
323. *Парламентські слухання з розвитку інформаційного суспільства в Україні* 21 вересня 2005 року.– К., 2005.– 64 с.
324. *Педагогические технологии дистанционного обучения: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений* / [Полат Е. С., Моисеева М. В., Петрова А. Е., и др.]; Под ред. Полат Е. С.– М.: Издательский центр «Академия», 2006.– 400 с.
325. *Педагогічні технології: наука – практиці: Навчально-методичний щорічник* / О. І. Кульчицька, С. О. Сисоєва, Я. В. Цехмістер; За ред. С. О. Сисоєвої.– К.: ВІПОЛ, 2002.– Вип. 1.– 281 с.
326. *Педагогічний словник* / За ред. Ярмаченка М. Д.– К.: Педагогічна думка, 2001.– 516 с.
327. *Перегудов Ф. И.* Основы системного проектирования АСУ организационными комплексами.– Томск: Изд-во Том. ун-та, 1984.– 176 с.
328. *Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П.* Введение в системный анализ.– М.: Высш. шк., 1989.– 367 с.
329. *Перминов С. Б.* Имитационное моделирование управления в экономике.– Новосибирск: Наука, 1981.– 212 с.
330. *Пименова Н. Ю.* Развитие дистанционного обучения как фактор эффективного взаимодействия вуза и регионального сообщества // Университетское управление.– 2005.– № 2 (35).– С. 35–41.
331. *Плотников В. М., Зверев В. Ю.* Методы быстрого расширения алгоритма в вычислительных сетях // Изв. АН СССР. Сер. тех. киберн.– 1970.– № 3.– С. 37–43.
332. *Полат Е. С., Моисеева М. В.* Дистанционное обучение.– М.: Владос, 1998.– 192 с.
333. *Положення про дистанційне навчання. Наказ Міністерства освіти і науки України від 21.01.2004 р. № 40.*– Режим доступу: <http://www.gdo/kiev.ua/files/do.php?st=1078&god=2004/>– Заголовок з екрана.
334. *Портер У.* Современные основания общей теории систем: [Пер. с англ.].– М.: Наука, 1971.– 556 с.
335. *Поспелов Г. С., Ириков В. А.* Программно-целевое планирование и управление.– М.: Сов. радио, 1976.– 431 с.
336. *Постанова Верховної Ради України від 1 грудня 2005 року, № 3175.*
337. *Про невідкладні заходи щодо розвитку інформаційного суспільства в Україні. Доповідь Президента України* // Громадська рада з питань інформаційно-комунікаційних технологій.– К., 2005.– 42 с.

338. *Проблемы программно-целевого планирования и управления / Теория и методы системного анализа* / Под ред. Г. С. Поспелова.– М.: Наука, 1981.– 460 с.

339. *Проект информационно-образовательной среды системы открытого образования*. Государственный НИИ Системной Интеграции.– <http://domino.distera.ru>.

340. *Прокопенко І. Ф., Биков В. Ю., Раков С. А.* До питання інформатизації вищих педагогічних навчальних закладів // Комп'ютер у школі та сім'ї.– 2002.– № 4 (22).– С. 8–13.

341. *Прокопенко І. Ф., Биков В. Ю., Раков С. А.* Інформатизація вищих педагогічних навчальних закладів – як мрії перетворити на дійсність // Комп'ютер у школі та сім'ї.– 2003.– № 2 (26).– С. 3–6.

342. *Прокопенко І. Ф., Євдокімов В. І.* Педагогічні технології.– Х.: Колегіум, 2005.– 224 с.

343. *Психологические механизмы целеобразования* / Под ред. О. К. Тихомирова; АН СССР. Ин-т психологии.– М.: Наука, 1977.– 259 с.

344. *Райзберг Б. А., Голубков Е. П., Пекарський Л. С.* Системный подход в перспективном планировании.– М.: Экономика, 1975.– 272 с.

345. *Раков С. А., Горох В. П., Осенков К. О., Думчикова О. В., Костіна О. В., Ларін О. Р., Лисиця В. Т., Олійник Т. О., Пікалова В. В.* Відкриття геометрії через комп'ютерні експерименти в пакеті DG / За ред. С. А. Ракова, В. Ю. Бикова.– Х.: ХДПУ, 2002.– 134 с.

346. *Раскин Л. Г.* Анализ сложных систем и элементы теории оптимального управления.– М.: Сов. радио, 1976.– 343 с.

347. *Растргиин Л. А.* Современные принципы управления сложными объектами.– М.: Сов. радио, 1980.– 232 с.

348. *Раяцкас Р. Л.* Система моделей планирования и прогнозирования.– М.: Экономика, 1976.– 296 с.

349. *Розвиток системи професійно-технічної освіти в період соціально-економічних реформ: Доп. Нац. Обсерваторії України* / В. Ю. Биков, О. Д. Духоненко, Н. Г. Ничкало та ін.; М-во освіти і науки України, Європ. фонд освіти, Нац. Обсерваторія України.– К.: ВВП Компас, 1998.– 76 с.– Укр., рос. та англ.

350. *Російський портал Інтернет-освіти*.– <http://dictionary.fio.ru/article>

351. *РТМ-2-78.* Руководящие технические материалы к расчету потребности в педагогических кадрах для дневных общеобразовательных школ и школ-интернатов / Министерство просвещения УССР. Главный вычислительный центр.– К., 1980.– 72 с.

352. *РТМ-3-80.* Руководящие технические материалы по расчету численности педагогических и медицинских кадров для постоянно действующих детских дошкольных учреждений / Министерство просвещения УССР. Главный вычислительный центр.– К., 1980.– 51 с.

353. *Рубан В. Я., Кирилюк Н. И., Деди́ков Э. А.* Системное проектирование АСУ.– К.: Техніка, 1983.– 136 с.

354. *Руденко В. Д.* Розвиток інформаційного суспільства в Україні / Огляд матеріалів парламентських слухань з питань розвитку інформаційного суспільства в Україні // Комп'ютер у школі та сім'ї.– 2005.– № 8 (48).– С. 2–17.

355. *Руденко В. Д., Мака́рчук О. М., Патла́нжоглу М. О.* Базовий курс інформатики.– Кн. 1: Основи інформатики: Навч. посібник / За ред. В. Ю. Бикова.– К.: ВНУ, 2005.– 320 с.

356. *Руденко В. Д., Мака́рчук О. М., Патла́нжоглу М. О.* Базовий курс інформатики.– Кн. 2: Інформаційні технології: Навч. посібник / За ред. В. Ю. Бикова.– К.: ВНУ, 2006.– 368 с.

357. Руденко В. Д., Макаруч О. М., Патланжоглу М. О. Курс інформатики (частина 1): Комп'ютер та його програмне забезпечення: Навч. посібник / За ред. докт. пед. наук В. М. Мадзігона, докт. техн. наук В. Ю. Бикова.— К.: Фенікс, 2001.— 370 с.
358. Руденко В. Д., Макаруч О. М., Патланжоглу М. О. Курс інформатики (частина 2): Основи алгоритмізації та програмування: Навч. посібник / За ред. докт. пед. наук В. М. Мадзігона, докт. техн. наук В. Ю. Бикова.— К.: Фенікс, 2002.— 200 с.
359. Рыбаков Ф. И. Системы эффективного взаимодействия человека и ЭВМ.— М.: Радио и связь, 1985.— 200 с.
360. Садовский В. Н. Основания общей теории систем. Логико-методический анализ.— М.: Наука, 1974.— 279 с.
361. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование. Идеи. Методы, примеры.— 2-е изд., испр.— М.: Физматиздат, 2001.— 316 с.
362. Самохин Ю. М. Использование сетевого графика при разработке народнохозяйственного плана // Экономика и мат. методы.— 1969.— Т. V, вып. 4.— С. 598–603.
363. Сачков В. Н. Комбинаторные методы дискретной математики.— М.: Наука, 1977.— 319 с.
364. Семенов Э. П. Информационная культура общества и прогресс информатики // НТИ. Сер. 1.— 1994.— № 1.
365. Сетров М. И. Основы функциональной теории организации: Философский очерк.— Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1972.— 164 с.
366. Синергетика и прогнозы будущего.— Изд. 3-е. / С. П. Капица, С. П. Курдюмов, Г. Г. Малинецкий.— М.: Едиториал УРСС, 2003.— 288 с.
367. Сисоева С. О. Педагогічні технології в сучасному освітньому просторі // Розвиток педагогічної і психологічної наук в Україні 1992 – 2002. Збірник наукових праць до 10-річчя АПН України / Академія педагогічних наук України.— Частина 2.— Х.: ОВС, 2002.— С. 311–325.
368. Сисоева С. О. Педагогічні технології // Енциклопедія освіти України / Акад. пед. наук України; Головний ред. В. Г. Кремень.— К.: Юрінком Інтер, 2008.— С. 661–662.
369. Система проектной и приемо-сдаточной документации на автоматизированные системы управления. Порядок проведения и оформления работ: Руководящие технические материалы: РТМ-5-85 / Министерство просвещения УССР. Главный вычислительный центр.— К., 1985.— 123 с.
370. Системное проектирование АСУ хозяйством области / Под общ. ред. Ф. И. Перегудова.— М.: Статистика, 1977.— 159 с.
371. Смирнова-Трибульська Є. М. Дистанційне навчання з використанням системи MOODLE: Навчально-методичний посібник.— Херсон: Айлант, 2007.— 492 с.
372. Смутьсон М. Л. Розвиток педагогічної і психологічної наук в Україні 1992 – 2002. Збірник наукових праць до 10-річчя АПН України / Академія педагогічних наук України.— Частина 2.— Х.: ОВС, 2002.— С. 491–503.
373. Смутьсон М. Л. Розв'язування задач за допомогою комп'ютера // Комп'ютерна технологія навчання: Словник-довідник.— К.: Наукова думка, 1992.— С. 463–464.
374. Советский энциклопедический словарь / Научно-редакционный совет: А. М. Прохоров (пред.), М. С. Гиляров, Е. М. Жуков и др.— М.: Советская энциклопедия, 1980.— 1600 с.
375. Создание единого информационного пространства системы образования / Школа-семинар: Серия материалов / Под общей редакцией д. т. н., проф. Н. А. Селезневой и д. т. н., проф. И. И. Дзегеленка.— М., 3–5 ноября 1998 г.
376. Солдатенко М. М. Теорія і практика самостійної пізнавальної діяльності: Монографія.— К.: Видавництво НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2006.— 198 с.
377. Сопильняк И. И., Быков В. Е., Осадчук А. П. Вопросы создания диалоговой системы планирования развития просвещения республики // Проблемы методического

обеспечения функциональных подсистем АСПР: Сб. науч. тр. / Госплан УССР. Глав. науч.-исслед. и информ.-вычислит. центр.— К., 1981.— С. 152–162.

378. *Співаковський А. В.* Особливості автоматизованих систем управління вищими навчальними закладами // Вісник Харк. нац. ун-ту / Сер. «Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління».— 2004.— № 629. Вип. 3.— С. 86–99.

379. *Співаковський О. В., Щедролос'єв Д. Є., Чеховська Н. М., Глуценко О. О., Федорова Я. Б., Кулас Н. А.* Інформаційні технології в управлінні вищими навчальними закладами (прикладний аспект): Методичний посібник.— Видання друге.— Херсон: Ай-лант, 2005.— 208 с.

380. *Спицнадель В. Н.* Основы системного анализа.— М.: Бизнес-Пресса, 2000.

381. *Становление* технологически-ориентированного образования США (работа подготовлена на основе доклада Института Критических Технологии RAND Corporation, US). Редактор Каракозов С. Д., перевод Каракозовой Е. Н. / Телеконференция relcom. education, 1997.

382. *Сторіжко В. Ю., Биков В. Ю., Жук Ю. О.* Основні положення Концепції створення та впровадження в навчальний процес сучасних засобів навчання з природничо-математичних і технологічних дисциплін // Фізика та астрономія в школі.— 2006.— № 2.— С. 2–7.

383. *Стратегія* реформування освіти в Україні: Рекомендації з освітньої політики.— К.: «К.І.С.», 2003.— 296 с.

384. *Стрижасак О. Є.* Множина елементів опорних понять // Комп'ютерна технологія навчання: Словник-довідник.— К.: Наукова думка, 1992.— 213 с.

385. *Стронгин Р. Т.* Численные методы в многоэкспериментальных задачах (Оптимизация и исследование операций).— М.: Наука, 1978.— 240 с.

386. *Суканов А. П.* «Информация и прогресс».— Новосибирск: Наука, 1988.

387. *Суходольский Г. В.* Основы математической статистики для психологов: Учебник.— СПб.: Изд-во С.-Петербургского ун-та, 1998.— 464 с.

388. *Суцук О. А.* Міжнародні інформаційні системи.— К., 1999.— 223 с.

389. *Тамскотт Дон.* Электронно-цифровое общество. Пер. с англ. и оформление — К. «INT-press».— М.: «Рефл-бук», 1999.— 462 с.

390. *Теория и практика* дистанционного обучения: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / [Полат Е. С., Бухаркина М. Ю., Монсеева М. В., и др.] / Под ред. Полат Е. С.— М.: Издательский центр «Академия», 2004.— 416 с.

391. *Технологическая* готовность педагогов / Педагогика.— 2001.— № 4.— С. 63–66.

392. *Техноробочий* проект первой очереди автоматизированной системы управления Киевским областным отделом народного образования: Пояснительная записка / Министерство просвещения УССР. Главный вычислительный центр.— К., 1984.— 37 с.

393. *Тиффин Джон, Раджасингам Лалита.* Что такое виртуальное обучение. Образование в информационном обществе.— М.: Информатика и образование, 1999.— 312 с.

394. *Товажсянський Л. Л., Романовський О. Г., Пономарьов О. С.* Вступ до філософії управління: Навч. посібн.— Х.: НТУ «ХПІ», 2002.— 168 с.

395. *Томашевський В. М.* Моделювання систем.— К.: ВНУ, 2005.— 352 с.

396. *Тоффлер Елвін.* Третья волна.— К.: Видавничий дім «Всесвіт», 2000.— 480 с.

397. *Трофимов А. Б.* Отношение обучаемых к современным информационно-педагогическим технологиям // Социологические исследования.— 2002.— № 12.— С. 128–131.

398. *Труды II* Международного конгресса ЮНЕСКО «Образование и информатика» 1–5 июля 1996 г., Москва — Институт ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании, Международный центр системных исследований проблем высшего образования и науки (Ассоциированный центр ЮНЕСКО), 1997 год: Декларация

II Международного конгресса ЮНЕСКО «Образование и информатика», т. I, р. XI; Рекомендации II Международного конгресса ЮНЕСКО «Образование и информатика», т. I, р. XII.

399. Уемов А. И. Системный подход и общая теория систем.— М.: Мысль, 1978.— 272 с.

400. Україна на шляху до суспільства знань: освіта, наука, культура / За ред. к. ю. н. А. В. Пазюка.— К.: МГО «Прайвесі Юкрейн», 2005.— 69 с.

401. Управление инвестициями: В 2-х т. / В. В. Шеремет, В. М. Павлюченко, В. Д. Шапиро и др.— М.: Высшая школа, 1998.

402. Управление проектами / Кочетков А. И., Никешин С. Н. и др.; Наук. ред. проф. В. Д. Шапиро.— СПб.: «ДваТриИ», 1993.— 443 с.

403. Управление проектами / И. И. Мазур, В. Д. Шапиро и др. Справочное пособие / Под ред. И. И. Мазура, В. Д. Шапиро.— М.: Высшая школа, 2001.— 875 с.

404. Управление проектами: Толковый англо-русский словарь-справочник / Под ред. В. Д. Шапиро.— М.: Высшая школа, 2000.

405. Уринсон Я. М., Клоцвог Ф. Н., Мацнев Д. А. Экономико-математические модели в АСПР и проблема их комплексирования // Экономика и мат. методы.— 1981.— Т. XVII, вып. 5.— С. 847–862.

406. Ушаков Г. И., Шуруев А. С. Планирование и финансирование подготовки специалистов.— М.: Экономика, 1980.— 168 с.

407. Федеральний Закон «Про інформацію, інформатизацію і захист інформації». Прийнятий Державною Думою Росії 25 січня 1995 р.

408. Флейшман Б. С. Основы системологии.— М.: Радио и связь, 1982.— 368 с.

409. Формування інформаційного освітнього простору в процесі модернізації середньої загальної освіти: світові тенденції: Колективна монографія / За ред. В. Ю. Бикова та О. В. Овчарук.— К.: «Педагогічна думка», 2007.— 292 с.

410. Фуллан Майкл. Сили змін. Вимірювання глибини освітніх реформ.— Л.: Літопис, 2000.— 268 с.

411. Хуторской А. В. Дидактические основы эвристического обучения: Автореферат на соискание ученой степени доктора педагогических наук по специальности 13.00.01, Общая педагогика / Моск. гос. пед. ин-т.— М.— 1997.— 35 с.

412. Хуторской А. В. Концепция дистанционного образования.— 1998.— <http://users.kpi.kharkov.ua/lre/bde/dopol/russia/conzper.html>

413. Хуторской А. В. Принципы дистанционного творческого обучения // EIDOS-LIST 1998. Вып. 2.— <http://www.eidos.techno.ru/list/serv.htm>.

414. Цивинский В. Г., Быков В. Е. Измерение напряжений инфразвуковых частот.— М.: Энергоатомиздат, 1985.— 192 с.

415. Черняк Ю. И. Закономерности целеобразования в экономических системах // Информация и модели структур управления / Под ред. акад. Н. П. Федоренко.— М.: Наука, 1972.

416. Черняк Ю. И. Системный анализ в управлении экономикой.— М.: Экономика, 1975.— 191 с.

417. Шапиро Д. И. Принятие решений в системах управления. Использование расплывчатых категорий.— М.: Энергоатомиздат, 1983.— 184 с.

418. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем — искусство и наука.— М.: Мир, 1978.— 418 с.

419. Шкурба В. В., Мейтус В. Ю., Юрков В. М. Система автоматизированного проектирования и моделирования.— К.: ИК АН УССР, 1981.— С. 3–15.

420. Шляхи інноваційного розвитку України / Д. В. Табачник (керівник авторського колективу), В. Г. Кремень, А. М. Гуржій, М. Ф. Гончаренко, В. О. Гусев, О. А. Мазур.— К.: Людопринг, 2004.— 544 с.

421. Шорин В. Г. Учебный процесс и штаты вуза // Вестник высш. школы.— 1966.— № 10.— С. 13–16.
422. Шрейдер Ю. А., Шаров А. А. Системы и модели.— М.: Радио и связь, 1982.— 152 с.
423. Штофф В. А. Моделирование и философия.— М.— Л.— 1966.— С. 7–8.
424. Шуневич Б. І. Відеоконференції: проблеми та перспективи їх використання у навчальному процесі. Використання персональних ЕОМ у навчальному процесі вищих та середніх навчальних закладів // Матеріали п'ятої української науково-методичної конференції.— Л.: ЛДУ, 1998.— С. 324–329.
425. Шуневич Б. І. Обґрунтування наукової термінології з дистанційного навчання // Вісник нац. ун-ту «Львів. політ.».— 2003.— № 490.— С. 95–104.
426. Шуневич Б. І. Про основні відмінності між заочним і дистанційним навчанням // Лінгво-дидактичний плюралізм навчального процесу з іноземних мов у вищих навчальних закладах: Матеріали другої західно-регіон. наук.-метод. конф. викл. вищих навч. закладів, м. Тернопіль, трав. 1999 р.— Тернопіль. НВП Еліком ЛТД, 1999.— С. 218–221.
427. Шуневич Б. І. Дистанційне навчання в системі вищої освіти Європи та Північної Америки: Монографія.— К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2005.— 365 с.
428. Шут М. І., Кучменко О. М., Адаменко І. І., Жук Ю. О., Плахтієнко О. М., Касперський А. В., Благодаренко Л. Ю., Сергієнко В. П., Заболотний В. Ф. Демонстраційний експеримент з фізики: Навч. посібник / За ред. докт. фіз.-мат. наук, професора Шута М. І. та докт. техн. наук, професора Бикова В. Ю.— К.: НТУ імені М. П. Драгоманова, 2003.— 237 с.
429. Экономика народного образования / Под ред. С. Л. Костяняна.— М.: Просвещение, 1979.— 239 с.
430. Энциклопедия кибернетики: в 2-х томах.— К.: Гл. ред. укр. энцикл., 1975.
431. Юдин Э. Г. Системный подход и общая теория систем.— М.: Наука, 1978.— 391 с.
432. Ягупов В. В. Поняттєво-термінологічні проблеми дидактики // Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти: Збірник наукових праць / За ред. Л. Л. Товажиянського та О. Г. Романовського.— Вип. 1 (5).— Х.: НТУ «ХПІ», 2003.— С. 330–339.
433. Янг С. Системное управление организаций: [Пер. с англ.].— М.: Сов. радио, 1972.— 455 с.
434. Baker Richard, Dixon Nancy, Kolb David A. Personal Learning Guide.— Boston: McBer & Company, 1985.
435. Bibliography of Research on Experiential Learning and the Learning-Style Inventory.— Boston: McBer & Company.— 1992.
436. Bykov V. Learning Through Social Thinking: a Reflective Model // New Media and Telematic Technologies for Education in Eastern Countries. Twente, 1997.— P. 233–239.
437. Bykov V., Dovgiallo A. Concept Mapping Towards a Tool for Active Learning // New Media and Telematic Technologies for Education in Eastern Countries. Twente, 1997.— P. 193–202.
438. Bykov V., Dovgiallo A., Kommers p.. Theoretical Backgrounds // New Media and Telematic Technologies for Education in Eastern Countries. Twente, 1997.— P. 13–39.
439. Bykov V., Gurgiy A., G Kozlakova. The Development of Computer Education in Ukraine Higher Technical School // Application and Impact Information Processing'94 / Hamburg, 1994, 28 Aug.— 2 Sept.— Hamburg, 1994, — Vol. II.— P. 678–681.
440. Bykov V., Kozlakova G. Using Computer Technology for Teacher Training // New Media and Telematic Technologies for Education in Eastern Countries. Twente, 1997.— P. 411–415.

441. Bykov V., Kozlakova G., Struchenko V. The Educational Information Complexes / Computer Technology in Education. Proceedings. Part 2. East-West International Conference EW-ED'94/ September, 19–23. 1994. Crimia, Ukraine.– P. 42–44.

442. Bykov V., Zhook Yr., Molodykh G. Tutoring Methods in Distance Course «Web-Design Technologies». Information research, applications and education: Third International Conference, Varna. 27–30 June, 2005.– Sofia.– P. 160–165.

443. Freda Stoneham WBLN Pedagogical Scenarios.– <http://www.worldbank.org/distancelearning>.

444. Harley J. Multiculturalism / O'Sullivan T., Harley J. // Key Concepts in Communication Cultural Studies / Routledge.– London.– 1994.– P. 189–190.

445. Jarmon Carolin. Strategies for Developing an Effective Distance Learning Experience // Teaching at a Distance / A joint publication of the League for Innovation in the Community College: Archipelago, a division of Harcourt Brace & Company.– 1999.– P. 1–14.

446. Karmen Alvarado Principles of Good Distance Learning.– <http://worldbank.org/distancelearning>.

447. Kolb David A. Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development – NJ: Prentice-Hall.– 1984.

448. Maxwell L. Integrating Open Learning and Distance Education // Educational Technology.– November-December, 1995.– P. 43–48.

449. Multi-Gigabit European Academic Network (GEANT).– Режим доступа <http://www.geant2.net/server/show/ConWebDoc.2693>.– Заголовок з екрана.

450. Peter T. Knight Education for All Through Electronic Distance Education – <http://aie.msk.su/english/confer/conf94/conf12.html>

451. Project Management Handbook. Tacis. Office for Official Publications of the European Communities.– 1997.

452. Serdinkov P. Distance Learning of Foreign Languages and Opportunities for Communication // Thesis of the second International Scientific Conference – Poltava.– 1998.

453. Shunevych B The third level distance education in Ukraine: to be or not to be // Thesis of the International Scientific Conference. Kyiv.– 1998.

454. Spivakovsky A. Topical Questions on Managing a Higher Education Institution in the Context of Using Information Technologies: Revue Gestion 2000.– 2008.– № Bimestrial, 2.– P. 173–191.

455. Smith Donna, Kolb David A. User Guide for Learning Style Inventory.– Boston: McBer & Company.– 1985.

456. Vasilchikova T. O., Prokaznikov A. V. Creating Tutoring Software and the Usage of Technology // New Media and Telematic Technologies for Education in Eastern Countries. Twente, 1997.– P. 41–66.

Наукове видання

МОДЕЛІ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ ОСВІТИ

БИКОВ ВАЛЕРІЙ ЮХИМОВИЧ

Головний редактор	<i>Гайдук Н. М.</i>
Редактор	<i>Радванська Н. О.</i>
Художнє оформлення та комп'ютерна верстка	<i>Голубовська Л. В.</i>
Коректор	<i>Сікорська Л. Л.</i>

Підписано до друку 27.XI 2008 р. Формат 70×100/16. Папір офсетний.
Гарнітура Тип Таймс. Друк офсетний. Умовн. друк. арк. 55,15.
Наклад 500 пр. Зам. № 8–59.

Оригінал-макет виготовлений ТОВ «Атіка»,
04060 Київ-60, вул. М. Берлінського, 9.

Свідцтво про видавничу діяльність і розповсюдження видавничої продукції:

Серія ДК № 216 від 11.X 2000 р.,

видає Державним комітетом інформаційної політики, телебачення та радіомовлення України.

Надруковано ТОВ ВПФ «МЕГА», 01004 м. Київ-4, вул. Толстого, 5А/57.