

ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ
НАПН УКРАЇНИ

На правах рукопису

КОГУТ УЛЯНА ПЕТРІВНА

УДК 378:147:51:004

**СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ МАТЕМАТИКИ ЯК ЗАСІБ
НАВЧАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ МАЙБУТНІХ
ФАХІВЦІВ З ІНФОРМАТИКИ**

13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата педагогічних наук

Науковий керівник:

ШИШКІНА Марія Павлівна

кандидат філософських наук

Київ–2015

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	4
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОЇ МАТЕМАТИКИ У НАВЧАННІ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ.....	15
1.1. Організація навчання майбутніх фахівців з інформатики у педагогічному університеті.....	15
1.2. Формування системи професійних компетентностей майбутніх фахівців з інформатики у педагогічному університеті.....	20
1.3. Фундаменталізація навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики	28
1.4. Системи комп'ютерної математики у навчанні дослідження операцій.....	45
1.5. Критерії добору систем комп'ютерної математики для навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики.....	50
1.6. Психолого-педагогічні передумови інтеграції систем комп'ютерної математики у методичні системи навчання математичних та інформатичних дисциплін.....	54
Висновки до розділу 1.....	57
РОЗДІЛ 2 ДИДИКТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СКМ ДЛЯ НАВЧАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ.....	59
2.1. Загальна методика дослідження проблеми.....	59
2.2. Вітчизняний та зарубіжний досвід використання систем комп'ютерної математики для навчання математичних та інформатичних дисциплін.....	63
2.3. Загальна характеристики деяких систем комп'ютерної математики	71
2.4. Модель використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики.....	80
2.5. Критерії рівнів сформованості компонентів професійних компетентностей майбутніх фахівців з інформатики.....	86

2.6. Фундаментальні поняття математичних та інформатичних дисциплін як інтегративний компонент організації навчання дослідження операцій.....	91
2.7. Особливості використання СКМ для навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики.....	101
Висновки до розділу 2.....	110
РОЗДІЛ 3 МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯМ СКМ ЯК ЗАСОБУ НАВЧАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ.....	112
3.1. Мета і завдання використання СКМ у навчанні математичних та інформатичних дисциплін підготовки майбутніх фахівців з інформатики.....	112
3.2. Зміст курсу "Дослідження операцій"	118
3.3. Форми та методи використання засобів СКМ для підвищення рівня сформованості професійних компетентностей майбутніх фахівців з інформатики.....	122
3.4. Методичні рекомендації щодо використання системи Maxima в процесі навчання курсу "Дослідження операцій"	143
Висновки до розділу 3.....	170
РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЯ, ПРОВЕДЕННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ	172
4.1. Планування та організація педагогічного експерименту	172
4.2. Констатувальний, пошуковий та формувальний етапи педагогічного експерименту	173
Висновки до розділу 4.....	187
ВИСНОВКИ.....	189
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	192
ДОДАТКИ	226

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВНЗ	– вищий навчальний заклад
ГСВО	– галузеві стандарти вищої освіти
ЕГ	– експериментальна група
ІКТ	– інформаційно-комунікаційні технології
КГ	– контрольна група
КОМСН	– компютерно-орієнтована методична система навчання
ОКР	– освітньо-кваліфікаційний рівень
ОКХ	– освітньо-кваліфікаційна характеристика
ОПП	– освітньо-професійна програма
СКМ	– система комп'ютерної математики
ППЗ	– педагогічний програмний засіб
ПМК	– програмно–методичний комплекс
ECTS	– European Credit Transfer System – (кредитно-трансферна система)

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. В умовах формування інформаційного суспільства зростає потреба у висококваліфікованих кадрах, здатних до продуктивної діяльності в цьому суспільстві. З огляду на це, питання удосконалення підготовки фахівця з інформатики потребують постійної уваги. Актуальним завданням є формування у майбутніх фахівців системи професійних компетентностей з математичних та інформатичних дисциплін, а також ІКТ-компетентностей, що забезпечувало б їм можливість вирішувати особисті та професійні завдання в умовах інтенсивного розвитку інформаційних технологій [14; 130].

Навчання дослідження операцій у системі підготовки з інформатики відіграє особливу важливу роль, бо поєднує в собі як фундаментальні поняття і принципи різних математичних та інформатичних дисциплін, так і прикладні моделі та алгоритми їх застосування.

Разом з тим, як відзначають численні автори [31; 43; 255], випускники вищих навчальних закладів не завжди успішно знаходять місце на ринку праці. Вони потребують, як правило, тривалої адаптації на місці роботи, часто і додаткового навчання, або взагалі не можуть знайти роботу за фахом. Однією з причин є те, що випускники здебільшого недосконало знають сучасні прикладні і системні програмні засоби, а крім того, мають недостатні уявлення про методологічні принципи і прийоми розроблення програмного забезпечення, комп'ютерних комплексів і систем на новітній технологічній базі. Це свідчить про недостатній рівень фундаментальних знань, на які міг би спиратися майбутній випускник у своєму подальшому професійному зростанні [256].

Навички роботи з засобами ІКТ, пошуку потрібних відомостей, їх критичного оцінювання і використання є одними із ключових показників підготовки сучасного фахівця до життя у інформаційному суспільстві. Застосування технологічних навичок тісно пов'язано з формуванням інших соціальних і особистісних компетентностей людини. Вони відіграють суттєву роль у складі систе-

ми компетентностей фахівця, що охоплює, окрім технологічних, ще й соціальні навички, навички набування знань високого рівня; комунікативність та здатність до співпраці [186]. Опанування технологічними навичками передбачає інформатичну грамотність; навички використання електронних носіїв даних; володіння засобами інформаційно-комунікаційних технологій, вміння їх продуктивно використовувати для вирішення навчальних, професійних та особистих завдань кожної людини. Питання фундаменталізації навчання математичних та інформатичних дисциплін є досить важливим. Набуті знання повинні використовуватися не лише в процесі виконання поставлених завдань, а ще й як основа формування світогляду, становлення особистості, сприймання нових навичок і знань через призму глибоко засвоєних відповідних принципів [256].

Стрімке удосконалення нових інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема, програмних продуктів, мережного апаратно-програмного забезпечення зумовлює процеси трансформацій у суспільстві, які зачіпають базові парадигми освіти, форми і зміст, технології електронного навчання. Тенденції розвитку інформаційно-освітнього середовища пов'язані зі збільшенням рівня взаємозалежності та швидкості перебігу різноманітних суспільних процесів та різким зростанням обсягів доступних знань та відомостей, до опанування якими можуть мати доступ широкі верстви населення. У зв'язку з цим, можливість отримання якісної фундаментальної освіти все частіше пов'язують із знаннями, вміннями та навичками стосовно володінням застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій [147].

Володіння сучасними інформаційно-комунікаційними технологіями є суттєвою умовою опанування всіма навчальними, зокрема математичними та інформатичними дисциплінами, формування наукового світогляду, цілісної наукової картини світу. Через це постає необхідність визначення шляхів використання ІКТ у процесі навчання дослідження операцій фахівців з інформатики у вищому педагогічному навчальному закладі, осучаснення середовища навчання з урахуванням тенденцій розвитку науки і техніки, удосконалення методич-

них систем навчання, зокрема, шляхом використання систем комп'ютерної математики як засобів навчання.

Однією з актуальних проблем вищої освіти є створення методичних систем навчання, орієнтованих на широке і разом з тим педагогічно виважене використання у навчальному процесі сучасних педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема систем комп'ютерної математики (СКМ). Науково обгрунтоване, педагогічно виважене і доцільне запровадження цих засобів у вітчизняних навчальних закладах сприятиме підвищенню рівня інформаційно технологічного забезпечення і суттєвому зростанню фундаментальної інформатичної та математичної підготовки майбутніх фахівців з інформатики.

Питанню використання ІКТ навчання у вищих навчальних закладах присвячені роботи С. І. Архангельського [3], О. В. Балахонова [10], С. У. Гончаренка [39], О. В. Євця [56], І. В. Левченко [141], Л. С. Йолгіної [54], С. Я. Казанцева [82], В. Г. Кінельова [88], В. В. Кондратьєва [119], С. В. Носирєва [168], А. Б. Ольневої [172], М. В. Садовнікова [207], С. О. Семерікова [211, 212] О. В. Сергєєва [214], Н. Ф. Тализіної [234] та ін.

На особливу увагу заслуговує підготовка фахівців з інформатики. Головною причиною цього є постійний розвиток інформатики як науки й інформаційно-комунікаційних засобів. Професійній підготовці фахівців з інформатики присвячено праці М. І. Жалдака [68], В. В. Лаптева [136], М. П. Лапчика [139], І. В. Левченко [141], Ю. І. Машбиця [150], В. М. Монахова [159], Н. В. Морзе [162], С. А. Ракова [193], Ю. С. Рамського [196], М. І. Рагуліної [189], Є. М. Смирнової-Трибульської [224], О. В. Співаковського [227], О. М. Спіріна [229], С. О. Семерікова [211], І. О. Теплицького [238], Ю. В. Триуса [244] та ін.

Методичні основи фундаментальної підготовки майбутніх фахівців з інформатики аналізували Т. О. Бороненко [19], О. В. Горячов [41], А. П. Єршов [55], М. І. Жалдак [70], Т. П. Кобильник [96], К. К. Колін [121], В. В. Лаптев [136], М. П. Лапчик [139], В. М. Монахов [159], Н. В. Морзе [160], Ю. С. Рамський [194], Н. І. Рижова [201], І. О. Теплицький [238], Ю. В. Триус [243] та ін.

Проблеми використання ІКТ, зокрема систем комп'ютерної математики, у навчанні математичних дисциплін у вищих навчальних закладах досліджувались у роботах В. П. Дьяконова [49], М. І. Жалдака [66, 68], Т. В. Капустиної [85], В. І. Ключка [91], Ю. Г. Лотюка [144], С. А. Ракова [191], С. О. Семерікова [211], Є. М. Смирнової-Трибульської [224], О. В. Співаковського [227], Ю. В. Триуса [244] та інших.

Серед робіт зарубіжних науковців, присвячених використанню ІКТ у процесі навчання математичних дисциплін важливими є роботи: К. Блертона (C. Blurton) [284], Л. Ларсона (L. Larson) [290], Дж. Вавріка (J. Wavrik) [295], Дж. Енгельбрехта (J. Engelbrecht) [285], Дж. Панкіна (J. Pankin) [292], Р. Пеа (R. Pea) [293], Дж. Харві (J. Harvey) [287], Д. Меріно (D. Merino) [291], Б. Хана (B. Khan) [289], Дж. Ітмазі (J. Itmazi) [288], Дж. Гамільтона (J. Hamilton) [286], Дж. Прадоса (J. Prados) [294].

Системи комп'ютерної математики були розроблені, в першу чергу, для розв'язування прикладних задач та інженерних розрахунків. Разом з тим, існують дидактичні можливості їх використання у процесі навчання. Сьогодні ще недостатньо розроблено дидактичні засади та принципи використання СКМ у підготовці майбутніх бакалаврів інформатики у вищих педагогічних навчальних закладах. Також необхідна систематизація застосування СКМ стосовно різних видів навчальної діяльності студентів зазначеного напрямку підготовки.

Дослідження операцій – дисципліна, що має досить важливе методологічне значення в системі підготовки сучасного фахівця з інформатики. У ній реалізуються основні наукові підходи до математичного моделювання процесів, обґрунтування рішень, математичного опису базових понять і принципів реалізації інформаційних процесів опрацювання даних, що власне і є предметом комп'ютерного моделювання в інформатиці.

У навчанні дослідження операцій нерозривно поєднуються різні компоненти: науковий, технічний та технологічний, які по різному подаються в залежності від рівня та цілей навчання. Але на кожному рівні обов'язково має бути знайдене місце для фундаментальних знань, роль яких часто

недооцінюється. У педагогічній практиці навчання здійснюється переважно в технологічному напрямку. Це відбувається тому, що в реальних інформаційних процесах об'єктивно складно виявити, явно та чітко охарактеризувати конкретні фундаментальні складові.

Виокремлення фундаментальних понять дослідження операцій, їх усвідомлення і закріплення через досвід дослідницької діяльності є інтегрувальним компонентом організації навчання, створення міжпредметних зв'язків, формування у студентів цілісної системи знань і уявлень як про теоретичні основи, так і про шляхи застосування отриманих знань на практиці.

Тому необхідним є пошук нових методичних підходів до організації навчання, що сприяли б глибокому засвоєнню і розумінню базових понять, правил, принципів і методів навчання дисциплін, їх взаємозв'язку з суміжними дисциплінами, а також шляхів їх використання на практиці. Перспективним напрямом видається інтегрування у процес навчання систем комп'ютерної математики, за допомогою яких можна, з одного боку, автоматизувати деякі рутинні дії, зосередивши увагу студента на опануванні понять і принципів, що вивчаються, а з іншого боку, виявити міжпредметні зв'язки різних дисциплін, дослідивши, як ті чи інші фундаментальні поняття реалізуються у прикладних галузях.

У навчальному процесі педагогічних ВНЗ можна виявити **суперечності**:

- між існуючою суспільною потребою у розвитку інформатичної освіти, підвищенні рівня сформованості ІКТ-компетентностей майбутніх фахівців з інформатики і пов'язаною з цим необхідністю фундаменталізації навчання дослідження операцій, та недостатньо розробленими теоретичними і методичними основами їх навчання, спрямованого на формування фундаментальних знань з математики та інформатики;
- потребою суб'єктів освітнього процесу у вільному доступі до електронних ресурсів навчального призначення та недостатньо розробленими методами використання засобів ІКТ у навчанні;

– недостатньою теоретичною підготовкою з основ інформатики студентів педагогічних ВНЗ і їх потребою у застосуванні знань з інформатики та ІКТ до розв'язування практичних і професійних задач.

Тому постає проблема удосконалення методики використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики.

Актуальність та недостатня розробленість зазначеної проблеми зумовила вибір теми дисертаційного дослідження "Системи комп'ютерної математики як засіб навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики".

Зв'язок роботи з науковими програмами, темами. У дисертації наведено результати досліджень автора, одержані в процесі виконання науково-дослідних робіт "Науково-методичні та організаційні засади оцінювання якості програмних засобів навчального призначення для загальноосвітніх навчальних закладів" (ДР № 0109U000301 (2009-2011 рр.), "Система психолого-педагогічних вимог до засобів інформаційно-комунікаційних технологій навчального призначення" (ДР № 0112U000281 (2012-2014 рр.), що виконувалися в Інституті інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України та в процесі виконання науково-дослідної роботи "Дослідження оптимізаційних задач та обчислювальних методів математичної інформатики" (протокол № 11 від 24.11.2012 р. (2013-2017 рр.), що здійснювалася на кафедрі інформатики та обчислювальної математики Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка.

Тема дисертації затверджена вченою радою Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України (протокол №1 від 27.01.2011 р.) та узгоджена Міжвідомчою радою з координації наукових досліджень з педагогічних та психологічних наук в Україні при НАПН України (протокол №3 від 28.04.2015 р.).

Мета дослідження – теоретично обґрунтувати і розробити методику використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики та експериментальним шляхом перевірити її ефективність.

Відповідно до мети дослідження розв'язувались такі **задачі**:

1. Визначити теоретичні основи використання систем комп'ютерної математики в процесі навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики у вищому педагогічному навчальному закладі;

2. Уточнити критерії добору СКМ та визначити доцільність їх використання як засобу навчання дослідження операцій;

3. Розробити модель використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики, визначити критерії оцінювання рівня сформованості системи професійних компетентностей та шкалу вимірювання рівнів сформованості компонентів цих компетентностей;

4. Розробити методику використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики та експериментальним шляхом перевірити її ефективність;

5. Розробити рекомендації щодо використанням СКМ у навчанні дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики.

Об'єкт дослідження – процес навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики педагогічного університету.

Предмет дослідження – методика використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики на освітньо-кваліфікаційному рівні "бакалавр" у педагогічному університеті.

Для досягнення мети і реалізації задач дослідження застосовувався комплекс **методів**: *аналіз, систематизація, узагальнення* філософської, природничо-наукової, психолого-педагогічної та методичної літератури з проблем навчання дослідження операцій з метою виявлення актуальних напрямів дослідження; *метод конкретизації й систематизації теоретичних знань* для постановки задач дослідження; *моделювання* – для розроблення принципів і підходів до навчання дослідження операцій майбутніх бакалаврів інформатики на основі між-предметних зв'язків; *анкетування, самооцінювання* – для дослідження досвіду студентів у використанні систем комп'ютерної математики у навчальній та науковій діяльності; *контекстуальний аналіз* – для дослідження рівня знань теоретичних основ інформатики шляхом аналізу відповідей студентів на державних

екзаменах; аналіз письмових робіт студентів, випускних кваліфікаційних робіт; *педагогічний експеримент* – для перевірки ефективності методики використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій бакалаврів інформатики; *математично-статистичні методи* для аналізу кількісних та якісних результатів дослідження.

Наукова новизна та теоретичне значення дослідження:

– *уперше*: обґрунтовано методику використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики, зокрема: визначено принципи фундаменталізації навчання дослідження операцій із використанням СКМ, розроблено модель використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики визначено шляхи удосконалення інформаційно-освітнього середовища вищого навчального закладу із застосуванням СКМ;

– *уточнено*: компоненти професійних компетентностей фахівців з інформатики, на формування яких впливає використання СКМ, і зміст їх складових; критерії добору СКМ, котрі доцільно використовувати як засоби навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики; поняття фундаменталізації дослідження операцій;

– *визначено*: психолого-педагогічні передумови ефективної інтеграції СКМ у методичні системи навчання математичних та інформатичних дисциплін;

– *дістали подальшого розвитку*: теорія та методика використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики.

Практичне значення одержаних результатів:

– *розроблено* основні компоненти методики використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики; навчально-методичне забезпечення дисципліни "Дослідження операцій", що складається із посібника "Дослідження операцій. Графові моделі розв'язування оптимізаційних задач", методичних рекомендацій до виконання лабораторних робіт та організації самостійної роботи з дослідження операцій для студентів

ОКР "бакалавр" напряму підготовки 6.040302 "Інформатика", рекомендації для науково-педагогічних працівників щодо використання СКМ у навчанні дослідження операцій у хмаро орієнтованому навчальному середовищі педагогічного університету;

– *здійснено* добір фундаментальних понять і задач курсу "Дослідження операцій", розв'язування яких доцільно здійснювати із використанням СКМ;

– *визначено* хмаро орієнтовані засоби використання систем комп'ютерної математики у процесі навчання дослідження операцій.

Основні результати дисертаційної роботи можуть бути використані у процесі навчання дослідження операцій студентів ВНЗ; для забезпечення науково-дослідної роботи майбутніх фахівців з інформатики; у процесі виконання курсових та кваліфікаційних робіт студентів.

Особистий внесок здобувача. У працях, опублікованих у співавторстві [95; 97; 98; 99; 100; 102; 256], автору належать такі результати: досліджено використання систем Maxima, Maple та Mathematica для розв'язання оптимізаційних задач на графах; проаналізовано принципи і підходи до фундаменталізації навчання інформатичних дисциплін у сучасному високотехнологічному середовищі; проаналізовані методики використання СКМ у процесі навчання математичних та інформатичних дисциплін майбутніх фахівців з інформатики у педагогічних університетах України.

Основні положення і результати дослідження доповідались та обговорювались на наукових заходах різного рівня: VIII, X та XI Міжнародних науково-практичних конференціях "Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі" (Кривий Ріг, 2008, 2012-2013); IV, V, VI, Міжнародних науково-практичних конференціях "Розвиток наукових досліджень" (Полтава, 2008-2010); IV Всеукраїнській науково-практичній конференції "Інформаційно-комунікаційні технології навчання" (Умань, 2011); Всеукраїнському науково-методичному семінарі "Інформаційні технології в навчальному процесі" (Одеса, 2011); VIII Міжнародній науково-практичній конференції "Ключевые вопросы в современной науке 2011" (Софія, 2011); VIII (XVIII), IX (XIX) Міжнародних

науково-практичних конференціях "Засоби і технології сучасного навчального середовища" (Кіровоград, 2012-2013); III Міжнародній науково-практичній конференції "FOSS Lviv 2013" (Львів, 2013); X Міжнародній конференції ICTERI 2014 (Херсон, 2014); Всеукраїнському методологічному семінарі для молодих науковців "Інформаційно-комунікаційні технології в освіті та наукових дослідженнях" (Київ, 2011-2014); Всеукраїнському науково-методичному семінарі "Системи навчання і освіти в комп'ютерно-орієнтованому середовищі" (Київ, 2015); науково-методичному семінарі "Хмарні технології у сучасному університеті" (Черкаси, березень 2015).

Результати дослідження впроваджено у навчальний процес таких ВНЗ: Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка (довідка №1700 від 01.10.2014 р.), Криворізький педагогічний інститут ДВНЗ "Криворізький національний університет" (довідка № 02/02-347/3 від 27.05.2015 р.), Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка (довідка №1295-34/15 від 26.09.2014 р.), Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка (довідка №62 від 30.06.2015 р.).

Публікації. За матеріалами дослідження опубліковано 40 робіт, з них 12 статей у наукових фахових виданнях, з яких 2 у виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз, 1 колективна монографія, 8 навчальних посібників, 6 статей у збірниках наукових праць, 13 тез у збірниках конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Робота складається з переліку умовних позначень, вступу, 4 розділів, висновків до розділів, загальних висновків, 11 додатків, списку використаних джерел (295 найменувань, з них 24 іноземними мовами). Загальний обсяг дисертації 262 сторінки, із них 191 сторінка основного тексту. Робота містить 32 рисунки і 22 таблиці.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОЇ МАТЕМАТИКИ У НАВЧАННІ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ

1.1. Організація навчання майбутніх фахівців з інформатики у педагогічному університеті

Перехід до нових стандартів вищої освіти на основі фундаменталізації навчання та компетентнісного підходу є необхідним етапом на шляху реформування системи вищої освіти в Україні, а застосування компетентнісного підходу до розроблення стандартів вищої освіти створює умови для зближення освіти до потреб та вимог ринку праці, подальшого розвитку освітніх технологій та системи освіти в цілому.

Вітчизняна система освіти має забезпечувати професійну підготовку фахівців після одержання середньої освіти й далі впродовж життя. Підготовка фахівців з вищою освітою здійснюється за відповідними освітньо-професійними, освітньо-науковими, науковими програмами на таких рівнях вищої освіти: початковий рівень (короткий цикл) вищої освіти; перший (бакалаврський) рівень; другий (магістерський) рівень; третій (освітньо-науковий) рівень; науковий рівень, результатом якої має бути формування компетентностей, необхідних для успішної професійної діяльності.

Підготовка фахівців першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань 0403 "Системні науки та кібернетика" напрямку підготовки 6.040302 "Інформатика" здійснюється на основі Закону України "Про вищу освіту", Національної доктрини розвитку освіти в Україні (XXI століття), Положення "Про організацію навчального процесу у вищих навчальних закладах", затвердженого наказом Міністерства освіти України від 02.06.1993р. №161 [278].

Бакалавр – це освітній ступінь, що здобувається на першому рівні вищої освіти та присуджується вищим навчальним закладом у результаті успішного виконання здобувачем вищої освіти освітньо-професійної програми. Обсяг

освітньо-професійної програми для здобуття ступеня бакалавра на основі ступеня молодшого бакалавра визначається вищим навчальним закладом [75].

На початку 2007 року у Дрогобицькому державному педагогічному університеті імені Івана Франка створено авторський колектив під керівництвом ректора проф. В. Г. Скотного для розроблення концепції розвитку університету на період 2007-2017 років. "Концептуальні засади розвитку Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка на період 2007-2017 рр.", які затверджено влітку 2007 року (Додаток А), побудовані на основі концепції розвитку освіти в Україні та з урахуванням стану розвитку суспільства в цілому. Головна мета розвитку університету сформульована так: підвищення якості підготовки фахівців до рівня, що дасть їм змогу успішно працювати за фахом у розбудові суспільства і розвитку освіти [90, с. 31].

В основу проектування систем ступеневої підготовки фахівців, зокрема системи підготовки бакалаврів інформатики, покладені відповідні галузеві стандарти вищої освіти (ГСВО). "Освітні стандарти як проект вищої освіти є основою впровадження системи підготовки" [208, с. 122], що надає можливість забезпечити якість вищої освіти на стадії проектування.

У програмі сформульовано мету підготовки фахівців ОКР "Бакалавр" — "забезпечити фундаментальну теоретичну та практичну підготовку висококваліфікованих кадрів, які б набули глибоких міцних знань для виконання професійних завдань та обов'язків науково-дослідницького та інноваційного характеру в галузі "Системні науки та кібернетика" [185].

Для визначення вимог з боку світового співтовариства, держави, громадськості до змісту освіти та професійної підготовки фахівців напряму підготовки "Інформатика" слід звернутися до галузевого стандарту вищої освіти України [32; 33], а саме до:

— *освітньо-кваліфікаційної характеристики випускника вищого навчального закладу (ОКХ), яка є галузевим нормативним документом, в якому узагальнюється зміст вищої освіти, тобто відображаються цілі професійної підготовки, визначається місце фахівця в структурі галузей економіки держави і*

вимоги до системи його компетентностей, інших соціально важливих властивостей та якостей [32, с. 6];

- *освітньо-професійної програми (ОПП)*, що "є галузевим нормативним документом, у якому визначається нормативний термін та зміст навчання, нормативні форми державної атестації, встановлюються вимоги до змісту, обсягу й рівня освіти та професійної підготовки фахівця відповідного освітньо-кваліфікаційного рівня певного напрямку" [33, с. 5].

Відповідно до галузевого стандарту вищої освіти України [33], бакалавр напрямку підготовки "Інформатика" отримує кваліфікацію фахівець з інформаційних технологій з узагальненим об'єктом діяльності – процеси опрацювання даних алгоритмічними методами з використанням комп'ютерної техніки, навчання інформатиці в навчальних закладах I-II рівня акредитації.

У 2014–2015 н. р. підготовка бакалаврів інформатики ведеться у 51 вищих навчальних закладах України (Додаток Б).

Ліцензований обсяг прийому на бакалаврат інформатики (близько 5 тис. студентів щорічно) є непрямим свідченням суспільного замовлення на підготовку фахівців з інформатики .

В освітньо-професійній програмі для напрямку підготовки "Інформатика" вказано такі цикли підготовки: гуманітарної та соціально-гуманітарної; математичної та природничо-наукової; професійної та практичної підготовки.

Цикл гуманітарної та соціально-гуманітарної підготовки у навчанні фахівців з ІКТ більшою мірою спирається на загальнокультурний рівень випускника повної середньої школи. Саме там вже мають бути сформовані основи наукового світогляду молодшої людини, його знання світової та української історії, культури та релігій, прищеплені етичні та правові норми поведінки в суспільстві, а також у надзвичайних ситуаціях.

У підготовці бакалаврів інформатики фундаментальними є цикли математичної та природничо-наукової і професійно-практичної підготовки. На їх основі забезпечується вивчення професійно орієнтованих дисциплін, що є підґрунтям, найбільш стабільним, на якому базується подальше професійне зрос-

тання фахівця. Для прикладу наведемо фрагмент робочого навчального плану (таб.1.1) №6.040302 Д.І.12 галузі знань 0403 "Системні науки та кібернетика" напрямку підготовки 6.040302 "Інформатика" денної форми навчання, терміном 4 роки, що виконується у Дрогобицькому державному педагогічному університеті імені Івана Франка та затверджено на засіданні Вченої ради 14.06.2012р. протоколом №7.

Бакалаври інформатики вивчають створення програм в контексті різних мов програмування, засвоюючи методи та засоби аналізу, проектування, конструювання. Фахівець з даного напрямку повинен знати комп'ютерне обладнання, системну інфраструктуру, технології розроблення програмного забезпечення.

Таблиця 1.1.

Фрагмент робочого навчального плану

НАЗВА ДИСЦИПЛІНИ	По семестрах		Кількість годин						Розподіл аудиторних годин на тижень по курсах і семестрах																																
	Екзамени	Заліки	Загальний обсяг	Кредитів ECTS	аудиторні		самостійна робота	1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	Семестри																													
					Всього	у тому числі:		1				2				3				4				5				6				7				8					
	ЛК	ЛЗ	1	2		3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8						
	К	З	К	З	К	З	К	З	К	З	К	З	К	З	К	З	К	З	К	З	К	З	К	З	К	З	К	З	К	З	К	З	К	З	К	З					
Алгоритми і структури даних	1	162	4,5	54	18	36	108	1	2																																
Теорія програмування	2	1	288	8	123	53	70	165	2	2	1	2																													
Організаційна інформатика	2		162	4,5	68	17	34	94			1	2																													
Основи Інтернет-технологій		2	162	4,5	68	34	34	94			2	2																													
Системи комп'ютерної математики		2	162	4,5	68	34	34	94			2	2																													
Програмування	4	3	432	12	175	70	105	257					2	3	2	3																									
Методи обчислень	4		144	4	68	34	34	76							2	2																									
Комп'ютерна графіка		4	126	3,5	51	17	34	75							1	2																									
Комп'ютерні мережі		5	90	2,5	36	18	18	54																		1	1														
Об'єктно-орієнтоване програмування	5		144	4	54	18	36	90																																	
Методи оптимізації	6		162	4,5	85	34	51	77																																	
Аналіз даних		6	126	3,5	51	34	17	75																																	

НАЗВА ДИСЦИПЛІНИ	По семес- трах		Кількість годин					Розподіл аудиторних годин на ти- ждень по курсах і семестрах																			
	Екзамен	Заліки	Загальний обсяг	Кредитів ЄCTS	аудиторні		Всього	у тому числі: ЛЖ ЛЗ	самостійна робота	1 курс				2 курс				3 курс				4 курс					
					Семестри																						
					1					2		3		4		5		6		7		8					
					Л	Ж				Л	Ж	Л	Ж	Л	Ж	Л	Ж	Л	Ж	Л	Ж	Л	Ж	Л	Ж	Л	Ж
К	З	К	З	К	З	К	З	К	З	К	З	К	З	К	З	К	З	К	З	К	З						
Теорія інформації та кодування	6		108	3	51	17	34	57												1	2						
Математичне моделювання та системний аналіз	6		144	4	68	34	34	76												2	2						
Системи та методи прийняття рішень	6		108	3	51	34	17	57												2	1						
Прикладні пакети для статистичного опрацювання даних		6	126	3,5	51	17	34	75												1	2						
Операційні системи та системне програмування	7	6	234	6,5	122	52	70	112												2	2	1	2				
Бази даних та знань	7	6	252	7	123	53	70	129												1	2	2	2				
Інтегровані системи управління		7	108	3	54	18	36	54														1	2				
Методика навчання інформатики	8		144	4	60	24	24	84																		2	2
Теорія управління	8		90	2,5	36	24	12	54																		2	1
Системи штучного інтелекту	8		90	2,5	36	24	12	54																		2	1
Дослідження операцій	8		108	3	48	24	24	60																		2	2
РАЗОМ:			3852	107	1673	720	924	2179	3	4	4	6	5	8	5	7	2	3		13	15	4	6			8	6

Сучасні навчальні плани і методичні вказівки з курсів інформатичного циклу у педагогічних університетах, як правило, орієнтовані на навчання студентів практичних навичок роботи з конкретними системними та прикладними програмами. Такий підхід призводить до того, що при підготовці бакалаврів інформатики не достачно уваги приділяється питанню теоретичних основ інформатики, комп'ютерно орієнтованих засобів підтримування математичних обчислень і побудов, інформаційного моделювання. Недостатній рівень фундаментальних знань з вищої математики та комп'ютерних наук призводить до часткової або повної незатребованості молодих фахівців.

Дослідження проблем використання систем комп'ютерної математики у процесі навчання сприятиме підвищенню рівня навчальних досягнень, ролі фундаментальної інформатичної та математичної підготовки, у становленні фахової та загальнолюдської культури майбутніх фахівців, формуванні їхнього світогляду і системи базових та професійних компетентностей. Як видно з навчального плану (табл. 1.1.), велика частина навчальних годин (рис.1.1) відводиться на самостійну роботу (майже 60%).

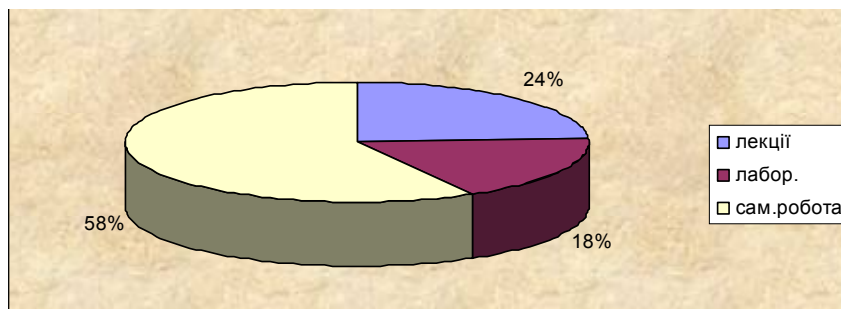


Рис.1.1 Загальне співвідношення годин на аудиторні заняття та самостійну роботу при підготовці майбутніх фахівців з інформатики у ДДПУ

Це впливає на вибір моделі навчання. Використання традиційних методик в навчально-виховному процесі студентів необхідно поєднувати із застосуванням інформаційно-ресурсного забезпечення методичних систем навчання, розширювати спектр засобів навчання і педагогічних технологій.

Разом з тим слід підкреслити, що самостійна робота студентів має цілеспрямовано і педагогічно виважено поєднуватися з роботою в групах, із заняттями в аудиторії, має бути чітко спланованою і диференційованою в залежності від індивідуальних особливостей і характеристик студента, та здійснюватися під управлінням і контролем викладачів.

1.2. Формування системи професійних компетентностей майбутніх фахівців з інформатики у педагогічному університеті

Суспільною вимогою щодо здобування вищої освіти є її сучасність, що "включає в себе уявлення про те, якою має бути нині людина-професіонал, яке її призначення, роль у суспільстві, яке замовлення на її освіту, які очікування від неї у самої людини, суспільства. Освіта все більше орієнтується на "вільний

розвиток", високу культуру, творчу ініціативу, самостійність, мобільність майбутніх фахівців, що вимагає якісно нового підходу до їх формування. Випускнику педагогічного університету доведеться працювати в навчальних закладах різних форм власності, різних сегментах соціальної та економічної сфер, в галузі управління та адміністрування. В одних випадках для працедавця буде важливою кваліфікація, а також засвоєні освітні програми. В інших – роботодавець зацікавлений у працівникові, який в короткі терміни зможе реалізувати певний проект, спрямований на вирішення проблем розвитку підприємства чи закладу" [96].

Основним призначенням освітньої системи є "підготовка кваліфікованого фахівця відповідного рівня та профілю, конкурентоздатного на ринку праці, компетентного, який вільно володіє професією та орієнтується в суміжних галузях діяльності, готового до постійного професійного росту, соціальної та професійної мобільності"[96] .

Однією з вимог до результатів навчання є досягнення певного освітнього рівня, що може бути визначений через необхідне опанування певних загальних та спеціальних компетентностей.

Компетентність – складна інтегрована характеристика особистості, під якою розуміється "сукупність знань, умінь, навичок, а також досвіду, що разом дає змогу ефективно провадити діяльність або виконувати певні функції, забезпечуючи розв'язування проблем і досягнення певних стандартів у галузі професії або виду діяльності" [181, с. 18].

Компетентнісний підхід до професійної підготовки майбутніх фахівців "підсилює практичну орієнтованість освіти, підкреслює роль досвіду, вмінь практично реалізовувати знання, встановлюючи підпорядкованість знань умінням та акцентує увагу на результатах освіти, розглядаючи їх не як суму засвоєних відомостей, а здатність людини вирішувати життєві й професійні проблеми, діяти в різних проблемних ситуаціях" [149, с. 48-49].

Під компетентнісним підходом до проектування нового покоління стандартів вищої професійної освіти В. І. Байденко пропонує розуміти метод моде-

лювання результатів освіти як норм його якості, що, означає формування результатів як ознак готовності студента/випускника продемонструвати відповідні компетентності [9, с. 9]. "Компетентнісний підхід передбачає глибокі системні перетворення, що зачіпають зміст навчання, оцінювання його результатів, освітні технології, зв'язки вищої освіти з іншими рівнями професійної освіти, введення ECTS та застосування Європейської структури кваліфікацій вищої освіти" [9, с. 19].

Компетентність можна трактувати як "добру обізнаність" [25, с. 445] у певній галузі, що визначається окремими нормами, потребами, запитами щодо підготовленості фахівця, тобто як "вимогу" [25, с. 101] до змісту та рівня професійної підготовки [117, с. 11].

Компетентнісний підхід у підготовці фахівців з інформатики, на думку О. М. Спіріна, насамперед "вимагає покласти в основу розроблення освітніх стандартів характеристики, що відображають якісні результати освітнього процесу в термінах системи професійних компетентностей" [229]. Поряд із цим *компетентнісний підхід у навчанні майбутніх фахівців з інформатики* має передбачати формування в студентів та набуття ними відповідних компетентностей з основ інформатики.

Проблему формування знань, умінь і навичок фахівців з інформатики досліджували Н. Р. Балик [11], В. Ю. Биков [14], Л. В. Брескіна [21], Ю. В. Горошко [40], М. І. Жалдак [70], М. П. Лапчик [139], С. М. Прийма [184], С. А. Раков [191], Ю. С. Рамський [196], С.О. Семеріков [211], Т. В. Тихонова [240], Ю. В. Триус [243], Г. Ю. Цибко [253] та ін. Вагомим внеском у вирішення цієї проблеми є дисертаційна робота Н. В. Морзе [160], де обґрунтовано та визначено один із головних компонентів професійних компетентностей вчителя інформатики – методичні вміння.

Аналізуючи сутність поняття компетентність, Т. П. Кобильник робить висновок, що компетентність – це обізнаність, норма освітньої підготовки школяра чи студента [96]. Відзначається роль ключових компетентностей, загальних для всіх професій та спеціальностей, універсальних у різних ситуаціях.

Можна зробити висновок, що компетентність виступає як інтегративне поняття, що характеризує людину як суб'єкта, який реалізує в практичній діяльності компетентності, якими володіє.

Система компетентностей в освіті має ієрархічну структуру, рівні якої складають:

- ключові компетентності (міжпредметні та надпредметні компетентності), що є основою здатності людини здійснювати складні поліфункціональні, поліпредметні, культурнодоцільні види діяльності, ефективно розв'язувати актуальні індивідуальні та соціальні проблеми;
- загально-галузеві компетентності – компетентності, що формуються в учня, студента впродовж освоєння змісту тієї чи іншої освітньої галузі у всіх класах середньої школи або під час навчання у ВНЗ і відображаються у розумінні того місця, яке відповідна галузь займає у суспільному житті і виробництві, а також вміння застосовувати їх на практиці у рамках культурнодоцільної діяльності для розв'язування індивідуальних та соціальних проблем;
- предметні компетентності – складова загально-галузевих компетентностей, яка стосується конкретного предмету; ті, що їх набуває учень (студент) при вивченні певного предмета протягом конкретного навчального року або ступеня навчання [123].

Компетентністний підхід до підготовки фахівців у ВНЗ полягає у формуванні та розвитку у студентів набору ключових, загально-галузевих та предметних компетентностей, через які визначається його успішна адаптація в суспільстві.

Для визначення загальної структури системи професійних компетентностей фахівців з інформатики та їх класифікації врахуємо, що більшість дослідників, аналізуючи категорію "компетентність", виокремлюють два типи навчальних результатів: загальна компетентність, спеціальна або предметна компетентність. Обом типам повинно відводитись належне місце у програмі курсу і вони повинні бути певним чином перевірені після його завершення [174, с. 64].

Загальна структура системи компетентностей фахівців з інформатики й орієнтовна їх класифікація здійснена О. М. Спіріним:

I. Загальні компетентності: компетентності щодо індивідуальної ідентифікації й саморозвитку; міжособистісні компетентності; суспільно-системні компетентності.

II. Професійно-спеціалізовані компетентності: загальнопрофесійні; предметно-орієнтовані, або профільно-орієнтовані; технологічні; професійно-практичні [229].

Формування компетентностей, тобто "формування знань, умінь, навичок та здатності їх застосовувати в реальній життєвій ситуації, є однією з найбільш актуальних проблем сучасної освіти. Компетентності студентів, зокрема педагогічних університетів, проявляються в оволодінні знаннями і вміннями та цілеспрямованим їх застосуванням при розв'язуванні професійних завдань. Розв'язування професійних завдань неможливо здійснити без знань, до яких належать знання методів, прийомів розв'язування стандартних й особливо нестереотипних завдань" [1].

Розглядаючи проблеми формування системи професійних компетентностей, А. К. Маркова [148] визначає, що володіння відповідними компетентностями дає змогу діяти самостійно та відповідально; основою для висновків про компетентність людини є оцінювання кінцевих результатів її діяльності; також є характеристикою окремої людини і проявляється у результатах її діяльності.

Під *професійними педагогічними компетентностями* будемо розуміти інтегральні професійно-особистісні характеристики педагога, за якими визначаються його теоретична та практична підготовленість до виконання професійних функцій ефективної педагогічної діяльності. У системі професійних педагогічних компетентностей виокремлюють кілька їх типів, зокрема методологічні, предметні, психолого-педагогічні, методичні, проте методичні компетентності посідають одне з провідних місць. Вони базуються на системі спеціально-наукових, психологічних, педагогічних знань та умінь з питань побудови на-

вчання певної навчальної дисципліни і мають яскраво виражений прикладний характер [96].

Формування системи загальнокультурних та професійних компетентностей бакалавра інформатики здійснюють упродовж кількох етапів [189]:

- "базовий етап (1-2 курси). Формування комунікативних компетентностей в межах вивчення блоків дисциплін: загальних гуманітарних і соціально-економічних (ділова українська мова, філософія, історія України, основи економічної теорії, іноземна мова) та загальнопрофесійних (педагогіка, психологія);
- інтеграційний етап (1-3 курси). Формування предметно-орієнтованих компетентностей в рамках вивчення блоків дисциплін: загальнопрофесійних (педагогіка, психологія, математика, інформатика, фізика, дискретна математика, комп'ютерні інформаційні технології та засоби навчання) і предметної підготовки; проходження обчислювальної практики;
- основний етап (4-й курс). Становлення методичних компетентностей в рамках вивчення блоків дисциплін: гуманітарних і соціально-економічних (соціологія, правознавство), загальнопрофесійних (теорія і методика навчання інформатики), предметної підготовки; проходження педагогічної практики; виконання курсової роботи з методики навчання інформатики, виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи".

У роботі [124] наголошується на тому, що навчально-пізнавальні компетентності можуть бути набуті студентом за умов "діяльнісного характеру навчання, тобто залучення студентів до якої-небудь діяльності – дослідження, проектування, керівництво; орієнтації навчального процесу на розвиток самостійності і відповідальності студента за результати своєї діяльності; створення умов для набуття досвіду постановки і досягнення мети; чіткості і зрозумілості всім суб'єктам навчального процесу правил оцінювання результатів; організації продуктивної групової роботи; демонстрації викладачем своєї власної компетентної поведінки".

Компетентностей не можна навчитись, компетентності не можна опанувати у результаті навчання, яке не побудоване на творчих засадах. Компетентностей можна тільки набути у процесі індивідуального, продуктивного процесу розв’язування творчих задач. Такий підхід у навчанні реалізується через дослідницьку діяльність та виконання індивідуальних навчально-дослідних завдань, через рефлексування яких набувається особистісна методологія творчої роботи.

Аналізуючи дослідження, що стосуються професійних компетентностей майбутніх фахівців з інформатики, завдання розвитку педагогічної освіти, систему професійних компетентностей фахівців з інформатики можна подати як сукупність взаємопов’язаних загальнопрофесійних та предметних (інформатичних) компетентностей, компоненти яких подано на рис. 1.2. [200].

Компоненти системи інформатичних компетентностей майбутніх фахівців з інформатики виділимо відповідно до тих типів навчальних завдань, які йому доведеться розв’язувати у процесі навчання (рис. 1.3): методологічні, інформаційно-технологічні компетентності, предметно-орієнтовані компетентності, компетентності у галузі моделювання, компетентності у галузі алгоритмізації та програмування.

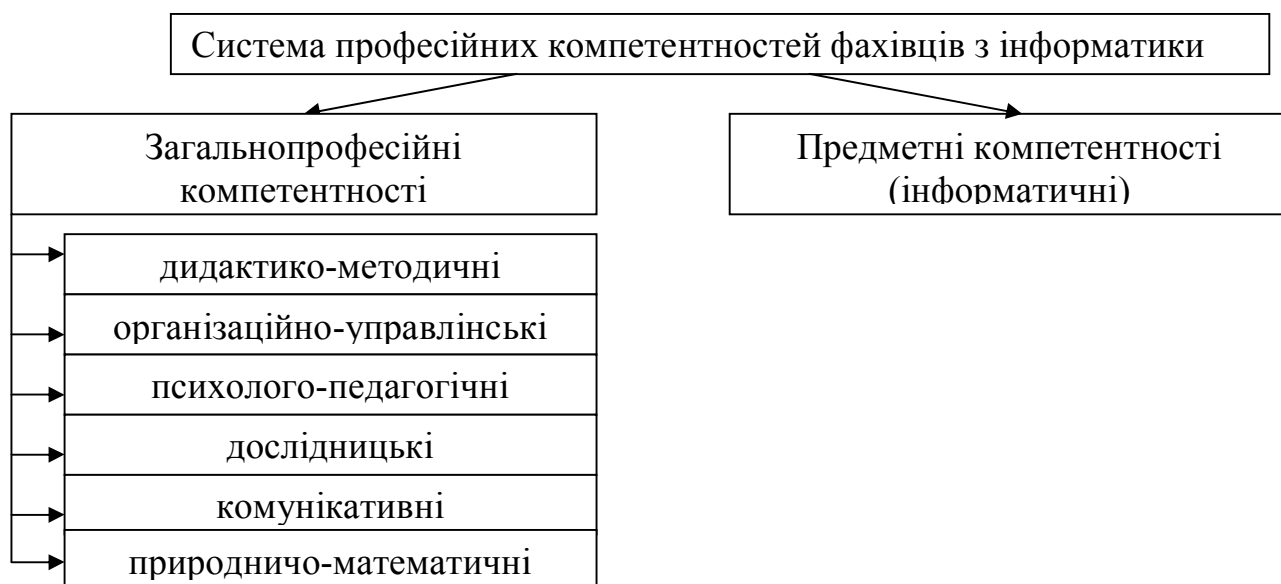


Рис. 1.2. Система професійних компетентностей майбутніх фахівців з інформатики [200]



Рис. 1.3. Компоненти системи інформаційних компетентностей фахівців з інформатики [200]

Отже, у дослідженні компетентність трактується як динамічна комбінація знань, вмінь і практичних навичок, способів мислення, професійних, світоглядних і громадянських якостей, морально-етичних цінностей, яка визначає здатність особи успішно здійснювати професійну та подальшу навчальну діяльність і є результатом навчання на певному рівні вищої освіти.

На заняттях з дослідження операцій компетентності можна формувати у три етапи:

- *Підготовчий.* Мета діяльності на даному етапі: формування узагальнених предметних умінь. Студентам пропонуються завдання, виконання яких надасть можливість їм набути знань, умінь та навичок, володіння якими дасть змогу розв'язувати задачі вищого рівня на наступних етапах (як правило, завдання теоретичного характеру).
- *Основний.* Розроблення творчих проектів з залученням знань з інших предметних галузей. Мета діяльності на даному етапі: розвиток дослідни-

цьких та проектних умінь. На цьому етапі студентам пропонуються завдання творчого характеру.

- *Закріплюючий.* Моделювання життєвої ситуації. Мета діяльності на даному етапі: навчити застосовувати отримані знання та вміння в нестандартній життєвій ситуації.

Фрагмент лабораторного заняття з курсу "Дослідження операцій" на тему "Знаходження найкоротших шляхів в мережі" наведено у Додатку В.

1.3. Фундаменталізація навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики

Якщо компетентності – це обізнаність [25], то діяльність, дії *не можуть бути ефективними, якщо вони не мають системного характеру, не відповідають вимогам повноти й не спираються на фундаментальні знання* [212].

Стосовно ролі фундаментальних знань у сучасному науковому пізнанні згадується у роботах багатьох авторів стосовно основ класичної науки. Зокрема, Б. Г. Кузнецов зазначає, що стиль фізичного мислення кардинально змінився в ХХ сторіччі. Зокрема, він згадує про втрату однозначності, розмивання змісту класичних фізичних понять у їх релятивістській інтерпретації [132]. "На думку багатьох вчених, в наш час неможливо сказати, де закінчується фізика і починається техніка, де закінчується математика і починається фізика" [250], зазначає Л. С. Хижнякова. Це справляє значний вплив на розвиток методики навчання багатьох дисциплін.

Найважливішим напрямом реформування системи освіти вважають фундаменталізацію навчання, яка необхідна для того, щоб "майбутній фахівець у процесі навчання зміг набути необхідні фундаментальні базові знання, сформовані в єдину світоглядну наукову систему на основі сучасних уявлень про науку та її методи. Даний підхід надасть можливість одержувати необхідні знання не тільки з обраного напрямку, а й з усього комплексу пов'язаних з ним наук, включаючи природничо-наукові та гуманітарні знання, при оволодінні

якими формуються не тільки професійні навички, але й особистісні потреби, відповідальність фахівця перед наукою й людством" [212].

Поєднання освіти і науки є умовою модернізації системи освіти, головним чинником її подальшого розвитку, що має забезпечуватися фундаментацією освіти, інтенсифікацією наукових досліджень у вищих навчальних закладах, науково-дослідних установах [247].

Існують встановлені вимоги, яким має відповідати рівень підготовки фахівця після закінчення навчання на кожному освітньо-кваліфікаційному рівні. Фахівець має бути здатний до виконання певних професійних завдань, щоб він міг продовжувати освіту на вищих освітньо-кваліфікаційних рівнях. Тому у процесі навчання у вищому навчальному закладі необхідно [203]:

- "сформувати загальнокультурний рівень фахівця відповідно до вимог, які ставить перед ним суспільство, сформувати здатність до співпраці у своєму професійному середовищі;
- забезпечити рівень фундаментальної підготовки випускника, достатній для його подальшого професійного зростання безпосередньо в процесі фахової діяльності, підвищення кваліфікації та набування фахових компетентностей протягом усього життя і необхідний для продовження освіти на подальших ступенях;
- забезпечити належний рівень фахової підготовки випускника для його професійної діяльності безпосередньо після закінчення освіти на даному рівні".

В умовах формування інформаційного суспільства, коли темпи науково-технічного прогресу різко зростають, досить складно забезпечити підготовку фахівців для негайного включення їх у технологічний процес на виробництві або в системі освіти. Адже не можна точно передбачити стан технологій або системи освіти, досягнутий на момент випуску фахівця. Необхідно *"навчати студента так, щоб він сам зміг швидко адаптуватися до змін, що відбуваються у технологічному розвитку галузі; дати йому знання, універсальні за*

своєю суттю, на основі яких фахівець зможе швидко зорієнтуватися у ситуації вирішення нових професійних задач" [256].

Вихід з цієї критичної ситуації в системі освіти полягає у фундаменталізації навчання, що зумовлюється спрямованістю системи освіти на створення цілісного, узагальнюючого знання, яке було б ядром всіх отриманих студентом знань, що поєднувало б одержувані в процесі навчання знання в єдину світоглядну систему.

За В. Г. Кінельовим, призначення фундаментальної освіти полягає у забезпеченні сприятливих умов для виховання гнучкого й багатогранного наукового мислення, різних способів сприйняття дійсності, формування внутрішньої потреби в самореалізації й самоосвіті упродовж усього життя [87, с. 7].

З плином часу стрімко зростаючий обсяг різноманітних відомостей призводить до "необхідності їх адекватного структурування та відображення в навчальних дисциплінах. Велику роль у цьому відіграють математичні та інформатичні дисципліни, в процесі оволодіння якими найбільш фундаментальні знання, які є базою для формування загальної та професійної культури, швидкої адаптації до нових професій, спеціальностей та спеціалізації" [88].

С. І. Ожегов термін "*фундаментальний*" визначає як "1) великий та міцний; стійкий, глибокий; 2) основний, головний" [170, с. 789].

Фундаментальні знання – це найбільш стабільні та універсальні загально теоретичні знання, зміст яких відзначається максимальною узагальненістю, структурованістю, де розкривається та визначається розмаїття внутрішніх та зовнішніх зв'язків даних [136]. Вони, будучи інструментом досягнення наукових компетентностей, орієнтовані на пізнання глибинних, сутнісних зв'язків між різноманітними процесами. На основі фундаментальних знань формується здатність особи опановувати нові знання, орієнтуватися у проблемах, що виникають, виконувати задачі діяльності, що прогножуються [125, с. 18].

Н. В. Скоробогатова так визначає основну ціль навчання у вищих навчальних закладах: "формування висококваліфікованих фахівців ..., які мають фун-

даментальну теоретичну підготовку та здатні застосовувати набуті знання для творчого розв'язування практичних задач" [222, с. 14].

Фундаментальна теоретична підготовка спрямована на посилення взаємозв'язків теоретичного й практичного компонента у професійній діяльності, на формування цілісної наукової картини навколишнього світу, на індивідуально-професійний розвиток студента, що в сукупності забезпечує високий рівень освіти.

Розглядаючи теоретико-методологічні основи фундаменталізації університетської освіти, О. В. Балахонов пропонує визначення *фундаменталізації освіти* як якісної зміни вищої освіти на основі принципу її фундаментальності [10, с. 16-17]. О. Г. Ростовцева визначає фундаменталізацію освіти як "впровадження в навчальний процес теорій високого ступеня узагальненості, що мають підвищену інформаційну ємність та універсальну застосовність" [202, с. 13]. І. Ю. Асманова уточнює, що фундаменталізація освіти має відбуватися "не шляхом розширення навчальних планів за рахунок включення нових дисциплін, міждисциплінарних теорій чи методологічних знань, а шляхом зміни способу вивчення ... дисципліни" [3, с. 168].

Аналізуючи вплив фундаменталізації на методичну систему навчання, М. В. Садовніков вказує на те, що "фундаменталізація освіти як один з найважливіших зовнішніх факторів системи вищої педагогічної освіти справляє найбільший вплив на такі компоненти цієї системи, як цілі та зміст. Інші компоненти також знаходяться під впливом фундаменталізації, але в меншій степені" [206, с. 10].

Л. М. Харченко [249, с. 53] зазначає, що поняття *фундаменталізації навчання* має два основних трактування: "освіта вглиб" (поглиблена підготовка за заданим напрямом) та "освіта вшир" (різностороння гуманітарна та природничо-наукова підготовка на основі оволодіння фундаментальними знаннями) [3; 5; 154].

У багатьох дослідженнях фундаменталізація освіти пов'язується з рівнем освіченості людини. Її також розглядають як "фундаментально-знаннєвий" ка-

ркас особистості, що забезпечує системність знань, цілісне сприйняття світу й людини в ньому, створення бази для професійної культури й майстерності [226].

У сучасних умовах виникає необхідність формування у майбутніх фахівців не лише конкретних, а й узагальнених знань та вмінь. Такі знання та вміння, сформовані в процесі вивчення деякої дисципліни, потім вільно використовуються при вивченні інших дисциплін або у професійній діяльності. На думку О. Г. Ростовцевої, "фундаменталізації освіти сприятиме розгляд та використання міждисциплінарних зв'язків, науково-дослідна робота викладачів та студентів на стику фундаментальних та прикладних наук, введення природничо-наукових дисциплін у навчальні плани всіх спеціальностей" [202, с. 13].

Використання міжпредметних зв'язків – це "вміння використовувати отримані знання та навички з однієї дисципліни при вивченні іншої. Фундаментальні знання визначаються різними внутрішніми та зовнішніми зв'язками, в них розкривається зміст певної предметної галузі, саме формування таких знань неможливе без застосування мимовільного або довільного формування міжпредметних зв'язків" [44].

Основою фундаменталізації навчання низка науковців [35; 155; 206; 249] вважають створення такої системи й структури освіти, пріоритетом якої є не прагматичні, вузькоспеціалізовані знання, а методологічно важливі, інваріантні знання, на основі яких забезпечується цілісне сприйняття наукової картини світу, інтелектуальний розвиток особистості та її адаптація до швидко мінливих соціально-економічних та інших суспільних процесів.

О. Х. Шень вказує на те, що "слід вчити фундаментальних сутностей, а не другорядних деталей, без яких можна обійтися. ... Сьогоднішні школярі – це навіть не завтрашні, а лише післязавтрашні програмісти. (Сьогодні їх найчастіше вчать вчорашнього (позавчорашнього?) програмування)" [104, с. 59].

Так само актуальна зараз вимога мобільності освіти може бути реалізована тільки за рахунок фундаментальності. Саме володіння такої якості освітою на-

дає можливість людині у короткий термін опанувати нові технології та способи діяльності, бути мобільною, затребуваною на ринку праці.

Е. Р. Соколова фундаментальну освіту трактує як освіту, засновану на фундаментальній природничо-науковій, гуманітарній, загальнопрофесійній та спеціальній підготовці, на основі якої формуються основи професійної та загальної культури сучасного фахівця, професійно мобільного й з креативним мисленням [226].

О. М. Новіков до *провідних напрямів фундаменталізації освіти* відносить: "збереження ядра змісту, яке за своєю природою повинне бути консервативним; навчання базисних кваліфікацій – наскрізних умінь (базових компетентностей); посилення загальноосвітніх компонентів у професійних освітніх програмах; перехід до підготовки фахівців широкого профілю; пізню (на 2–3 курсі) профілізацію навчання; модульну будову змісту освіти; посилення наукового потенціалу навчальних закладів, створення науково-технологічних парків" [165, с. 263].

Успішне вирішення завдань підготовки високоякісних фахівців залежить передовсім від збалансування змісту й обсягів дисциплін циклів гуманітарної та соціально-економічної, математичної та природничо-наукової, професійної та практичної підготовки на кожному освітньо-кваліфікаційному рівні.

Основними ознаками фундаменталізації освіти є:

- а) "визначення універсальних базових знань, виведення їх на пріоритетні позиції та надання їм стрижневого значення для накопичення інших знань;
- б) інтеграція освіти та науки;
- в) перебудова процесу навчання на основі професійної та технологічної мобільності" [212].

С. О. Семеріков, визначаючи фундаменталізацію освіти через сукупність взаємозалежних функцій (методологічної, професійно-орієнтувальної, розвивальної, прогностичної, інтегративної), окреслює відповідні *шляхи її забезпечення* в навчальному процесі:

- насичення змісту вищої освіти системними теоретичними знаннями, фундаментальними теоріями, концепціями, ідеями;
- домінування дослідницьких методів навчання, творчої діяльності, інтеграції ідей і методів науки, навчання й наукової творчості;
- саморозвиток студента як суб'єкта мобільної освітньої, професійної й науково-дослідної діяльності [212].

У процесі навчання майбутніх фахівців з інформатики до фундаментальних дисциплін слід віднести перш за все філософські, інформатичні та природничо-математичні, а також дисципліни професійно-практичної підготовки. Володіння відповідними знаннями забезпечує можливість вивчення професійно орієнтованих дисциплін, що є тією основою, найбільш тривалою і стабільною в часі, на якій базується можливість подальшого професійного зростання фахівця.

Особливістю цих дисциплін є те, що в процесі їх вивчення формуються механізми пізнання й основи розуміння процесів і явищ навколишнього світу. Прагматична потреба застосування певного математичного апарату чи розуміння сутності деякого фізичного ефекту при виконанні професійного завдання вимагає додаткового вивчення математичних і природничих дисциплін.

Фундаментальна підготовка передбачає вивчення теоретичних основ спеціальності згідно з вимогами до рівня теоретичної підготовки педагогічного працівника відповідного профілю і базується на новітніх досягненнях науки [140].

На думку М. І. Жалдака, "важливу роль відіграє використання сучасних ІКТ в фундаменталізації знань, різносторонньому і ґрунтовному вивченні відповідної предметної галузі, формуванні знань, необхідних для обґрунтованого пояснення причинно-наслідкових зв'язків досліджуваних процесів і явищ, пізнання законів реальної дійсності. Фундаментальні знання мають важливе значення для прикладних досліджень, а потреби повсякденної практичної діяльності людей викликають і стимулюють відповідну пізнавальну діяльність, спрямовану на розкриття законів фундаментального характеру" [72].

Більшість курсів з інформатики у педагогічному університеті як правило належать до прикладної та практичної інформатики. Разом з тим необхідно приділяти особливу увагу фундаменталізації змісту інформатичної освіти, оскільки поглиблення прикладної та практичної спрямованості не може бути безмежним, бо неминуче натрапить на природні обмеження, породжені відсутністю або недостатністю фундаментальної бази знань. Більш того, це не дозволить забезпечити студента педагогічного ВНЗ фундаментальною підготовкою, основу якої складають загальнотеоретичні, фундаментальні знання. Зазначимо, що знання такого роду відрізняються різноманіттям внутрішніх та зовнішніх зв'язків, в них розкривається структура і визначається методологічна база тієї або іншої предметної галузі, а їх основні характеристики – стабільність, довгостроковість, універсальність та доступність. У зв'язку з цим у педагогічних університетах можна спостерігати разом з широким впровадженням інформаційних технологій в навчальний процес зміщення акцентів у бік фундаментальної підготовки майбутніх фахівців з інформатики.

На думку Т. П. Кобильника "орієнтація на фундаментальні навчальні курси і знання дозволить подолати роз'єднаність, об'єднати в спільній творчій роботі, як в навчальному процесі, так і в наукових дослідженнях представників природничо-наукових, технічних та гуманітарних наук" [96]. Це, в свою чергу, надасть можливість студентам оволодіти цілісним баченням світу, сформувати наукове бачення проявів різноманітних явищ і перебігу процесів у ньому. Світогляд, що відкриває шлях до оволодіння основами єдиної людської культури, гармонійно поєднує в собі природничо-наукові і гуманітарні знання.

Вища інформатична освіта значною мірою будується, як і раніше, на основі "накопичувальної моделі нових знань, коли формуються вміння розв'язувати стандартні професійні завдання, діяти у відомих ситуаціях. Проте в умовах неодноразової зміни освітніх парадигм та технологій навчання в процесі роботи викладача, апаратних платформ та технологій програмування в професійній діяльності педагога актуальними стають проблеми переходу від інформаційно-накопичувальної моделі вищої інформатичної освіти до методо-

логічно орієнтованої моделі, на основі чого формується в майбутнього фахівця здатності до розв'язування нестереотипних професійних завдань, до творчого мислення на основі фундаментальних знань" [212].

Говорячи про фундаментальність інформатичної освіти, слід зазначити, що сьогодні "в підготовці відповідних фахівців у США, країнах Західної Європи та Росії спостерігається зростання потреби в таких теоретичних знаннях, швидкість оновлення яких не настільки висока, як у прикладних, та які можна охарактеризувати в термінах доступності, збережуваності, універсальності та мінімізації вартості отримання знань" [94].

Термін "*фундаменталізація інформатичної освіти*" С. О. Семеріков трактує як "підвищення якості фундаментальної підготовки студента, його системоутворюючих та інваріантних знань і вмінь у галузі інформатики, що надає можливість сформувати якості мислення, необхідні для повноцінної діяльності в інформаційному суспільстві, для динамічної адаптації людини до цього суспільства, для формування внутрішньої потреби в безперервному саморозвитку та самоосвіти, за рахунок відповідних змін змісту навчальних дисциплін та методології реалізації навчального процесу" [212].

Інформатика – комплексна дисципліна, до теоретичних основ якої слід віднести філософію, психологію, математику, зокрема математичну логіку, обчислювальну математику, математичну статистику і теорію ймовірностей, теорію алгоритмів, дискретну математику, теорію графів, основи теорії і методів оптимізації, статистичне моделювання, конкретну математику, математичне програмування, теорію штучного інтелекту та ін., математичну інформатику (системи комп'ютерної математики), фізику, що є складовими математичних основ інформатики, мікроелектроніку, аналіз і синтез електронних схем, нанотехнології, комп'ютерну інженерію, комп'ютерні мережі, телекомунікації, адміністрування комп'ютерних систем і мереж, програмування – імперативне, декларативне, об'єктно-орієнтоване, візуальне, функціональне тощо [72].

О. Г. Смолянінова вказує на такий блок фундаментальних інформатичних дисциплін: "Теоретичні основи інформатики", "Програмування", "Дослі-

дження операцій", "Інформаційні системи", "Теорія алгоритмів", "Основи мікроелектроніки та архітектура комп'ютерів" [225].

Н. В. Морзе до змісту фундаментальної підготовки фахівця з інформатики відносить такі розділи: "теоретичні основи інформатики, теорія алгоритмів, структури даних, технологія розроблення програмного забезпечення, архітектура комп'ютерних систем, парадигми програмування (функціональне, продукційне, хорновське, об'єктно-орієнтоване), комп'ютерна графіка, операційні системи, інформаційні системи, теоретичні основи баз даних, бази даних і інформаційний пошук, системи штучного інтелекту, комп'ютерне моделювання, аналіз і моделювання систем, дискретна математика, теоретичне програмування, соціальна інформатика, комп'ютерні комунікації і мережі, глобальна мережа Інтернет, гіпермедійний дизайн, програмна інженерія" [162]. М. П. Лапчик, досліджуючи структуру та методичну систему підготовки фахівця з інформатики, вказує, що "важливе місце в ній займає математична компонента фундаментальної освіти, призначення якої: отримання освіти в галузі основ математики, математичного моделювання, відсутність якого робить неможливим застосування інформатики для розв'язування прикладних задач; формування фундаментальних основ теоретичної (математичної) інформатики, що складають загальноосвітнє ядро цієї галузі знань" [139].

Автори "Computing Curricula 2013: Computer Science", аналізуючи проблеми, що виникають при створенні основних курсів [273], окремо вказують на дисципліни "Операційні системи" та "Системне програмування" (розділ "Побудова компіляторів") як "артефактні динозаври програмування" .

Основою фундаменталізації навчання математичних та інформатичних дисциплін вважаємо організацію у ВНЗ інформаційно-освітнього простору, завданням якого є не формування прагматичних, вузькоспеціалізованих знань, а методологічно важливих, інваріантних знань, на основі яких забезпечується цілісне сприйняття наукової картини світу, інтелектуальний розвиток особистості та її адаптація до швидко плинних соціально-економічних та інших суспільних процесів. В основі фундаменталізації освіти майбутніх фахівців з інформа-

тики лежить виокремлення у змісті навчання світоглядних, філософських і математичних основ навчальних дисциплін. Практичну реалізацію цього процесу у підготовці майбутніх фахівців з інформатики доцільно проводити з використанням систем комп'ютерної математики, що постають засобами підтримування навчання математичних та інформатичних дисциплін, за рахунок поєднання теоретичного і прикладного компонентів підготовки студентів, посилення професійної спрямованості їх навчання і реалізації міжпредметних зв'язків.

Під *фундаменталізацією навчання дослідження операцій* розуміємо виокремлення у змісті дисципліни базових понять, фундаментальних теоретичних положень, концепцій, ідей, що лежать в основі системоутворюючих знань і вмінь у галузі математичних та інформатичних дисциплін, реалізації міжпредметних зв'язків, забезпечення компетентнісного підходу для підвищення рівня підготовки студентів, їх повноцінної діяльності в інформаційному суспільстві.

Аналіз основних понять фундаменталізації навчання узагальнено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2.

Аналіз понять

Фундаментальний	великий, міцний, стійкий, глибокий, основний, головний (Ожегов С. І.) [170]
Фундаментальні знання	стабільні та універсальні загальнотеоретичні знання, зміст яких відзначається узагальненістю, структурованістю, в яких розкриваються внутрішні та зовнішні зв'язки різних предметних галузей, на основі якого формується здатність особи опановувати нові знання, орієнтуватися у проблемах (інструмент досягнення наукових компетентностей) (Лаптев В. В.) [136]
Фундаментальна підготовка	посилені взаємозв'язки теоретичної та практичної підготовки фахівця до професійної діяльності, спрямовані на формування цілісної наукової картини світу, на індивідуально-професійний розвиток студента, що в сукупності забезпечує високий рівень освіти (Семеріков С. О.) [212]
Фундаменталізація освіти	якісна зміна вищої освіти на основі принципу фундаментальності, впровадження в навчальний процес теорій високого ступеня узагальненості, з підвищеною інформаційною ємністю та універсальною за-

	стосовністю (Ростовцева О. Г.) [202]
Фундаменталізація навчання дослідження операцій	виокремлення у змісті дисципліни базових понять, фундаментальних теоретичних положень, концепцій, ідей, що лежать в основі системоутворюючих знань і вмінь у галузі математичних та інформатичних дисциплін, реалізації міжпредметних зв'язків, забезпечення компетентнісного підходу для підвищення рівня підготовки студента, його повноцінної діяльності в інформаційному суспільстві. (Шишкіна М. П., Когут У. П.) [256]

Фундаменталізація інформатичної освіти полягає у посиленні їх математичних основ. Безумовно, взаємозв'язки математики та інформатики дуже тісні. Якщо на попередніх етапах розвитку інформатика розглядалась як елемент прикладної математики, то сьогодні на черзі дослідження й зворотного процесу – "як інформатика впливає на математику" [171, с. 30].

М. І. Жалдак зазначає, що "інформатика, як і будь-яка фундаментальна наукова дисципліна, має вивчати закони природи, всеможливі інформаційні процеси і відповідні технології, тому фундаментальні теоретичні положення, філософські, методологічні основи інформатики, зокрема елементи інформології, які остаточно з'ясовані як теоретично, так і експериментально, швидше за все не будуть змінюватись, або ж еволюціонуватимуть разом з розвитком відповідних теорій" [63, с.11].

Підкреслюючи роль математики в системі інформатичної підготовки, М. І. Жалдак наводить цікавий факт, що в книзі відомого у всьому світі інформатика академіка В. М. Глушкова [37] з дванадцяти розділів лише один присвячений програмуванню, всі інші присвячені різним розділам математики: "Очевидно, хто не вміє розв'язувати математичні задачі (зокрема з дискретної математики), той не може бути хорошим програмістом. Адже навчання інформатики, як ніякого іншого предмету, формує вміння аналізувати різноманітні явища оточуючого світу, виробляє логічне й синтетичне мислення, здатності до евристичних пошуків, творчості, обґрунтування чи спростування різноманіт-

них гіпотез, аргументованих висновків стосовно досліджуваних явищ і причинно-наслідкових зв'язків між ними" [63, с.14].

Прогностичний характер роботи В. М. Глушкова найяскравіше проявляється у наступній цитаті, в якій легко упізнаються найсучасніші засоби ІКТ: "Безпаперова інформатика розвивається виключно швидкими темпами... вже недалекий той день, коли зникнуть звичайні книги, газети і журнали. Натомість кожна людина буде носити з собою "електронний" блокнот, що являє собою комбінацію плоского дисплея з мініатюрним радіопередавачем.

Набираючи на клавіатурі цього "блокнота" потрібний код, можна (перебуваючи в будь-якому місці на нашій планеті), викликати з гігантських комп'ютерних баз даних, пов'язаних в мережі, будь-які тексти, зображення (у тому числі й динамічні), які й замінять не тільки сучасні книги, журнали і газети, а й сучасні телевізори" [37, с.539].

Проте, як зазначає М. І. Жалдак, "оскільки теоретичні основи інформатики і особливо інформаційні технології бурхливо розвиваються, швидко витісняючи застаріваючі і застарілі технології і окремі теоретичні положення, то запропонувати більш-менш сталий зміст навчання в період становлення самої інформатики як науки досить не просто, особливо якщо прив'язувати його до якихось конкретних складових інформаційних технологій, їх апаратних і програмних складових.... Вихід із такого становища полягає швидше за все в фундаменталізації курсу інформатики, ...включення до змісту навчання в основному загальних як теоретичних, так і технологічних положень, з демонстрацією їх, звичайно, на конкретних прикладах" [63, с.15].

На думку С. О. Семерікова можливі два основні напрями фундаменталізації курсів інформатики:

1) "математизація змісту навчання й розвиток формального компонента діяльності (одним із центральних понять інформатики стають алгоритм і комп'ютер);

2) побудова курсів інформатики від феномена інформації та інформаційних процесів до методів їх вивчення за допомогою інформаційних моделей

шляхом використання комп'ютера як засобу управління інформаційними процесами" [212, с. 27]

У роботі [180] визначені основні принципи застосування моделювання в якості засобу фундаменталізації інформатичної освіти.

Досягнення поставленої цілі фундаменталізації інформатичної освіти можливе через організовану цілеспрямовану педагогічну діяльність, що забезпечує реалізацію таких *функцій*:

- "опанування методологічно важливими та інваріантними знаннями, що мають довгий термін життя, необхідними для професійної діяльності фахівця в галузі інформаційних технологій (*методологічна функція*);
- тісний зв'язок інформатичної освіти з професійною практичною діяльністю (*професійно-орієнтувальна функція*);
- розвиток творчої і пізнавальної активності та самостійності (*розвивальна функція*);
- розвиток методичних систем навчання інформатичних дисциплін з врахуванням перспектив розвитку "економіки знань" та інформаційного суспільства (*прогностична функція*);
- системність засвоєння інформатичних дисциплін на основі глибокого розуміння сучасних стану та існуючих проблем інформатики (*інтегративна функція*)" [212].

Для інформатичної освіти цей процес розділяють на три етапи:

- "*етап професіоналізації*". На цьому етапі формуються базові предметні знання й уміння, призначені для набуття базових інформатичних компетентностей (при підготовці інженерів-програмістів) та узагальнення базових навчальних елементів навчального предмета (при підготовці вчителів інформатики).
- *етап фундаменталізації*. На цьому етапі здійснюється глибоке теоретичне узагальнення знань та вмінь, набутих на попередньому етапі.
- *етап технологізації*. На цьому етапі відбувається включення професіоналізованого та фундаменталізованого знання в структуру професійної дія-

льності як засіб самореалізації фахівця в галузі інформаційних технологій" [212].

Існують встановлені вимоги, яким має відповідати рівень підготовки фахівця після закінчення навчання на кожному освітньо-кваліфікаційному ступені. Фахівець має бути здатний до виконання певних професійних завдань, щоб він міг продовжувати освіту на вищих ступенях. Тому у процесі навчання у вищому навчальному закладі необхідно [203]:

- сформувати загальнокультурний рівень фахівця відповідно до вимог, які ставить перед ним суспільство, сформувати здатність до співпраці у своєму професійному середовищі;
- забезпечити рівень фундаментальної підготовки випускника, достатній для його подальшого професійного зростання безпосередньо в процесі фахової діяльності, підвищення кваліфікації та набування фахових компетентностей протягом усього життя і необхідний для продовження освіти на подальших ступенях;
- забезпечити належний рівень фахової підготовки випускника для його професійної діяльності безпосередньо після закінчення освіти на даному ступені.

У процесі навчання студентів першого курсу напряму підготовки "Інформатика" Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка виявлено їх свідому орієнтацію на серйозну роботу в галузі інформатики. Більшість з них почувають себе впевнено під час роботи з популярними програмними середовищами і швидко виконують типові операції. Але необхідність відхилитися від звичних технологічних схем викликає труднощі. Починаються безсистемні спроби перебору доступних дій для отримання потрібного результату. Причина цього полягає в незнанні тих фундаментальних теоретичних і технічних положень, на яких побудовані дані середовища. І в результаті практично неможлива системна побудова нового алгоритму.

Відбувається зміщення змісту знань в технологічну сторону. Це відбувається тому, що в реальних інформаційних процесах об'єктивно складно виді-

лити явно та чітко конкретні фундаментальні складові. Навчання математичних та інформатичних дисциплін як фундаментальних може бути здійснено за наступним чином:

- для будь-якого рівня освіти формується система фундаментальних теоретичних положень, понять, методів і засобів, які вивчаються в даній дисципліні і успішно засвоюються. За такою системою визначаються межі фундаментального знання для вибраного рівня;
- система кожного рівня використовується в якості основи для системи наступного рівня і доповнюється новими компонентами та теоретичними обґрунтуваннями попередніх компонентів;
- вивчення кожного теоретичного компонента обов'язково супроводжується його практичним використанням в найбільш доступній формі. В цьому випадку студенту буде зрозумілий не тільки зміст компонента, але буде очевидним той факт, що знання теоретичних основ інформатики дуже важливі для розв'язування практичних задач. Дуже важливо показати наявність і способи використання фундаментальних компонентів знань в сучасних комп'ютерних програмах і технологіях. В цьому випадку матеріал буде краще засвоюватись.

Важливу роль у підготовці майбутніх фахівців з інформатики відіграє використання сучасних засобів СКМ з метою фундаменталізації, різностороннього і ґрунтового вивчення відповідної предметної галузі, формування і пояснення необхідних причинно-наслідкових зв'язків досліджуваних процесів і явищ, пізнання законів реальної дійсності. Провідна роль використання СКМ як засобу фундаменталізації навчання пов'язана з посиленням математичної складової в системі підготовки майбутніх фахівців з інформатики, призначенням якої є: формування у студентів певного рівня математичної культури, наукового світогляду, розуміння сутності практичної спрямованості математичних дисциплін, оволодіння методами математичного моделювання, при цьому недостатній рівень математичної підготовки робить практично неможливим застосування інформатики для розв'язування прикладних задач. Взаємовплив ви-

користання СКМ та принципів фундаменталізації навчання дослідження операцій узагальнено на рис.1.4:

Розроблення та застосування чітких і легко засвоюваних фундаментальних положень для кожного рівня навчання надасть можливість здійснити ефективну неперервну підготовку фахівців.



Рис.1.4. Взаємовплив використання СКМ та принципів фундаменталізації навчання дослідження операцій

Одним із засобів фундаменталізації знань бакалаврів інформатики може бути використання СКМ для розв'язування різноманітних задач.

Виникають нові підходи до фундаменталізації навчання математичних та інформатичних дисциплін, зокрема за рахунок створення, впровадження та використання електронних ресурсів сучасного інформаційно-освітнього середовища відкритої освіти та підготовки кадрів. Це забезпечується завдяки:

- об'єднання процесів створення та використання електронних ресурсів для підтримування навчання і наукового дослідження у складі єдиного освітньо-інформаційно-освітнього середовища навчального закладу;
- реалізації інваріантності процесів надання та використання ресурсів єдиного інформаційно-освітнього середовища залежно від мети, рівня на-

- вчання або навчального предмета і таким чином – створення можливості персоніфікованого доступу;
- створення умов для більш високого рівня уніфікації, стандартизації і підвищення якості електронних ресурсів, виявлення кращих зразків електронних освітніх ресурсів і більш масового їх застосування [256].

1.4. Системи комп'ютерної математики у навчанні дослідження операцій

Фундаменталізація навчання пов'язана не лише з осучасненням змісту математичних та інформатичних дисциплін, але й з впровадженням *інноваційних засобів та технологій* навчання, з набуванням і вдосконаленням людиною своїх професійних компетентностей впродовж всього життя.

Провідне місце у системі комп'ютерно орієнтованих засобів навчання математичних та інформатичних дисциплін займають системи комп'ютерної математики [236].

Використання в навчальному процесі програмних засобів спеціального та навчального призначення надає можливість враховувати специфіку їх застосування. Розв'язування широкого спектру задач вимагає використання різноманітних програмних засобів у навчальній та науково-дослідницькій діяльності.

"Сукупність програмних засобів, які призначені для ефективного розв'язування за допомогою комп'ютерів широкого кола математичних задач з високим ступенем візуалізації всіх етапів обчислень та теоретичних положень, покладених в основу їх розробки", за тлумаченнями В.П.Д'яконова, Ю.В. Триуса можна визначити як *комп'ютерну математику* [52, с. 116; 244, с. 35]. Поширення набувають різноманітні засоби комп'ютерної математики, зокрема програмні засоби, які на думку М. І. Жалдака [66], доцільно умовно поділити на дві великі групи:

- програмне забезпечення *навчального призначення*, так звані педагогічні програмні засоби (ППЗ), розраховані на учнів загальноосвітніх навчальних закладів та студентів молодших курсів вищих навчальних закладів, які

лише почали вивчати теоретичні, зокрема математичні, основи інформатики;

- програмне забезпечення *науково-дослідницького призначення*, так зване професійно-орієнтоване програмне забезпечення, розраховане на фахівців досить високої кваліфікації.

Програмне забезпечення першої групи доцільно використовувати для підтримування навчально-пізнавальної діяльності студентів, позааудиторних заняттях під управлінням педагога, а також під час виконання самостійної роботи. Застосування професійно орієнтованого програмного забезпечення має важливе значення у процесі активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів-магістрантів ВНЗ, а також для формування дослідницьких навичок студентів.

Програмне забезпечення науково-дослідницького призначення можна умовно поділити на кілька груп, а саме [49]:

1. *Математичні пакети вузької спеціалізації*: GAP, Macaulay, Singular та ін.;
2. *Програмні засоби візуалізації математичних даних*: GnuPlot, JMol, LaTeX
3. *Системи геометричного моделювання*: Autodesk 3ds Max, ANSYS та ін.;
4. *Системи комп'ютерної математики*: Derive, Maple, Matlab, Mathematica, MathCAD, Maxima та ін.

Системи комп'ютерної математики виокремлені в окрему групу, оскільки вони є універсальними і об'єднують в собі функції засобів інших типів, наприклад другого і третього, на противагу засобам першого типу, застосування яких досить обмежені.

За тлумаченням В. П. Д'яконова, "*системи комп'ютерної математики* – це програмні засоби, за допомогою яких можна автоматизувати виконання як чисельних, так і аналітичних (символьних) обчислень і розрахунків" [52].

Також для означення того самого класу програмних продуктів з ідентичними функціями застосовується термін *комп'ютерні математичні системи*.

На думку Т. М. Капустіної, комп'ютерні математичні системи відносяться до класу обчислювальних середовищ. "*Обчислювальне середовище* – електрона

оболонка для автоматичного розв'язування математичних задач обчислювального характеру (числового або символного). Користувач шляхом введення умови задачі заповнює цю оболонку, і згідно з алгоритмами, які містяться в ній, задача розв'язується. *Комп'ютерні математичні системи* – інтегровані програмні продукти, в яких об'єднуються властивості і систем комп'ютерної алгебри, і універсальних обчислювальних середовищ" [85].

С. А. Раков, аналізуючи програмні засоби, орієнтовані на розв'язування математичних задач, умовно класифікує їх за шістьма групами [193]:

1. *Вмонтовані засоби систем програмування* – практично всі мови програмування загального призначення: Algol, PL/1, Basic, C, Pascal тощо;

2. *Спеціальні мови програмування*: алгоритмічні мови програмування Fortran; функціональні мови програмування Lisp, Hope, SmallTalk; мови логічного програмування: Пролог;

3. *Спеціалізовані пакети* – MacMath, Eureka, SPSS, StatGraph тощо;

4. *Пакети комп'ютерної алгебри* (CAS – Computer Algebra System) – Derive, Reduce, Macsyma, MuMath, MatLab, MathCAD тощо;

5. *Пакети комп'ютерної геометрії* (DGS – Computer Geometry System) – Cabri, SketchPad, Sinderella, Next, Gran-2D, DG тощо;

6. *Комп'ютерні математичні системи* (CMS – Computer Mathematical System), які є універсальними, поліфункціональними пакетами, в яких об'єднуються компоненти усіх інших математичних систем.

Науковець до *комп'ютерних математичних систем* відносить комп'ютерні пакети, які призначені для розв'язування математичних задач за допомогою точних (символьних) або наближених методів, причому для опису задач та їх параметрів використовується математичний інтерфейс, а алгоритми розв'язування типових задач заздалегідь описані і зберігаються у самому пакеті.

Автори по-різному визначають поняття *комп'ютерні математичні системи* і *системи комп'ютерної математики*, але ці терміни тотожні в тому розумінні, що стосуються однієї і тієї самої групи програмних засобів. У зарубі-

жній літературі зустрічається аналог цього терміну Computer Mathematics Systems (CMS) [275].

Підсумовуючи сказане, можна зробити висновок, що в програмних засобах для виконання аналітичних обчислень повинні бути передбачені: *засоби* подання числових і нечислових даних різних спеціальних структур, *мова* для маніпулювання цими даними, і *бібліотека* ефективних функцій для виконання необхідних базових операцій.

Тому, під *системами комп'ютерної математики* будемо розуміти поліфункціональні, універсальні програмні засоби, призначені для ефективного виконання математичних операцій з даними як у символічному, так і в числовому поданні, для візуалізації математичних закономірностей, проведення навчальних та наукових досліджень, а також для моделювання перебігу різноманітних процесів та проявів явищ в різних предметних галузях.

Архітектура кожної з СКМ оригінальна, але структури їх будови схожі (рис. 1.5.) [49]:

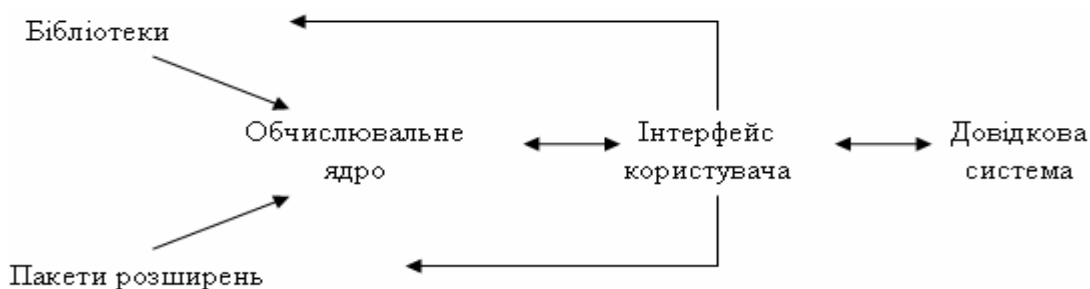


Рис. 1.5. Структура СКМ

Найбільшої ефективності використання СКМ у педагогічних цілях можна досягнути за умови розроблення на основі цих середовищ програмних засобів навчального призначення:

- використовуючи одну з таких систем, можна досліджувати широке коло математичних об'єктів, не витрачаючи час на ознайомлення з особливостями роботи окремих спеціалізованих пакетів;
- за допомогою СКМ можна забезпечувати міждисциплінарний підхід при вивченні фундаментальних курсів;

– використовуючи СКМ, можна домогтися диференціації навчання аж до індивідуальної траєкторії навчання студента, розвитку його творчої активності.

Крім того, СКМ є середовищем для підтримування навчання фундаментальних дисциплін, тому можуть бути використані при створенні інноваційних педагогічних технологій.

При цьому забезпечення фундаменталізації навчання досягається не тільки шляхом широкого впровадження окремих програмних продуктів, але й завдяки створенню розподіленого середовища, рішень, спрямованих на інтеграцію і об'єднання, крос-платформенне поширення, підтримування мережних розподілених структур і сервісів [15; 43; 147; 215]. Зокрема, в останній час все більшого поширення набуває концепція "хмарних обчислень", під якими розуміють модель зручного мережного доступу до загального фонду обчислювальних ресурсів (наприклад, мереж, серверів, файлів даних, програмного забезпечення та послуг), які можуть бути швидко надані за мінімальних управлінських зусиль та взаємодії з постачальником (за визначенням Національного Інституту Стандартів і Технологій США (NIST)) [256].

Згідно даної концепції, використання таких засобів навчального призначення, як СКМ, "у хмарі" є перспективним напрямом їх розвитку, коли виникає більше шляхів адаптації середовища навчання до рівня навчальних досягнень, індивідуальних потреб та цілей студента. Звернення до програмного забезпечення, що вже знаходиться на віртуальному робочому місці студента, не потребує витрачання навчального часу на інсталяцію і оновлення, за рахунок чого створюються умови для більш диференційованого підходу до організації навчання, з'являються можливості зосередитися на вивченні основного матеріалу [133].

Основні виробники популярних комерційних СКМ, зокрема MapleSoft (розробник Maple) та Wolfram Research (Mathematica) створили та підтримують online-сервіси MapleNet та webMathematica і Wolfram|Alpha відповідно.

Поряд з тим існує і web-СКМ Sage, у якій реалізовано підтримку інтерфейсів, в тому числі і до комерційних СКМ [103].

Використання СКМ взагалі і Web-СКМ зокрема у навчанні дослідження операцій надасть можливість: "змінити акценти у доборі теоретичного матеріалу, збільшити частку задач на побудову математичних моделей реальних оптимізаційних задач, їх розв'язування і дослідження за допомогою СКМ; більш широко використовувати графічні методи при розв'язуванні задач одно- і двовимірної оптимізації; використовувати СКМ для розв'язування задач оптимізації класичними методами; для фахівців з інформатики запровадити завдання на порівняння результатів, одержаних за допомогою чисельних методів, описаних однією з мов програмування, і за допомогою вбудованих засобів СКМ, та їх аналіз при різних вхідних даних, а також завдання на програмування в середовищі СКМ чисельних методів оптимізації та їх дослідження; запровадити завдання на створення інтегрованих звітних документів про виконання лабораторних і розрахунково-графічних робіт з використанням СКМ" [246].

1.5. Критерії добору систем комп'ютерної математики для навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики

Ефективність навчально-пізнавальної діяльності майбутніх фахівців з інформатики значною мірою визначається якістю використовуваних програмних засобів. Основні вимоги, що висуваються до таких програм – це, звичайно, простота введення і коригування вхідних даних, а також візуалізація (унаочнення) результатів розрахунків. Сьогодні є і потужні спеціалізовані системи моделювання (Maple, SolidWorks, AutoCAD тощо) і спеціальні програми, у яких реалізується зручний графічний зовнішній вигляд досліджуваних об'єктів.

Майже всі програмні продукти прийшли у навчальний процес з комерційних сфер діяльності людини: текстові процесори, електронні таблиці, засоби створення презентацій, системи управління базами даних, графічні редактори [18]. У зв'язку з цим постає необхідність добору програмних засобів, які доці-

льно використовувати у навчальному процесі вищого педагогічного навчального закладу.

До загальноновизначених дидактичних принципів, на які можна орієнтуватись при доборі програмних засобів, можна віднести: можливість покрокового отримання результатів, систематичність навчання, міцність засвоєння знань, врахування індивідуальних особливостей студентів.

Також не слід нехтувати психологічними основами діяльності користувача [187; 213]:

- 1) визначення структури діяльності (ціле покладання, планування діяльності, добір засобів, виконання дій, аналіз отриманих результатів і т.д.);
- 2) проведення логіко-психологічного аналізу класів задач, які необхідно розв'язати за допомогою комп'ютера;
- 3) вибір програмного засобу для підтримування діяльності при розв'язуванні визначеного класу задач.

Застосування комп'ютерів має спиратись на характеристики побудови навчальної діяльності, що відповідає меті і шляхам її досягнення. Основні вимоги до структурних характеристик діяльності визначаються:

- 1) загальною та конкретною метою діяльності при розв'язуванні різних видів задач;
- 2) змістом навчання;
- 3) апаратним та програмним забезпеченням, яке використовується;
- 4) послідовністю дій, які виконує користувач.

Дослідники Ю. В. Горошко [40], М.І. Жалдак [64], Е. І. Кузнецов [132], Ю. І. Машбиць [150], В. М. Монахов [159], С. А. Раков [190], С. О. Семеріков [211], Ю. В. Триус [242] та інші, аналізуючи програмні засоби, які доцільно використовувати у навчальному процесі, звертають увагу на наступне:

- все програмне забезпечення має відповідати загальноновизначеним дидактичним вимогам;
- програмний продукт не варто перевантажувати додатковими опціями, щоб не відволікати недосвідченого користувача;

- доступ до певних опцій має бути інтуїтивно зрозумілим;
- комп'ютер повинен розглядатися як засіб діяльності з усіма необхідними інструментами для здійснення навчально-пізнавальної та дослідницької діяльності;
- програму недоцільно переобтяжувати технічними термінами;
- у головному вікні мають бути подані стандартні елементи: меню, контекстне меню, робоче багатовіконне поле, передбачене виконання дій за допомогою клавіатури та мишки;
- необхідна структурована та досить досконала і зручна у використанні система допомоги;
- має бути забезпечена стійкість до помилок у діях користувача щодо введення даних.

Необхідні також навчально-методичні посібники до вибраного програмного засобу з доступно поданим теоретичним матеріалом, повним розглядом конкретних прикладів використання різних програм, достатньою кількістю питань та вправ для самоконтролю.

В. Ю. Гарбусев доповнює вище перелічені вимоги з урахуванням діяльнісного підходу [30]:

- необхідно враховувати індивідуальні вікові та психологічні особливості користувачів;
- мають бути сформовані вміння застосовувати інформаційні технології у нестандартних ситуаціях, що виникають під час розв'язування задач;
- використання різних програмних засобів повинно розвивати рефлексивно-теоретичне мислення, що надає можливість людині планувати пізнавально-дослідницькі дії та розвиває особистість.

Існує велика кількість різних програмних засобів, які можуть бути використані у навчально-пізнавальній та подальшій науково-дослідницькій діяльності. З кожним днем їх кількість збільшується, виходять нові версії вже існуючих. Тому виникає необхідність визначення критеріїв, на які доцільно спирати

тись при виборі програмних засобів у процесі навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики:

1. *"Методична доцільність*. Не всі потужні програмні засоби методично доцільно використовувати в навчальному процесі; необхідно педагогічно виважено і методично вмотивовано добирати програмні засоби з врахуванням класу задач, які можна розв'язувати з їх використанням, цілей навчання, особливостей навчального матеріалу, вікових та індивідуальних особливостей студентів і ін.

2. *Інтуїтивно-зрозумілий інтерфейс*. Вивчення нового програмного засобу викликає труднощі у недосвідченого користувача, тому бажано, щоб спеціалізований програмний засіб був легко доступний і зрозумілий не тільки вузькому колу фахівців, а й початківцю. Простий зовнішній вигляд дозволить використовувати даний програмний продукт як звичайному користувачу, так і фахівцю з даної предметної області" [28, с. 77-80].

3. *Зручність організації доступу*.

4. *Швидкодія*.

5. *Простота та надійність при роботі*.

6. *Зручність інтеграції з іншими ресурсами в єдине середовище*.

Системи комп'ютерної математики є потужним засобом комп'ютерного підтримування навчально-пізнавальної і дослідницької діяльності учнів, студентів, педагогів, інженерів, науковців, але ефективність і методична цінність таких засобів залежить від вмінь їх застосовувати [30, с. 40]. Використання комп'ютерів і всеможливих інформаційно-комунікаційних технологій в навчальному процесі має бути педагогічно виваженим і методично вмотивованим.

Підготовка майбутніх фахівців з інформатики до використання СКМ як в процесі навчання, так і в подальшій професійній діяльності в сучасному суспільстві набуває особливого значення.

1.6. Психолого-педагогічні передумови інтеграції систем комп'ютерної математики у методичні системи навчання математичних та інформатичних дисциплін

Впровадження інформаційних технологій у різні галузі людської діяльності призвело до прискорення розвитку суспільних та економічних процесів, науково-технічного прогресу, інтелектуалізацію людської діяльності [16]. Показники використання інформаційно-комунікаційних технологій у різних сферах життя суспільства є предметом моніторингу різних міжнародних організацій [257].

Для забезпечення ефективного використання інформаційних технологій у навчальному процесі, недостатньо лише мати на занятті комп'ютер, а й необхідно враховувати особливості студентського контингенту, навчального матеріалу, науково-методичного забезпечення навчального процесу, майстерність педагога, його загальнокультурні і професійні компетентності, що суттєво впливає на успішність застосування інформаційних технологій у ВНЗ. Тому аналіз чинників впливу на ефективність навчального процесу у педагогічному університеті є актуальною педагогічною проблемою.

Постає необхідність визначення чинників ефективної інтеграції інформаційних технологій в навчально-пізнавальну діяльність майбутніх фахівців з інформатики педагогічного університету, удосконалення методичних систем використання СКМ у процесі навчання математичних та інформатичних дисциплін, зокрема як засобів навчально-пізнавальної діяльності. Необхідно визначити найбільш доцільні шляхи педагогічного застосування сучасних СКМ, розробити відповідні комп'ютерно-орієнтовані методичні системи використання СКМ у процесі навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики.

Створення комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання математичних дисциплін та напрями застосування інформаційних технологій в навчальному процесі були розглянуті в роботах В. Г. Болтянського [16], Ю. В. Горошко [40], А. П. Єршова [55], М. І. Жалдака [70], Т. В. Колчук [121],

М. П. Лапчика [139], В. М. Монахова [159], Н. В. Морзе [161], С. О. Семерікова [211], Є. М. Смирнової-Трибульської [224], Т. А. Сергєєвої [213], О. В. Співаковського [228], С. А. Ракова [190], Ю. В. Триуса [244] та ін.

У навчальній та методичній літературі з'явилися видання, що присвячені питанням використання засобів ІКТ у навчальному процесі, не повністю висвітлено питання методики використання СКМ у процесі навчання фундаментальних математичних та інформатичних дисциплін, зокрема організації навчальних досліджень з використанням засобів ІКТ.

Навчальне середовище, в якому можливе повноцінне, педагогічно виважене і доцільне, методично вмотивоване використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, створюється внаслідок врахування кількох передумов, а саме [106]: наявності певного досвіду викладачів у галузі використання освітніх інформаційних технологій; знання освітніх стандартів; оцінювання ефективності застосування інформаційних технологій у навчальному процесі.

Гармонійне поєднання педагогічних надбань минулого, традиційних методичних систем навчання різних предметів з сучасними інформаційно-комунікаційними технологіями складають основу інформаційних технологій навчання. Сьогодні використовуються різні методи та моделі навчання із застосуванням засобів ІКТ у навчальному процесі [40; 80; 175; 178].

До основних *переваг* застосування ІКТ в навчальному процесі можна віднести [28]:

- "мотивація навчання – робота з комп'ютером та можливість диференціації складності завдань впливає на збільшення інтересу до навчання;
- активізація діяльності студентів у процесі навчання – є можливість регулювання рівня допомоги та подання навчального матеріалу;
- індивідуалізація навчання – забезпечує різні шляхи подання навчального матеріалу, рівня допомоги, необхідного для успішного засвоєння матеріалу;
- залучення до науково-дослідницької роботи – комп'ютер з відповідним програмним забезпеченням перетворюється на експериментальну установ-

- ку, за допомогою якої можна проводити велику кількість дослідів за короткий проміжок часу, змінюючи початкові дані; досліджувати результати експерименту та перевіряти висунуті гіпотези;
- формування рефлексії діяльності – можливість візуалізації результатів проведеного дослідження або розв'язування задачі;
 - розширення форм подання навчального матеріалу – використання сучасних засобів мультимедіа дає можливість більш детально та яскраво провести демонстрацію та моделювання досліджуваного явища;
 - збільшення бази навчальних задач – забезпечує збільшення кількості та введення нових типів навчальних задач, з можливістю впливати на процес розв'язування задач;
 - контроль за навчальним процесом – використання програмно-педагогічного забезпечення дає можливість відслідковувати міркування студента та при виникненні проблеми застосовувати різні управлінські впливи з метою усунення проблеми (підказки, навідні запитання і ін.);
 - зменшення рутинної роботи – комп'ютер використовується як засіб для розрахунків, що зменшує втрати часу під час розв'язування задачі та збільшує час на творчі пошуки оригінальних ідей та їх реалізації;
 - можливість активізувати навчально-пізнавальну діяльність студентів за рахунок візуалізації складних для розуміння математичних та фізичних понять".

Застосування ІКТ, зокрема СКМ, відкриває широкі можливості перед студентом при проведенні науково-навчального дослідження. Використовуючи СКМ є можливість звернути та зосередити увагу на важливих моментах досліджуваного матеріалу, визначенні мети та проведенні комп'ютерного експерименту. Провівши необхідні дослідження та проаналізувавши його результати, студент може висувати гіпотези стосовно виявлених закономірностей, та з'ясування відповідних причинно-наслідкових зв'язків між різними параметрами, експериментального підтвердження чи спростування висунутих гіпотез.

Такий підхід приводить до виникнення нових пізнавальних навичок та потреб у нових знаннях.

Використання програмного забезпечення для моделювання перебігу різноманітних процесів і проявів явищ надає можливість студентів не тільки створювати тривимірні моделі явищ або процесів, а також розглянути їх з різних точок зору, переміщати та перетворювати, змінювати значення параметрів та спостерігати явища у динаміці. Це допомагає розвивати образне мислення та просторову уяву студентів, що є важливим для майбутньої діяльності бакалавра інформатики.

Доцільно гармонійно поєднувати використання СКМ та інших засобів навчання. Це пов'язано з тим, що виховання повноцінного громадянина неможливе без безпосереднього спілкування людей між собою; існує достатня кількість задач, які неможливо розв'язати за допомогою програмних засобів; неможливо правильно дібрати і використати програмний продукт без знання теоретичних основ розв'язування задачі.

Висновки до розділу 1

Теоретичний аналіз чинних стандартів вищої освіти, навчальних програм, підручників і посібників, монографій, дисертаційних досліджень, статей і матеріалів науково-методичних конференцій з проблем фундаменталізації інформатичної освіти дав змогу розробити теоретичні засади використання систем комп'ютерної математики для навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики та зробити такі висновки:

1. Перехід до нового покоління галузевих стандартів вищої освіти на основі фундаменталізації навчання та компетентнісного підходу є необхідним етапом на шляху реформування системи освіти в Україні, а застосування компетентнісного підходу до розроблення галузевих стандартів вищої освіти створює умови для наближення освіти до потреб та вимог ринку праці, подальшого розвитку освітніх технологій та системи освіти в цілому.

2. Під *фундаменталізацією навчання дослідження операцій* розуміємо: виокремлення у змісті дисципліни базових понять, фундаментальних теоретичних положень, концепцій, ідей, що лежать в основі системоутворюючих знань і вмінь у галузі математичних та інформатичних дисциплін, реалізації міжпредметних зв'язків, забезпечення компетентнісного підходу для підвищення рівня підготовки студентів, їх повноцінної діяльності в інформаційному суспільстві.

3. Використання СКМ є тенденцією розвитку комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання математичних та інформатичних дисциплін, оскільки на їх основі вдається, в значній мірі, наблизитися до вирішення проблеми фундаменталізації знань майбутніх фахівців з інформатики, завдяки їх включенню в дослідницьку діяльність, моделюванню досліджуваних процесів і явищ, з'ясування сутності фундаментальних положень і понять математичних та інформатичних дисциплін, зокрема дослідженню операцій.

4. Основними принципами фундаменталізації навчання дослідження операцій на основі використання СКМ вважаємо: включення до розгляду філософських основ інформатики; математизація змісту навчання й розвиток дослідницького компонента діяльності, забезпечується завдяки автоматизації різноманітних математичних розрахунків, процесів та операцій; розвиток проблемно-пошукового підходу до навчання за рахунок візуалізації, що значно полегшує дослідження перебігу процесів та проявів явищ.

5. Базові критерії добору СКМ полягають у наступному: зручність організації доступу, інтуїтивно-зрозумілий інтерфейс, швидкодія, простота та надійність при роботі, зручність інтеграції з іншими ресурсами в єдине середовище та методична доцільність.

6. Через застосування СКМ на основі хмарних технологій може бути створене модернізоване сучасне високотехнологічне середовище навчання, що сприятиме підвищенню рівня фундаменталізації навчання завдяки розширенню доступу до засобів ІКТ.

Основні результати першого розділу опубліковано у роботах: [106; 108; 109; 111; 114; 119; 256]

РОЗДІЛ 2

ДИДИКТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СКМ ДЛЯ НАВЧАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ

2.1. Загальна методика дослідження проблеми

Провідною ідеєю дослідження є положення про те, що цілеспрямована, спеціально розроблена система навчальних заходів з використанням традиційних форм та засобів навчання у поєднанні з сучасними інформаційними технологіями є передумовою успішного формування системи фахових компетентностей майбутніх бакалаврів інформатики.

Провідні ідеї дослідження відображенні у *гіпотезі*, яка ґрунтується на припущенні, що використання СКМ надасть можливість підвищити рівень фахової підготовки з дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики за умови запровадження спеціально розробленої методики, спрямованої на фундаменталізацію навчання.

Вірогідність та надійність результатів дисертаційної роботи забезпечується: теоретичним обґрунтуванням вихідних положень дослідження, діагностичним інструментарієм, що відповідає вимогам надійності, валідності та умовам експерименту; опора на характеристики сучасних комп'ютерних технологій; застосування статистичних методів опрацювання результатів проведеного педагогічного експерименту.

Дослідження здійснювалося впродовж 7 років і охоплювало такі етапи науково-педагогічного пошуку.

Підготовчий етап (аналіз проблеми, обґрунтування, визначення цілей, добір методів, експериментальних засад) (2007-2010 рр.). Проведено вивчення й аналіз стану проблеми дослідження, теоретичне порівняльне осмислення вітчизняного та зарубіжного досвіду підготовки фахівців з інформатики, а саме: вивчення досвіду педагогічних навчальних закладів, аналіз змісту існуючих програм, дисциплін з інформатичної підготовки майбутнього фахівця з метою

виявлення недоліків і суперечностей, відшукування шляхів їх подолання; сформульовано базові теоретичні питання.

Констатувальний етап (2010-2011 рр.). Сформульовано гіпотезу, мету і завдання дослідження, розроблено концепцію та визначено методологічні засади використання СКМ у процесі навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики; визначено дослідно-експериментальні методики, програму дослідження; встановлено кількісний і якісний склад учасників експерименту; проведено опитування студентів і викладачів щодо використання СКМ у навчальній та професійній діяльності.

Експериментальний етап дослідження (розроблення теоретичних основ дослідження та методичного забезпечення навчання дослідження операцій) (2011-2014рр.). Здійснено дослідно-експериментальну перевірку гіпотези, концептуальних положень, апробацію змісту та науково-методичного забезпечення формування системи професійних компетентностей фахівців з інформатики в умовах використання СКМ у процесі навчання дослідження операцій, аналіз проміжних результатів контрольних зрізів, корекцію експериментальних методик.

Підсумковий етап дослідження (2014 р.). Проведено систематизацію, узагальнення й опрацювання даних, зіставлення одержаних експериментальних результатів з прогнозованими, формулювання загальних висновків дослідження. Результати теоретичного пошуку і дослідно-експериментальної роботи відображено в дисертації, матеріалах монографії [111], посібниках [101], навчально-методичних розробках [102; 110; 218], визначено перспективи подальших досліджень означеної проблеми.

Експериментальна база дослідження. Дослідно-експериментальна робота виконувалася у Дрогобицькому державному педагогічному університеті імені Івана Франка та Криворізькому педагогічному інституті ДВНЗ "Криворізький національний університет".

Для перевірки гіпотези дослідження було проведено педагогічний експеримент, який складався з констатувального, пошукового, формувального та підсумкового етапів.

У ході констатувального етапу педагогічного експерименту здійснено:

1) вивчення теоретичного стану досліджуваної проблеми, аналіз наукової, психолого-педагогічної та навчально-методичної літератури; 2) вивчення досвіду викладачів у навчанні математичних та інформатичних дисциплін, рівнів компетентностей та залишкових знань у студентів; 3) визначення умов підвищення фахових та ІКТ-компетентностей студентів у процесі навчання дослідження операцій з використання засобів СКМ.

На формувальному етапі педагогічного експерименту здійснено перевірку концепції формування системи професійних компетентностей шляхом організації експериментального навчання.

До експериментальної роботи було залучено 240 студентів і 69 викладачів ВНЗ.

Впровадження результатів дослідження здійснювались в ході:

– навчання дисциплін "Дослідження операцій", "Системи та методи прийняття рішень" у Дрогобицькому державному педагогічному університеті імені Івана Франка;

– обговорення результатів дослідження на засіданнях кафедри інформатики та обчислювальної математики ДДПУ імені Івана Франка, звітних наукових конференціях Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України та Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка;

– обговорення на кафедрі інформатики та прикладної математики Криворізького педагогічного інституту ДВНЗ "Криворізький національний університет" методичних рекомендацій стосовно організації навчання інформатичних дисциплін;

– публікації результатів дослідження у науково-методичних виданнях і збірниках наукових праць;

– використанні у навчальному процесі авторського посібника для студентів напряму підготовки 6.040302 "Інформатика" педагогічного університету "Дослідження операцій. Графові моделі розв'язування оптимізаційних задач".

Матеріали та методичні рекомендації впроваджено в роботу кафедри інформатики та обчислювальної математики Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка.

Результати дослідження показали, що для фундаменталізації підготовки фахівців з інформатики з математичних та інформатичних дисциплін, формування компетентностей з інформаційних та комунікаційних технологій педагогічно доцільно впровадити у навчальний процес методику використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій.

Протягом усього періоду експериментальної роботи автор особисто брала участь у розробці, апробації та практичному впровадженні розроблених положень, займаючись навчально-методичною, науково-організаційною і викладацькою діяльністю, що полягала у проведенні занять змістовно оновлених курсів: для студентів ОКР "бакалавр" галузі знань 0403 "Системні науки та кібернетика" напряму підготовки 6.040302 "Інформатика". Для викладачів було організовано семінарські заняття на тему: "Застосування СКМ у процесі навчання дослідження операцій".

У процесі проведення дослідно-експериментальної роботи у Дрогобицькому державному педагогічному університеті імені Івана Франка мали місце труднощі, пов'язані з відсутністю:

- професорсько-викладацького складу, який був би психологічно та технологічно готовий до системного впровадження засобів СКМ у навчальний процес;
- системи апробованих форм, методів, технологій, що сприяють формуванню в студентів системи фахових компетентностей та контролю рівнів їх сформованості;
- загальної концептуальної стратегії вищого навчального закладу, яка б орієнтувала загально-професійну підготовку майбутнього фахівця з інформа-

- тики на досягнення фахової компетентності через систему взаємодоповнюючих скоординованих заходів на рівні викладачів випускової кафедри, викладачів профільних дисциплін та адміністрації вищого навчального закладу;
- відповідної матеріально-технічного та науково-методичного забезпечення, без якого неможливо формування системи професійних компетентностей студентів.

2.2. Вітчизняний та зарубіжний досвід використання систем комп'ютерної математики для навчання математичних та інформатичних дисциплін

Впровадження СКМ у процес навчання майбутніх фахівців з інформатики надає можливість активізувати навчально-пізнавальну активність студентів, сприяє розвитку їх творчих здібностей, математичної інтуїції та навичок здійснення дослідницької діяльності. Завдяки проведенню комп'ютерних експериментів у середовищі СКМ виникає більше можливостей для використання елементів проблемності, дослідницьких підходів. Окрім того, на думку Н. В. Рашевської, оволодіння вміннями та навичками здійснення обчислень у певній СКМ та застосування цих засобів для розв'язування навчальних та прикладних задач є необхідною умовою формування фахових компетентностей студентів [199].

Основними принципами впровадження в процес навчання систем комп'ютерної математики, на думку В. М. Жукової [73], є:

- принцип нових задач. На практиці це означає, що немає необхідності витрачати аудиторний час на набуття навичок обчислень, які можна виконати за допомогою комп'ютера;
- принцип системного підходу, який означає, що впровадження СКМ повинно здійснюватися на системно-методичному аналізі математичних та інформатичних дисциплін. Впровадження СКМ в навчальний процес повинно відбутися після проведеного структурування розділів та тем цих дисциплін.

Наведемо приклади програмних засобів, які будуть актуальними для підготовки майбутніх фахівців з інформатики та у їхній подальшій трудовій та науковій діяльності.

Всі сучасні CAS (Computer Algebra System) мають спільні властивості [193]: набір вбудованих базових функцій, призначених для виконання обчислень (числових та символічних), а також для побудови дво- та тривимірних графічних об'єктів; користувач має можливість втручатися у хід обчислень у будь який момент; вхідні та вихідні дані є математичними виразами, вигляд яких наближується до стандартних; мова користувача – спеціалізована мова програмування, в описі програм якою можуть використовуватися вбудовані функції пакета, а також синтаксичні конструкції, що надає можливість описувати будь-які алгоритми (найчастіше це Lisp-подібні мови програмування); мова реалізації CAS схована від користувача.

Другою плідною ідеєю використання ІКТ у математичних дослідженнях була ідея побудови систем для конструювання та маніпулювання моделями геометричних об'єктів з динамічними вимірюваннями та обчисленнями їх характеристик. Це виявилось надзвичайно плідним і упродовж 10 років пакети динамічної геометрії (DGS – Dynamic Geometry Systems) завоювали світ та широко застосовуються як професіоналами математиками, так і педагогами, викладачами, студентами та школярами. У більшості країн Європи ці системи рекомендовані для використання у навчальному процесі (першою з цих країн була Австрія), більше того окремі розділи навчальних програм орієнтовані на застосування DGS. Міжнародні конгреси з питань впровадження систем DGS збирають тисячі науковців і педагогів всього світу.

Світовими лідерами серед пакетів DGS є:

- Cabri (Франція, <http://www.cabri.com/cabri-3d.html>);
- SketchPad (США, <https://sketch.io/sketchpad/>);
- Cinderella (ФРН, <http://www.cinderella.de/tiki-index.php>);
- GEONExT (ФРН, <http://geonext.en.softonic.com/>).

Всі ці пакети за своїми функціональними властивостями вирівнюються завдяки жорсткій конкурентній боротьбі. Із специфічних особливостей слід відзначити принципово новий підхід авторів пакета Cinderella: застосування проєктивних координат та комплексної арифметики, що дозволило уникнути багатьох традиційних проблем, пов'язаних з нерегулярностями (наприклад, кількість точок перетину геометричних примітивів). Також слід відзначити, що пакет GEONExT є безкоштовним – його можна копіювати через Інтернет і вільно використовувати.

На даний момент перед авторами цих пакетів стоять спільні проблеми:

- 3D–проблема: створити потужний і зручний 3D–варіант динамічної геометрії;
- G–програмування: створити мову програмування, яка орієнтована на програмування побудов геометричних об'єктів і маніпулювання ними;
- CAS–інтеграція: інтегрувати пакети динамічної геометрії з пакетами комп'ютерної алгебри для забезпечення роботи у режимах наближених або точних обчислень за вибором користувача.

В Україні створено кілька СКМ, рівень розробки яких відповідає світовим і які рекомендовані Міністерством освіти і науки України для використання у навчальному процесі загальноосвітніх та вищих навчальних закладів.

Gran1 (автори М. І. Жалдак, А. В. Пеньков, Ю. В. Горошко; Національний педагогічний університет ім. М. П. Драгоманова) призначений для підтримання навчання алгебри і початків аналізу, стохастики; містить режим динамічних параметрів); Gran-2D (автори М. І. Жалдак, О. І. Вітюк; Національний педагогічний університет ім. М. П. Драгоманова), пакети динамічної геометрії DG (автори С. А. Раков, К. О. Осенков; Харківський національний педагогічний університет ім. Г. С. Сковороди); для підтримання навчання стереометрії, частково – алгебри і початків аналізу Gran-3D (автори М. І. Жалдак, О. І. Вітюк; Національний педагогічний університет ім. М. П. Драгоманова); ТерМ (автор М. С. Львов; Херсонський державний університет) призначено для комп'ютерного підтримання практичних занять з алгебри в загальноосві-

тній школі. На базі цих програмних засобів створено ПМК Gran, DG, ТерМ, що успішно використовуються в школах і педагогічних університетах України. Досить відомі вони і за межами України.

Головною проблемою на даний час є розроблення методичних систем використання СКМ у навчальному процесі та відповідна підготовка фахівців, формування у них основ інформатичної культури. Відомі кілька пакетів для підтримування навчання математики у ВНЗ. Це, зокрема, СЛА (Світ Лінійної Алгебри; розроблено під керівництвом О. В. Співаковського); WebAlmir (О. В. Співаковський, В. С. Круглик) – для вивчення лінійної алгебри; інструментальні програмні засоби (Xtremum, XtremumND, Extremum, Nonline, Asimplex; розроблені під керівництвом Ю. В. Триуса), що призначені для розв'язування задач оптимізації; Master of Logic (Ю. В. Триус, К. М. Любченко) – для підтримування навчання елементів математичної логіки; AlgoMachines (Ю. В. Триус, А.Ю.Дяченко) – для підтримування навчання теорії алгоритмів.

Зараз СКМ (професійного призначення) представлені в основному великими західними фірмами (Mathsoft Engineering & Education, MathWorks, Waterloo Maple, Wolfram Research тощо). Вони стають потужними засобами діяльності як професійних математиків, так і тих, хто використовує комп'ютерні засоби для побудови й дослідження математичних моделей в різних предметних галузях, зокрема, й в системі освіти [196]. Їх використовують для розв'язання наукових, інженерних, навчальних задач, наочної візуалізації даних і результатів обчислень, і як зручні та повні довідники з математичних обчислень. Завдяки потужній графіці, засобам візуального програмування й використання технології мультимедіа роль СКМ далеко виходить за межі тільки математичних розрахунків. Вони широко використовуються в освіті як потужні інструментальні засоби для підготовки електронних уроків, курсів лекцій та електронних книг з динамічними прикладами, які студент сам може змінювати та виконувати навчальні дослідження. Завдяки створенню СКМ професійні математики, а також ті, хто використовує математичні методи, одержали потужні

засоби інтенсифікації їхньої діяльності. Використання СКМ дає змогу значною мірою підвищити рівень інтелектуальної діяльності, можливість автоматизувати виконання не тільки чисельних, а й аналітичних (символьних) обчислень та графічних побудов. Проблеми створення і впровадження СКМ в навчальний процес природничо-математичних дисциплін в школах і ВНЗ досліджували В. Г. Болтянський [16], Ю. В. Горошко [40], В. П. Дьяконов [52], М. І. Жалдак [69], В. І. Клочко [91], Т. П. Кобильник [96], М. П. Лапчик [140], С. А. Раков [193], О. С. Семеріков [212], О. В. Співаковський [228], М. С. Львов [145], Ю. В. Триус [244] та ін.

За допомогою СКМ можна виконувати такі види аналітичних обчислень, як знаходження границь функцій, похідних, відшукування невизначених та обчислення визначених інтегралів, розкладання функцій в ряди, розв'язання багатьох класів диференціальних рівнянь в аналітичному поданні, виконання різноманітних спрощень, перетворень, підстановок тощо.

Як свідчать дослідження останніх років [15; 258; 280; 283], надзвичайної актуальності набувають тенденції впровадження хмарних технологій організації доступу до програмного забезпечення, що застосовується для організації різних видів колективної роботи, при здійсненні наукової і навчальної діяльності, дослідно-конструкторських розробок, реалізації проектів, обміну досвідом тощо. Незважаючи на те, що формування інформаційно-освітнього середовища на базі хмарних технологій є пріоритетним напрямом розвитку саме в галузі математичної та інженерної освіти [256; 258], і цей напрям зараз інтенсивно розвивається [281; 282], все ж в силу новизни існуючих підходів впровадження цих технологій у навчальний процес є недостатньо вивченим з педагогічної точки зору питанням.

У даному контексті окремо слід відзначити досвід використання СКМ у хмаро орієнтованому середовищі Массачусетського технологічного інституту (МІТ), що має значну історію розвитку і використання даного програмного забезпечення, зокрема, це *Mathematica*, *MATLAB*, *Maple*, *R*, *Maxima* [282]. Нині існують дослідження щодо використання різних моделей доступу до програм-

ного забезпечення навчального призначення, зокрема, засобами віртуальної машини [283]. Перспективою подальшого розвитку постає порівняльний аналіз різних видів програмного забезпечення з точки зору педагогічного використання, визначення чинників успішної організації освітнього середовища навчального закладу (наявність кваліфікованого педагогічного і технічного персоналу, матеріально-технічних умов та устаткування для розгортання приватної або загальнодоступної хмари, врахування ліцензійних угод доступу до програмного забезпечення та інші чинники [15]).

Останнім часом намітилася тенденція до зближення та інтеграції різних математичних пакетів. Наприклад, в останні версії пакетів Mathematica і Maple вмонтовані потужні засоби для візуального програмування; MathCAD надає можливість інтегруватися з MATLAB і т. д. Тому для організації практичних занять придатний будь-який з перелічених вище пакетів, виходячи з можливостей і традицій конкретного начального закладу.

Цікавим є дослідження, яке проводить С. Стейнхаус. Деякі з результатів тестування СКМ, наведених у роботі [277], подано у таблицях 2.1, 2.2, з яких видно, що кращими в середньому за всіма категоріями порівняння є системи Mathematica 6.0 (71,05%) та MATLAB 2008a (69,58%), далі GAUSS 8.0 (52,11%) та Maple V11 (51,13%). При цьому за математичними характеристиками кращою є система Mathematica 6.0 (76,04%), значно відстають системи GAUSS (69,56%) та MATLAB (68,79%).

На основі порівняльних характеристик СКМ, які подані у таблицях 2.1 та 2.2 можна мати уявлення про можливість їх використання у ВНЗ в процесі навчання дисциплін природничо-наукового циклу.

Для наукових цілей вибір СКМ залежить від вхідних даних та результату, що необхідно отримати. Наприклад, фізику-теоретику більш цікава аналітична модель досліджуваного явища чи об'єкта, тому доцільніше використовувати пакети, наприклад Mathematica, Maple. Фізикам-експериментаторам для опрацювання великих масивів даних зручно використовувати систему MATLAB. Проте, не слід забувати, що ці системи є комерційними [95].

Таблиця 2.1.

СКМ (версія)	GAUSS 8.0	Maple V11	Mathematica 6.0	MATLAB 2008a	Scilab 4.1.2
Категорія порівняння	%	%	%	%	%
Математичні операції (38%)	69.56	55.10	76.04	68.79	43.88
Графічні операції (10%)	60.86	60.88	84.63	88.49	51.32
Засоби програмування (9%)	62.70	50.81	64.86	72.43	62.16
Управління даними (5%)	62.43	64.06	76.03	72.77	53.71
Доступні операційні платформи (2%)	76.92	69.23	100.00	76.92	46.15
Швидкість обчислень (36%)	21.85	11.16	39.07	54.68	24.51
Інсталяція, зручність у навчанні і використанні (15%)	35.41	87.54	96.27	76.52	35.41
Загальний результат	52.11	51.13	71.05	69.58	42.28
Рейтинг	3	4	1	2	5

Таблиця 2.2.

СКМ (версія)	GAUSS 8.0	Maple V11	Mathematica 6.0	MATLAB 2008a	Scilab 4.1.2
Категорія порівняння	%	%	%	%	%
Стандартні математичні функції (5%)	77.27	100.0	100.00	98.18	81.82
Алгебра (15%)	76.97	87.88	84.85	93.94	78.79
Аналіз (10%)	84.62	100.0	100.00	100.00	84.62
Чисельна математика (10%)	53.33	75.00	100.00	85.00	41.67
Стохастика, розподіли (20%)	63.78	64.44	92.00	46.89	33.89
Статистика (20%)	64.17	9.57	34.96	53.39	31.30
Інші математичні функції (20%)	73.85	23.08	64.62	56.15	11.54
Загальний результат	69.56	55.10	76.04	68.79	43.88
Рейтинг	2	4	1	3	5

З урахуванням чинників ліцензійного використання програмного забезпечення для супроводу навчального процесу пропонується використовувати систему Maxima, тому що:

- система поширюється під ліцензією GNU/GPL;
- оснащена системою меню, має україномовний інтерфейс;
- є однією з кращих щодо виконання символічних обчислень (одна, з небагатьох, що не поступається комерційним пакетам Maple та Mathematica).

СКМ Mathematica активно використовуються у навчальному процесі у всьому світі. Так, згідно з даними офіційного сайту розробника системи Mathematica, тисячі університетів з 61 країни є офіційними користувачами системи Mathematica. Серед них такі освітні заклади: Пекінський, Кембриджський, Колумбійський, Гарвардський, Стенфордський, Московський державний, Австралійський національний, Каліфорнійський, Оксфордський університети, Лондонська школа економіки та політичних наук і багато інших. За результатами дослідження, представленого норвезькими науковцями [276], використання систем комп'ютерної математики у навчальному процесі є фактом, що відбувся.

Крім професійних математичних пакетів (які досить ефективно можуть бути використані у навчальному процесі ВНЗ і значно менше у загальноосвітній школі), створюються спеціальні пакети, основним призначенням яких є підтримання навчання шкільного та університетських курсів математики, використання математичних методів в процесі навчання інших предметів. СКМ можуть досить ефективно використовуватися в системі як середньої, так і вищої освіти, але лише в умовах теоретичного і експериментально обґрунтованих методичних систем використання СКМ. Епізодичне необґрунтоване використання деякого математичного пакета не дає бажаних наслідків.

Є кілька вагомих причин, що спонукують фахівців у галузі математики та науково-технічних досліджень знати основи роботи з кількома математичними системами, а саме:

- необхідність раціонального добору СКМ залежно від задач, що розв'язуються;

- необхідність розв’язування складних задач за допомогою різних систем, щоб перевірити правильність результатів, не покладаючись на одну систему (гарантувати правильність одержаного результату);
- необхідність підготовки математичних документів (статей, звітів, книг, навчальних занять тощо) підвищеної якості [191].

2.3. Загальна характеристики деяких систем комп’ютерної математики

Наявність різноманітних СКМ аж ніяк не означає, що успішно можна розв’язувати задачі без відповідної теоретичної підготовки з математики, наявності вмінь аналізувати задачі. Використання комп’ютера та інформаційних технологій дає змогу збагатити математичну науку, розширити межі її застосування, суттєво вплинути на математичну діяльність (зміст, методи, засоби).

За останні кілька десятиріч розроблено низку математичних пакетів як спеціалізованих (Eureka, MacMath, StatGraph, Reduce, Macsyma, SketchPad, Cabrs і ін.), так і універсальних (Derive, MathCad, MATLAB, Maple, Mathematica, MuPad) [2; 38; 49; 69; 190; 244] зі зручним інтерфейсом, в яких реалізовано значну кількість стандартних та спеціальних математичних операцій та функцій, потужні графічні засоби дво- і тривимірної графіки, власні мови програмування, засоби підготовки математичних текстів для друку, експортування даних в інші програмні продукти та імпортування з них даних для опрацювання. Все це забезпечує широкі можливості для ефективної роботи з пакетами фахівцям різних профілів.

Система Maple. Розробник – фірма Waterloo Maple Software Inc (www.maplesoft.com). Перша версія програми Maple 1.0 з’явилася у 1982 році, проте широко доступною стала версія Maple 3.3 (березень 1985 року). Остання версія Maple 18 з’явилась 5 березня 2014 року.

Пакет Maple 18 – це потужна обчислювальна система, призначена для виконання складних обчислень аналітичними та чисельними методами з власною мовою програмування.

Характеристики системи Maple 18: обчислення стандартних та спеціальних математичних функцій; символічне перетворення математичних виразів; розв'язування задач лінійної алгебри; розв'язування різноманітних задач математичного аналізу; розв'язування деяких задач обчислювальної математики; опрацювання експериментальних даних; розвинена дво- та тривимірна графіка, імпортування та експортування графіків у кілька форматів (GIF, JPEG, BMP, WMF, EPS, DXF, POV, HPGL); імпортування та експортування даних у кілька форматів (ASCII, Binary, RTF, MS Word, HTML (incl. MathML), LaTeX, VRML, XML); власна мова програмування.

Система Maple 18 містить (як і більшість СКМ) пакети розширень для розв'язування задач лінійної та тензорної алгебри, аналітичної геометрії, теорії чисел, теорій ймовірностей та математичної статистики, комбінаторики, інтегральних перетворень, лінійного та нелінійного програмування, теорії графів тощо.

Особливе місце займає так званий "центр додатків Maple" (Maple Application Center, <http://www.mapleapps.com>), який містить багато програм для розв'язування засобами системи Maple задач з різноманітних галузей знань.

Система Mathematica. Розробник – фірма Wolfram Research Inc (www.wolfram.com). Перша версія системи з'явилась у 1988 році, остання Mathematica 10.0.1 – 16 вересня 2014 року.

Система Mathematica 10.0.1 може функціонувати під управлінням таких операційних систем як Windows NT4/2000/XP/Vista, Linux, MacOS X, SUN OS, SUN Solaris, IBM AIX, HP-UX, на таких платформах як PC's, Apple, SUN, IBM, HP.

Характеристики системи Mathematica 10.0.1: розв'язування рівнянь, нерівностей та їх систем; символічні перетворення виразів; розв'язування різноманітних задач математичного аналізу (обчислення границь; диференціювання та інтегрування функцій як аналітично, так і чисельно; обчислення скінченних та нескінченних сум та добутків; розвинення функції в ряд Тейлора тощо); розв'язування диференціальних рівнянь та рівнянь в частинних похідних; задач

умовної та безумовної оптимізації (зокрема задач лінійного дискретного та нелінійного програмування); розв'язування задач лінійної алгебри (додавання, множення, обчислення оберненої, транспонованої матриць, обчислення визначника, обчислення мінорів, множення вектора на матрицю, пошук власних значень та векторів, розв'язування матричних рівнянь тощо); розвинена дво- та тривимірна графіка, можливість імпортування та експортування графіки у кілька форматів (BitMap (BMP), Device Independent Bitmap (DIB), Macpaint (MAC), Postscript (PS, EPS), Windows Enhanced Metafile (EMF), Tagged Image File Format (TIFF), Adobe Illustrator File (AI), Wave (WAV), MPS, EPSI, EPSTIFF, PDF, PImage, XBitmap, PCL, PBM, MGF, SDTS, FITS, SVG, DICOM, GIF, JPG, DXF); власна мова програмування.

Крім того, система містить пакети розширень, що значно збільшує можливості її використання для розв'язування спеціальних задач.

Фірма-розробник підтримує електронний довідник (<http://mathworld.wolfram.com>), у якому міститься значна кількість наукових та навчальних програмних продуктів.

Система MATLAB. Розробник – фірма The Mathworks Inc (www.mathworks.com).

Система MATLAB була розроблена Клівом Моулером (C. Moler) і з кінця 70-х років XX ст. широко використовувалась на великих ЕОМ. На початку 80-х років XX ст. Джек Літл (John Little) з фірми MathWorks Inc розробив версії системи PC MATLAB для комп'ютерів класу IBM PC, VAX і Macintosh. Далі були розроблені версії для робочих станцій Sun, комп'ютерів з операційною системою UNIX та інших типів великих та малих ЕОМ.

Остання версія системи MATLAB (2014b 8.4) (2 жовтня 2014р.) може функціонувати під управлінням таких операційних систем як Windows, Linux, UNIX, MacOS X, на платформах типу PC, SUN, Macintosh.

Характеристики системи MATLAB 2014b 8.4: розв'язування різноманітних задач математичного аналізу (обчислення границь; диференціювання та інтегрування функцій як аналітично, так і чисельно; перетворення Фур'є тощо);

реалізація алгоритмів обчислювальної математики (сплайн-інтерполяція, методи Рунге-Кутта для розв'язування звичайних диференціальних рівнянь тощо); розв'язування задач умовної та безумовної оптимізації (зокрема задач лінійного дискретного та нелінійного програмування); розв'язування задач лінійної алгебри (додавання, множення, обчислення оберненої, транспонованої матриць, обчислення визначника, обчислення мінорів, множення вектора на матрицю, пошук власних значень та векторів, розв'язування матричних рівнянь тощо); опрацювання статистичних даних; можливість імпортування та експортування даних у формати ASCII, Binary, Lotus 1-2-3, Excel, Word, Powerpoint; можливість імпортування та експортування графіки формати PS, EPS, Bitmap, EMF, GIF, AVI, JPG, TIFF; власна мова програмування.

Крім того, система MATLAB містить пакети розширень.

Важливим нововведенням у системі MATLAB 2014a 8.3 PRO є підтримання інших об'єктно-орієнтованих мов програмування таких як C++ та Java. До числа додаткових нововведень можна віднести можливість роботи з файлами визначення класів, що дає змогу описувати властивості, методи, класи та події. З'явилися нові засоби для реалізації паралельних обчислень, верифікації та перевірки отриманих результатів, а також функція автоматичної генерації коду у форматі AUTOSAR.

Система Scilab. Пакет Scilab є вільно поширюваною (разом з вихідними кодами) СКМ. Його розробляли дослідницькі інститути INRIA та ENPC (обидва розташовані у Франції). Починаючи з травня 2003 року підтримання продукту взяла на себе спеціально створена для цієї мети компанія Scilab Consortium, з сайту якої (www.scilab.org) можна завантажити останню версію програми та повний комплект документації. Пакет Scilab розробляється для операційних систем Windows, Linux, MacOS X. Остання версія Scilab-5.5.0, випущена у квітні 2014 року.

Пакет Scilab не випадково має ім'я, співзвучне з MATLAB – однією з найбільш потужних комерційних СКМ. В обох системах багато спільного: від інтерфейсу до синтаксису. Тому, пакет Scilab можна розглядати як вільно по-

ширюваний аналог системи MATLAB із збереженням основних властивостей використання останнього.

В пакеті передбачено підтримку основних елементарних та багато спеціальних математичних функцій (еліптичні інтеграли, функції Бесселя, Неймана тощо). Особливістю пакету є те, що він призначений майже винятково для реалізації чисельних методів – набір символічних операцій обмежений. Підтримуються формати документів MATLAB, Maple, структурований текст та TeX.

Характеристики системи: побудова дво- та тривимірних графічних об'єктів, анімація; розв'язування задач лінійної алгебри; розв'язування диференціальних рівнянь та їх систем; розв'язування задач лінійного та квадратичного програмування; розв'язування задач статистики; власна мова програмування.

До пакету Scilab додано пакети розширень, що збільшує функціональні можливості його використання до розв'язування задач.

Система Mathcad. Розробник – фірма The Mathworks Inc. (www.mathworks.com). Mathcad – програма для виконання та документування інженерних та наукових обчислень. Перша версія системи з'явилася у 1986 році, яка була орієнтована на використання під управлінням операційної системи MS DOS. У 2001 році MathSoft продала свої підрозділи Інженерних і Освітніх продуктів незалежним приватним компаніям. Mathsoft Engineering and Education, Inc. компанія, яка продовжує розробляти та продає ці програмні продукти, була підрозділом MathSoft. Остання версія системи – Mathcad Prime 3.0, яка вийшла 12 жовтня 2013 года, може функціонувати під управлінням операційних систем Windows 2000/XP/Vista/7. Існували версії Mathcad для MAC, Unix та інших операційних систем, проте вони вже давно не підтримуються та не оновлюються.

Основні характеристики системи Mathcad: розв'язування диференціальних рівнянь різноманітними чисельними методами; побудова дво- та тривимірних графічних об'єктів, імпортування та експортування графічних зображень у формати (BMP, GIF, JPG, TGA); виконання обчислень у символічному режимі;

виконання матрично-векторних операцій; розв'язування рівнянь та їх систем; проведення статистичних обчислень та робота з розподілами ймовірностей.

Незважаючи, що система Mathcad орієнтована на користувачів, які не мають глибоких знань з програмування, її все-таки використовують для дослідження складних проектів з метою візуалізації результатів математичного моделювання.

Головні зміни у версії системи Mathcad стосуються символічної математики у зв'язку зі зміною розробника ядра символічних перетворень: раніше це була фірма Waterloo Maple Software Inc, а тепер фірма SciFace Software (пакет MuPAD – www.mupad.de). Безперечним досягненням розробників Mathcad є те, що тепер не виникає проблем з літерами нелатинського алфавіту – символами кирилиці, грецької мови тощо.

В останній версії системи Mathcad 15 додано кілька функцій для обчислення з планування експериментів, а також підтримування Microsoft Excel 2007.

SAGE (програмне середовище для алгебраїчних досліджень) – безкоштовна вільно поширювана математична система для виконання чисельних розрахунків і символічних перетворень та наочної візуалізації даних. В SAGE вбудовано власне символічне ядро, проте виступає переважно як інтегратор різних систем, надаючи їм єдиний Web-інтерфейс.

Перша версія SAGE з'явилась у лютому 2005 року. Остання версія системи SAGE 5.12 доступна за адресою <http://www.sagemath.org/>.

Основними складовими SAGE [263] є:

- інтерфейси до СКМ Magma, Maple, Mathematica, MATLAB, MuPAD та ін.;
- пакети для алгебри та обчислень (Maxima), швидких високоточних обчислень (GMP), лінійної алгебри (Linbox), графіки (Gnuplot), теорії чисел (PARI), теорії груп (GAP), оптимізації (GSL) та ін.;
- мови програмування (Python, Lisp, Fortran, C/C++ та ін.).

У системі SAGE може використовуватися два інтерфейси: локальний інтерфейс командного рядка та Web-інтерфейс. Наявність Web-інтерфейсу, без-

коштовність та відкритість системи – це основні, проте не єдині переваги системи SAGE. До них можна віднести ще такі:

- невимогливість до апаратної складової обчислювальної системи;
- індиферентність до використовуваного браузера та операційної системи;
- підтримування інтерфейсів комерційних СКМ: Magma, Maple, Mathematica, MATLAB та ін.;
- подання математичних виразів у звичній нотації не вимагає встановлення додаткового програмного забезпечення – достатньо дозавантажити математичні шрифти;
- публікація робочих аркушів у мережі Internet;
- підтримування технології Wiki;
- потужний інструментарій для побудови графічних об'єктів.

Систему SAGE можна використовувати в процесі навчання лінійної алгебри та аналітичної геометрії, математичного аналізу, дискретної математики, теорії алгоритмів, моделювання, методів оптимізації, чисельних методів, теорії кодування, паралельних та розподілених обчислень.

Пакет GAUSS 8.0 – середовище розроблення додатків для математичного та статистичного аналізу. До уваги користувачів пропонується величезна кількість удосконалених і нових функцій і інструментів, що дозволяє створювати ще більш функціональні програми, а також спрощує їх тестування і налагодження. Одним з найбільш корисних нововведень стало підтримування нових типів даних *sparse matrix* (розріджені матриці). До складу продукту також увійшли кілька додаткових функцій для створення розріджених матриць і різних маніпуляцій з ними.

Модуль GAUSSplot, також створений компанією Aptech Systems, піднімає створення графіків в середовищі GAUSS на новий рівень, пропонуючи нові види діаграм і графіків, а також більше 50 нових функцій. Крім того, для візуалізації графіків використовується технологія одного з провідних виробників графічного середовища - компанії TECPLOT.

Пакет Time Series MT 1.0 являє собою додаток для роботи з тимчасовими рядами в середовищі GAUSS. Важливою особливістю цього пакету є підтримка багатопотокової обробки великих часових рядів з використанням вбудованої математичної моделі Time Series.

Створений компанією Econotron Software модуль Gaussx 8.0 містить повнофункціональний набір найсучасніших економетричних процедур, виконуваних в середовищі GAUSS. При використанні в рамках модуля Gaussx ці функції можна використовувати і в навчанні, і в реальних дослідженнях. У той же час, завдяки наявності вихідних текстів для середовища GAUSS, окремі економетричні функції можна вбудовувати в інші, самостійні програми на базі технології GAUSS.

Система Maxima. За походженням Maxima є однією з найперших СКМ. Розвиток системи Maxima бере свій початок з 60-х років XX ст., коли з'явилася програма з назвою Macsyma, де реалізовувались всі найновіші (на той час) технології в галузі комп'ютерної математики. Проект Macsyma був заснований Енергетичним Управлінням США (Department of Energy, DOE). Створювали його в Масачусетському Технологічному Інституті (Massachusetts Institute of Technology, MIT) на основі мови Lisp, яка вважалася на той момент найбільш придатною для утворення систем символічних обчислень. Спочатку система Macsyma була закритим комерційним проектом. Вільний доступ до проекту став можливим завдяки професору Вільяму Шелтеру (William Schelter), який домігся від DOE отримання коду Macsyma та його публікації під ліцензією GPL з назвою Maxima. Останій стабільний випуск Maxima 5.33.0 (5.34.1 (для Windows), 5.30.0 (для MacOS), 5.33.0 (для Linux) випущений 08 вересня 2014 року.

Використання системи Maxima забезпечує досить широкі можливості при виконанні символічних обчислень. Це, по суті, єдина з вільно поширюваних відкритих систем, яка не поступається комерційним СКМ Mathematica та Maple. Система Maxima розповсюджується під ліцензією GPL і є доступною як користувачам операційних систем Linux, так і користувачам Windows.

У системі Maxima прийнятий такий самий принцип нумерації версій, як і в операційній системі Linux: номер складається з трьох чисел, розділених крапками, причому номери з непарним середнім числом відповідають так званим development-версіям (в розробці), з парним – stable (стабільним). Стабільність однієї гілки і статус "в розробці" іншої тут означає не стільки стабільність чи нестабільність функціонування програми, скільки стабілізацію самого процесу розроблення: у development-вітці у новій молодшій версії можуть з'явитися нові функції та нові інтерфейси, у стабільній же молодшій версії будуть містити тільки виправлення помилок.

Мінімум, що потрібно для того, щоб почати роботу зі системою Maxima в будь-якому розповсюдженому Linux-дистрибутиві, це пакет maxima. В цьому пакеті міститься: консольна версія програми з необхідними бібліотеками та кілька демо-файлів. В консольній версії забезпечуються доволі бідні візуальні властивості: всі математичні формули будуються з використанням звичайних текстових символів в кілька рядків дисплею, а зображення графіків відображаються в окремому вікні (причому продовження роботи можливе тільки після його закриття). Проте за рахунок цього різко зменшуються вимоги до технічних характеристик комп'ютера – з системою Maxima в консольному варіанті можна працювати, використовуючи не надто потужні комп'ютери. Для системи Maxima розроблено кілька графічних інтерфейсів: xmaxima, emaxima, imaxima, wxMaxima та інші.

Система Maxima може використовуватися з усіма сучасними варіантами операційних Linux та UNIX, Windows 9x/2000/XP/7/8. Основні команди та функції системи Maxima містяться у ядрі. До системи Maxima, як і до більшості СКМ, додаються також пакети розширень, за рахунок чого збільшуються можливості її використання при розв'язуванні спеціальних задач.

До інноваційних web-орієнтованих ІКТ можна віднести й систему **Wolfram|Alpha** – база знань та набір обчислювальних алгоритмів (англ. *computational knowledge engine (CKE)*). Wolfram|Alpha у звичайному режимі доступу за адресою <http://www.wolframalpha.com>. Запущено 15 травня 2009.

Засновник проекту Стівен Вольфрам, пояснює, що він зможе перевести природно-мовні питання у формат, зрозумілий для комп'ютерів, для надання користувачу відповідей. Wolfram|Alpha не видає перелік посилань, що ґрунтується на результатах запиту, а обчислює відповідь, ґрунтуючись на власній базі знань, яка містить дані з математики, фізики, астрономії, хімії, біології, медицини, історії, географії, політики, музики, кінематографії, а також інформацію про відомих людей та інтернет-сайти. Він здатний переводити дані між різними одиницями вимірювання, системами числення, підбирати загальну формулу послідовності, знаходити можливі замкнуті форми для наближених дробових чисел, обчислювати суми, границі, інтеграли, розв'язувати рівняння і системи рівнянь, проводити операції з матрицями, визначати властивості чисел і геометричних фігур. Однією з важливих переваг даного сервісу є невибагливість до синтаксису. Однак, має і свої недоліки, в тому числі — вразливість до помилок даних.

Робота Wolfram|Alpha заснована опрацюванні запитів природньою мовою (в даний час – тільки англійської), великій бібліотеці алгоритмів і NKS-підході для відповідей на запити. Він написаний на мові Mathematica, становить близько 5 мільйонів рядків і виконується приблизно на 10000 процесорах (згідно з даними на 25.04.2009). 19 жовтня 2009 було випущено додаток для iPhone (пізніше — для iPad), а 6 жовтня 2010 року — для Android.

2.4. Модель використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики

В умовах ринкової економіки відбувається посилення конкуренції серед випускників ВНЗ, що зумовлює високі вимоги до рівня підготовки фахівців з інформатики. Досягнення високого ступеня професіоналізму майбутніх фахівців з інформатики можливе лише за умови оволодіння ними відповідними фундаментальними знаннями, тому для якісної підготовки фахівців необхідно посилення її математичної складової, оскільки математика є основою фахової підготовки: її навчання сприяє розвитку логічного мислення, просторової уяви,

загальної та професійної культури, вміння встановлювати причинно-наслідкові зв'язки різноманітних явищ, обґрунтовувати твердження, моделювати перебіг всеможливих процесів та причини явищ [192].

Характерною рисою сучасної наукової картини світу є визнання фундаментальної ролі інформаційного фактору, інформаційних процесів в природі та суспільстві. У зв'язку з цим зростає значення глибоких та комплексних фундаментальних знань з математичних та інформатичних дисциплін, якими мають оволодіти студенти в процесі навчання у вищому навчальному закладі.

Важливим для досягнення цілей фундаменталізації знань майбутніх фахівців з інформатики є впровадження компетентнісного підходу, який спрямований на врахування індивідуальних особливостей студентів, а також максимальне використання всього арсеналу засобів навчально-педагогічного процесу, створення та впровадження сучасних ІКТ-орієнтованих педагогічних технологій, орієнтація не тільки на підвищення рівня знань, але й на розвиток професійного самовизначення.

Необхідно побудувати модель використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики, спрямовану на фундаменталізацію, що керується *критеріями*:

- забезпечення глибокої теоретичної бази змісту навчання;
- затребуваність результатів навчання в житті;
- діяльнісний характер навчання;
- забезпечення варіативності та свободи вибору в навчанні;
- цілісність змісту навчання, забезпечення міжпредметних зв'язків;
- орієнтація на компетентнісний підхід.

Модель використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики буде ефективною, якщо базуватиметься на принципах інтегрованості, диференційованості, міжпредметності, індивідуальності освітньої траєкторії студента, неперервності теоретичного і практичного навчання, гуманізації та демократизації [128].

Компетентнісний підхід у навчанні, на противагу концепції засвоєння знань, передбачає опанування студентами знаннями, вміннями і навичками, володіння якими допоможе їм в майбутньому діяти ефективно в різних життєвих ситуаціях, а особливо в таких критичних ситуаціях, для яких неможливо наперед розробити стратегію поведінки. При такому підході *знання* як сума предметних відомостей є основою здатностей діяти і отримувати необхідний результат, зокрема і в наперед невизначених ситуаціях.

Методика використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій та формування системи професійних компетентностей фахівців з інформатики включає таку сукупність організаційно-змістових компонентів:

- організаційні форми (лекція, самостійна та лабораторна роботи, наукові конференції);
- методи навчання (математичне моделювання, тестування, захист проектів і розробок, доцільно дібраних задач, демонстраційних прикладів);
- засоби (навчальні книги (посібники, методичні рекомендації, збірники задач, опорні конспекти лекцій, наочність), СКМ, інформаційне середовище).

Як правило система професійних компетентностей розглядається в двох аспектах:

- як ціль освіти;
- як характеристики фахівця, що має здійснювати професійну діяльність.

Ступінь сформованості системи професійних компетентностей фахівця з інформатики оцінюється за наступними *критеріями*:

- сформованість системи професійних знань, вмінь, навичок та досвіду (когнітивно-діяльнісний компонент);
- особливості мислення (психологічний компонент).

Рівні сформованості компонентів системи професійних компетентностей у студентів можуть бути оцінені за чотирибальною шкалою [112]:

- *низький рівень* – 2 бали (студент не завжди може відтворити отримані знання; частково виконує репродуктивні дії; не має уяви про роль ІКТ в професійній підготовці; не проявляє творчої активності; відсутність моти-

- вації до навчально-пізнавальної діяльності; пізнавальна інертність; епізодичний інтерес до навчання; мінімальна самостійна діяльність);
- *середній рівень* – 3 бали (студент немає чітко вираженої професійної спрямованості; пізнавальна активність потребує постійних мотивацій; залежність процесу самостійної діяльності від викладача; відсутня здатність до творчої самостійності та науково-дослідної роботи);
 - *достатній рівень* – 4 бали (студент створює завдання, які необхідні в професійній діяльності; усвідомлює необхідність інформатичної підготовки для майбутньої професійної діяльності; проявляє здібності до планування діяльності засобами формального моделювання; демонструє достатній рівень творчого мислення);
 - *високий рівень* – 5 балів (позитивна професійна направленість студента; висока пізнавальна активність; творча самостійна активність; участь в науково-дослідній роботі; чітко виражена професійно-психологічна спрямованість на досягнення успіхів у професійній діяльності).

Всі рівні взаємопов'язані. І кожен попередній обумовлює наступний і входить до нього [84].

Розроблено модель використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики, на основі якої буде побудована відповідна методика використання СКМ (рис. 2.1).

Основними компонентами запропонованої моделі є: цільовий; змістовий та технологічний (елементи змісту навчання дослідження операцій та предметне навчання СКМ; використання СКМ як засобів навчання за різних форм організації навчання дослідження операцій); результативний (критерії визначення рівня сформованості професійних компетентностей) та педагогічні умови. Опанування студентами змісту дослідження операцій виконує інтегративну та комплексну функцію, постаючи фундаментальною основою формування професійних компетентностей майбутнього фахівця з інформатики. Методи і засоби, що існують в інформатиці, корисні для здійснення досліджень з інших наук, зокрема і математики, що підсилює міжпредметні зв'язки.

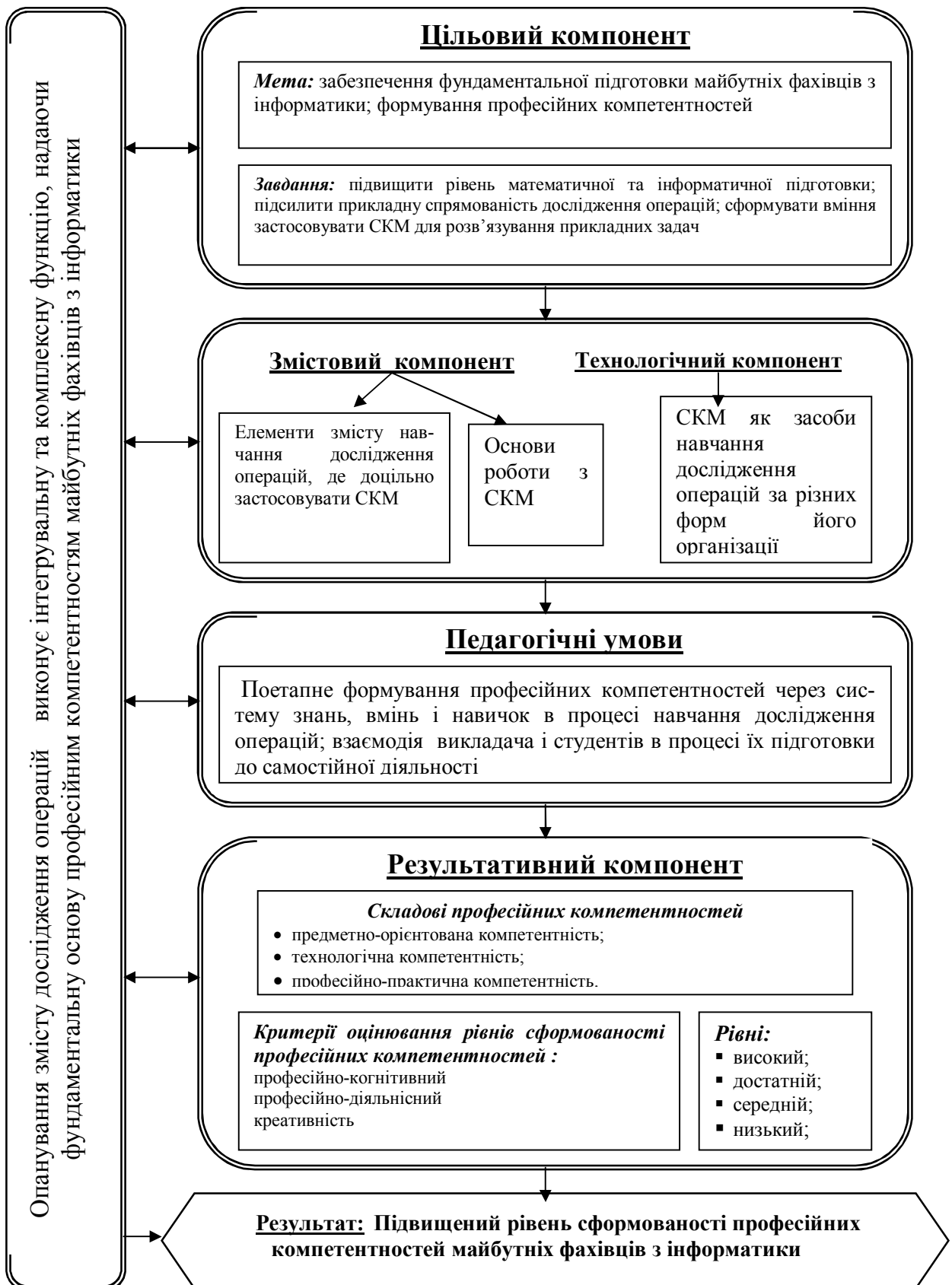


Рис. 2.1 Модель використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики

Другий напрям у фундаменталізації навчання полягає у тому, що добір змісту освіти здійснюється на основі інтеграції загальнонаукових, загальнопрофесійних, математичних та інформатичних дисциплін, їх взаємопроникнення, врахування відповідних міжпредметних зв'язків.

Міжпредметні зв'язки використовуються в процесі формування знань, вмінь і навичок з однієї дисципліни з використанням знань з іншої. Фундаментальні знання визначаються і характеризуються різними внутрішніми та зовнішніми предметними зв'язками, теоретичними основами певної предметної галузі, саме формування таких знань неможливе без застосування мимовільного або довільного формування міжпредметних зв'язків [44].

У навчальному процесі з використанням міжпредметних зв'язків у студентів розвиваються узагальнені інтелектуальні вміння, що лежать в основі певних видів діяльності, загальних для ряду предметів. Опирання на міжпредметні зв'язки дає змогу вплинути на розвиток творчої діяльності (використовувати отримані знання й уміння у нестандартній ситуації, висувати нові гіпотези, звертати увагу на різні характеристики об'єкта вивчення тощо) [146].

Використовуючи міжпредметні зв'язки у навчально-виховному процесі можна стимулювати та спонукати майбутніх фахівців до професійного самовдосконалення, забезпечувати інтелектуальний розвиток.

Використовуючи міжпредметні зв'язки, можна забезпечити [179]: однакові вимоги до знань, вмінь та навичок з різних дисциплін; логічну послідовність при формуванні основних та неосновних понять; узгодженість навчальних планів нормативних дисциплін; взаємні посилення при формуванні складних понять; використання отриманих раніше знань з інших дисциплін; економію часу при усуненні надлишкового дублювання знань з інших дисциплін; використання спільних законів та методик розв'язування задач та досліджень в різних дисциплінах.

Фундаментом освіти повинно бути єдине ціле, тому різні дисципліни подаються не як окремі автономні курси, а об'єднуються в певні фундаментальні блоки, об'єднані загальною функцією та міжпредметними зв'язками [232]. Для

здійснення досліджень у різних науках можуть ефективно і плідно використовуватися методи інформатики і математики.

2.5. Критерії рівнів сформованості компонентів професійних компетентностей майбутніх фахівців з інформатики

Інформаційно-комунікаційна компетентність, точніше інформаційно-комунікаційно-технологічна компетентність – це підтверджена здатність особистості використовувати на практиці інформаційно-комунікаційні технології для задоволення власних індивідуальних потреб і розв’язання суспільно-значущих, зокрема професійних, задач у певній предметній галузі [230].

Через напрями набуття професійних компетентностей визначаються форми діяльності, зокрема навчальної роботи, націлені на їх набуття. Наведемо *напрями набуття професійних компетентностей майбутніх фахівців з інформатики* [193]:

- *формулювати (ставити) задачі* на основі аналізу (ідеалізація, узагальнення, специфікація);
- *будувати аналітичні та алгоритмічні (ком’ютерні) моделі задач;*
- *висувати та емпірично перевіряти істинність гіпотез*, спираючись на відомі методи (індукція, аналогія, узагальнення), а також на власний досвід досліджень;
- *інтерпретувати результати*, отримані за формальними методами, у термінах предметної галузі;
- *систематизувати отримані результати*: досліджувати правильність отриманих результатів, встановлювати зв’язки з попередніми результатами, модифікувати вихідну задачу.

Будь-яка модель оцінювання компетентностей або їх компонентів повинна задовольняти наступні *умови* [23]:

- визначаються основні критерії (показники), за якими можна з’ясувати, чи студент оволодів знаннями і вміннями на певному рівні;

- вказуються кілька рівнів сформованості компетентностей (або їх компонентів);
- визначається процедура оцінювання результатів навчання;
- встановлюється степінь сформованості компетентностей (або їх компонентів).

Враховуючи, що зміст компонентів професійних компетентностей залежить від конкретної спеціальності і повинен відповідати вимогам вищої освіти визначимо *компоненти професійних компетентностей* і зміст їх складових [23]:

- когнітивно-діяльнісний компонент (знання, вміння, навички, досвід);
- психологічний компонент (особливості мислення, мотивація).

Оскільки необхідність оцінювання рівня сформованості професійних компетентностей як предмет контролю є досить складною проблемою як в теоретичному, так і практичному плані у зв'язку з їх інтегрованістю, динамічністю комбінацій знань, умінь, навичок суб'єкта навчального процесу, тому будемо досліджувати можливість моніторингу предметних навчальних досягнень рівня підготовки випускників [42].

У структурі системи індикаторів сформованості професійних компетентностей майбутніх фахівців з інформатики при вивченні дослідженні операцій вкажемо наступні *етапи контролю*, його завдання і способи використання результатів (таб. 2.3).

Проаналізуємо дані, наведені в таблиці, зокрема особливості організації різних видів контролю.

Вхідний контроль в рамках навчальної дисципліни проводиться з метою перевірки знань і вмінь, які необхідні для подальшого ефективного навчання.

Поточний контроль дає змогу відслідкувати рівень засвоєння знань і вмінь, сформованих на лекціях, лабораторних заняттях, у результаті самостійної роботи. Одночасно з педагогічним тестуванням під час проведення контрольних завдань доцільно використовувати завдання, виконання яких потребує

не тільки відтворення засвоєних знань, але які спрямовані також на створення модельних проблемних ситуацій.

Таблиця 2.3.

Контроль результатів навчальної діяльності студентів в процесі навчання дослідження операцій

№ п/п	Назва етапу контролю	Період контролю	Основні завдання контролю	Використання результатів контролю
1	вхідний	на початку вивчення дисципліни	виявлення невідповідностей у підготовці студентів, які завідомо можуть призвести до зниження навчальних результатів	визначення індивідуальних навчальних траєкторій для студентів з недостатнім рівнем підготовки
2	поточний	у процесі вивчення дисципліни	стимулювання студентів до навчання і своєчасне подолання труднощів, які виникають	розроблення заходів, які спрямовані на усунення труднощів студентів
3	рубіжний	після закінчення вивчення окремих розділів дисципліни	контроль якості інформатичної підготовки	стимулювання студентів, які показують високі результати
4	підсумковий	в кінці вивчення дисципліни	оцінка відповідності інформатичної підготовки до вимог галузевого стандарту вищої освіти	виявлення сильних і слабких сторін навчальної програми з метою підвищення рівня інформатичної підготовки

Призначення *рубіжного* контролю полягає у виявленні рівня результатів вивчення тем, розділів навчальної дисципліни.

Підсумковий контроль знань, умінь, навичок проводиться після закінчення навчання дисципліни. Основне завдання підсумкового контролю – визначення рівня навчальних досягнень з дисципліни. Проведення підсумкового контролю здійснюється в формі усного або письмового екзамену. Реалізації задач підсумкового контролю найбільше відповідає нормоорієнтована інтерпретація,

коли навчальні досягнення студента порівнюються не з навчальними досягненнями інших студентів, а з деяким стандартами. При цьому акцент робиться на те, наскільки кожний студент покращив свій результат, а не на те, наскільки він краще чи гірше від інших справився з контрольними завданнями. З психологічної точки зору такий спосіб оцінювання є менш стресовим для студента.

Відповідно до вказаних компонентів системи професійних компетентностей майбутніх фахівців з інформатики, їх змісту, наведемо *критерії оцінювання*, за якими характеризують рівень навчальних досягнень при вивченні дослідження операцій [23]:

1) професійно-когнітивний критерій – володіння фундаментальними знаннями, які необхідні в майбутній професійній діяльності;

2) професійно-діяльнісний критерій – готовність до самостійної реалізації сформованих знань, умінь, навичок в різних ситуаціях;

3) мотиваційно-цільовий критерій – наявність розвинутої пізнавальної мотивації, обумовлена професійними інтересами; прагнення професійного самовдосконалення;

4) креативності – сформованість дивергентного мислення; здатність до творчої діяльності в різних професійних ситуаціях.

Мислинева активність виникає тоді, коли з'являються проблеми, що мають бути вирішеними. Тобто, мислення – це пошук відповіді, на деяке питання. Існує два типи мислення, що зустрічається при пошуку такої відповіді – конвергентне та дивергентне.

Конвергентне мислення – це мислення, за яким всі розумові зусилля концентруються на пошук єдиної правильної відповіді, для чого використовуються переважно наявні знання та логічні судження [183].

Дивергентне мислення – це мислення людей, яким властивий пошук максимальної кількості варіантів вирішення проблеми [183].

Дивергентне мислення зазвичай притаманне творчим особистостям, схильним створювати нові сполучення з тих елементів, які інші використовують лише звичним чином. Особливостями такого мислення є: *гнучкість* – коли

пропонується не один, а кілька варіантів відповіді на питання; *рухливість* – легкість, з якою людина переходить від однієї точки зору в процесі пошуку відповіді на питання до іншої; *оригінальність* – нестандартність відповіді [183].

Враховуючи вказані компоненти професійних компетентностей, критерії оцінювання, доцільно визначити *рівні сформованості* компонентів професійних компетентностей за чотирибальною шкалою: низький рівень – 0-2 бали; середній рівень – 3 бали; достатній рівень – 4 бали; високий рівень – 5 балів.

Кожен із цих рівнів характеризується відповідними характеристиками (табл. 2.4).

Рівні сформованості компонентів професійних компетентностей розділяють кожний із критеріїв оцінювання на сукупність вимірюваних індикаторів, що дає змогу оцінити навчальні досягнення студентів з дослідження операцій. Підсумкова оцінка рівня сформованості професійних компетентностей окремого студента визначається з урахуванням оцінки кожного з трьох виділених компонентів у відповідності до запропонованих критеріїв.

Таблиця 2.4

Характеристика рівнів сформованості компонентів фахових компетентностей

Рівні сформованості компонентів	Компоненти професійних компетентностей	
	Когнітивно-діяльнісний компонент (знання, вміння, навички, досвід)	Психологічний (особливості мислення)
низький рівень	Студент відтворює отриманні знання. Розв'язує задачі за зразком	Низький рівень творчого мислення
середній рівень	Студент розуміє отриманні знання. Розуміє і може пояснити хід і результат розв'язку задачі	Фрагментарно проявляє якості творчого мислення
достатній рівень	Студент створює завдання, які необхідні в професійній діяльності. Реалізує послідовність етапів математичного моделювання	Демонструє достатній рівень творчого мислення
високий рівень	Студент реалізує самостійну пізнавальну діяльність. Володіє навичками розв'язування професійно орієнтованих задач	Має розвинуте творче мислення, що забезпечує здатність діяти в нестандартних ситуаціях

Теоретичний аналіз проблеми визначає необхідність забезпечення педагогічного моніторингу відповідними інструментально-методичними засобами діагностики для визначення рівня сформованості професійних компетентностей майбутніх фахівців з інформатики.

У зв'язку з цим доцільно згрупувати компоненти професійних компетентностей як предмет контролю на потенційно вимірювані рівні сформованості *складових*:

- професійно необхідні знання, вміння, навички, досвід діяльності;
- професійно значущі особливості творчого мислення.

Відповідно до поділу структурних компонентів професійних компетентностей на вимірювані складові, діагностику рівня сформованості навчальних результатів у процесі навчання пропонується здійснювати за допомогою такого інструментарію (табл. 2.5).

Таблиця 2.5.

Інструментарій для оцінювання рівнів сформованості компонентів професійних компетентностей

№ п/п	Компоненти фахових компетентностей та їх зміст	Інструментарій
1	Когнітивно-діяльнісний (знання, уміння, навички, досвід)	Тестові завдання, контрольні та екзаменаційна роботи (Додаток Л, Додаток М)
2	Психологічний (особливості мислення)	Анкети, задачі трьох рівнів складності (Додаток Е, Додаток Ж, Додаток З)

2.6. Фундаментальні поняття математичних та інформатичних дисциплін як інтегративний компонент організації навчання дослідження операцій

У математичних та інформатичних дисциплінах мають бути представлені в єдності три компоненти: науковий, технічний та технологічний. Але вони по-різному реалізуються, залежно від рівня та цілей навчання. На кожному рівні обов'язково має бути знайдене місце для фундаментальних знань.

Роль фундаментального компонента часто недооцінюється. У педагогічній практиці навчання введеться переважно в технологічному напрямі. Методи та прийоми, що застосовуються, теоретично не обґрунтовуються і не аналізуються. Студенти погано розуміють фундаментальний компонент інформатичних курсів порівняно з математикою та фізикою. Це відбувається тому, що в реальних інформаційних процесах об'єктивно складно виявити, явно та чітко охарактеризувати конкретні фундаментальні складові. Разом з тим, ключову роль у процесі фундаменталізації навчання відіграють фундаментальні поняття, які також тісно пов'язані з базовими поняттями суміжних дисциплін.

В інформатиці використовують такі міжпредметні методи та процедури, як аналіз і синтез, індукція і дедукція, візуалізація та формалізація, алгоритмізація і програмування, інформаційно-логічне, математичне та комп'ютерне моделювання, програмне управління, експертне оцінювання, ідентифікація та інші [83]. Їх треба опановувати комплексно, інакше не відбувається достатнього рівня оволодіння матеріалом інформатичних дисциплін. Все це свідчить на користь фундаменталізації змісту навчання.

Разом з тим ключову роль у процесі фундаменталізації навчання відіграють фундаментальні поняття, які також тісно пов'язані з базовими поняттями суміжних дисциплін.

Наприклад, фундаментальні поняття алгоритму та операції тісно пов'язані з поняттям функції, якій можна зіставити операцію, виконання якої реалізує цю функцію. Розглядаючи поняття алгоритму та операції лише з процедурного боку, тобто як припис, що характеризує перетворення, яке треба виконати, залишається осторонь процесуальний бік цього поняття. Тоді алгоритм постає як процес розв'язування певної задачі, результатом якого постає розв'язок. Це поняття набуває прикладного змісту при розв'язанні задач, які виникають на практиці. В той же час, надмірний ухил у бік прикладного застосування алгоритму не сприяє розумінню його зв'язку з математичними основами цієї теорії.

Тому, виокремлення фундаментальних понять дослідження операцій, їх усвідомлення і закріплення через досвід дослідницької діяльності є інтегративним компонентом організації навчання, створення міжпредметних зв'язків, формування у студентів цілісної системи знань і уявлень як про теоретичні основи, так і про шляхи застосування отриманих знань на практиці.

Саме взаємозв'язок з математичними основами є суттєвим чинником фундаменталізації навчання інформатичних дисциплін. Зокрема, можливою причиною нерозуміння в багатьох випадках є те, що не вдається в потрібному сенсі розглянути взаємозв'язок різноманітних аспектів розв'язування задачі – побудови аналітичного співвідношення, що отримують на основі математичних закономірностей опису явища, самого явища, яку реалізує комп'ютерна програма. За допомогою комп'ютерної програми можна імітувати динаміку системи або прояв явища.

У різних дисциплінах розглядають моделювання різних явищ. У цьому сенсі доцільно було сконцентрувати подальшу увагу на одній з дисциплін, де можна було б продемонструвати переваги системного підходу. Для цього було обрано дисципліну "Дослідження операцій", що в подальшому постало предметом експериментального дослідження.

Дослідження операцій - це теорія використання наукових кількісних методів для прийняття найкращого рішення у різних галузях діяльності людини. Ця наука дає об'єктивні, кількісні рекомендації з управління цілеспрямованими діями людини.

Як самостійний науковий напрям, дослідження операцій оформилося на початку 40-х років минулого століття. Перші публікації з досліджень операцій з'явилися у 1939-1940 рр. А на період Другої світової війни США використовували науковців, які давали поради військовим щодо прийняття рішень при аналізі та дослідженні військових операцій. Звідси і виникла назва дисципліни. Пізніше принципи і методи дослідження операцій стали використовуватися у цивільній сфері: у промисловості, для управління фінансами, у сільському господарстві та ін [134].

Метою дослідження операцій є наукове кількісне обґрунтування рішень, які приймаються щодо управління в господарських, військових та державних справах. У деяких випадках (наприклад, у багатьох комбінаторних задачах) отримати оптимальне рішення неможливо, і тому приймається субоптимальне (не найгірше) рішення [134].

Предмет дослідження операцій є: моделі й методи системного аналізу, способи дослідження й оптимізації операцій.

Дослідження операцій як дисципліна, має досить важливе методологічне значення в системі підготовки сучасного фахівця з інформатики. У ній реалізуються основні наукові підходи до математичного моделювання процесів, обґрунтування рішень, математичного опису базових понять і принципів реалізації інформаційних процесів опрацювання даних, що власне і є предметом комп'ютерного моделювання в інформатиці [209].

На лекціях студенти знайомляться з: принципами складання математичних моделей конкретних задач теорії дослідження операцій на основі поставлених цілей, необхідних умов і вимог їх досягнення; математичними методами вирішення задач теорії дослідження операцій; аналізом математичних моделей прикладних задач з наступним вибором інформаційної технології комп'ютерного варіанта їхнього вирішення [209].

Метою курсу "Дослідження операцій" є кількісне обґрунтування прийняття рішень з управління; формування практичних навичок прийняття рішень при різних чинниках впливу.

Фундаментальними у дослідженні операцій постають поняття: *операція, система, модель, моделювання, системний підхід, задача, критерій оптимальності (якості, ефективності)*, а також тісно пов'язані з ними поняття *метод, процедура, функція*, що загалом формують фундаментальне ядро навчання математичних та інформатичних дисциплін. До того ж, у змісті навчання дослідження операцій важливу роль відіграють так звані фундаментальні алгоритми (методи), які потрібно опанувати при розв'язанні певного набору класичних задач: *задачі розподілу ресурсів* (транспортна задача, задача про

призначення); *задача мережного планування*; *задача вибору маршруту* (задача комівояжера); *задачі теорії ігор*.

На основі навчальної програми курсу "Дослідження операцій" для студентів напряму підготовки "Інформатика" Дрогобицького державного педагогічного університету (Додаток Д), фундаменталізацію навчання дослідження операцій можна узагальнити наступним чином (рис. 2.2):



Рис.2.2. Фундаментальні поняття та методи дослідження операцій

На прикладі навчання цієї дисципліни можна продемонструвати взаємозв'язок математичних методів і реалізації відповідних до них операцій і алгоритмів з візуалізацією результатів, через які відображаються співвідношення певних об'єктів та їх властивостей.

Під *операцією* розуміють сукупність взаємопов'язаних дій, що спрямовані на досягнення певної мети [134]. Результат операції залежить від способу її проведення чи організації, інакше – від вибору деяких параметрів.

Будь-який вибір набору параметрів *називається рішенням*. *Оптимальними* вважаються ті рішення, що в обговореному заздалегідь сенсі мають переваги над іншими. Виходячи з мети цієї теорії, можна сказати, що основним за-

вданням дослідження операцій є знаходження оптимальних рішень у рамках обраної моделі [134].

Модель операції – це якомога точніший опис операції за допомогою математичного апарата [134].

Критерій ефективності (цільова функція) характеризує відповідність між результатом вжитих дій і метою операції. Наприклад, критерієм ефективності може бути вартість перевезення вантажу зі складів в місця призначення, довжина шляху, ймовірність знаходження несправності і т.п. Інтерес викликають ті рішення, які дозволяють досягти мінімальних (або максимальних) значень критерію [81].

Критерій ефективності визначається прагненням забезпечити достатньо повну його відповідність призначенню системи і оцінити ті її властивості, що визначають першочерговий інтерес. Очевидно, що вибір критерію – непросте завдання, адже потрібно враховувати різноманітні інтереси учасників операції, що планується [81].

Математична *модель операції* – це формальний опис, через який встановлюють зв'язки вибраного критерію ефективності розв'язування з умовами і обставинами, що впливають на наслідки виконання операції [81]. Жодна формальна модель не містить вичерпні відомості про розвиток реальних подій (бо завжди існують неконтрольовані чинники), але врахування висновків, одержаних за рахунок аналізу (дослідження) моделі допомагає орієнтуватися в навколишньому середовищі, вносити уточнення в модель.

Ефективність операції – це ступінь її пристосованості до виконання поставленої мети, що кількісно виражається у вигляді цільової функції. Вибір критерію ефективності визначає практичну цінність дослідження [134].

Основною особливістю дослідження операцій є побудова математичних моделей і використання для їх аналізу математичного апарата. Це насамперед означає, що хоча б деякі дані, які фігурують у формулюванні задачі, мають мати кількісне вираження. Міркування якісного характеру є своєрідним тлом для використовуваної моделі і враховуються додатково.

Методи дослідження операцій вміщують цілий арсенал математичним засобів: теорію лінійного, нелінійного, дискретного (цілочисленого, бінарного, неподільного), динамічного, стохастичного програмування; теорію ігор; теорію систем масового обслуговування; прийняття рішень в умовах нечіткої інформації; теорію експертних систем; теорію ефективності та ін.

Типовими класами задач дослідження операцій є [134]:

Розподіл ресурсів. Ресурси – це гроші, матеріали, людська праця і т.п. Ресурси завжди обмежені і в різних виробках забезпечують різний прибуток.

Управління запасами. Із збільшенням запасів створюються умови для більш ритмічної роботи виробництва.

Задачі мережного планування і управління розглядають співвідношення між термінами закінчення великого комплексу операцій і моментами початку всіх операцій комплексу. Потрібно знайти мінімальні тривалості комплексу операцій, оптимальні співвідношення вартості і термінів виконання.

Мережні задачі полягають у оптимізації процесу обслуговування на мережах чи самої структури мережі.

Задачі планування і розміщення пов'язані з визначенням оптимального числа і місця розміщення нових об'єктів з урахуванням їх взаємодії з наявними об'єктами і між собою.

Задачі дослідження конфліктних ситуацій полягають у виборі оптимальних стратегій поведінки учасників конфлікту.

Задачі масового обслуговування: розглядають питання створення та функціонування черг (на заводському конвеєрі; у залізничній касі; для літаків над аеропортом, що йдуть на посадку; клієнтів в ательє побутового обслуговування; абонентів міської телефонної станції тощо). Потрібно розв'язати проблеми якісного обслуговування при мінімальних витратах на обладнання.

Задачі складання розкладів (календарного планування) полягають у визначенні оптимальної черговості виконання операцій на різних видах устаткування чи при певному способі надання послуг.

Ремонт та заміна устаткування. Застаріле обладнання вимагає витрат

на ремонт і має знижену продуктивність. Потрібні розрахунки для прийняття рішення щодо термінів ремонту та заміни обладнання, які забезпечують найбільший прибуток.

Задача рюкзака: рюкзак (вантажна машина, вагон, судно, літак) має обмежену вантажопідйомність. Потрібно так заповнити рюкзак, щоб отримати максимальний прибуток.

Задачі комівояжера, створення сумішей, наймання / звільнення робітників, мережевого планування робіт, порядку обробки кількох різних деталей, комбіновані задачі та ін.

Однією з важливих сфер використання СКМ у наукових дослідженнях і при вивченні математичних та інформатичних дисциплін у вищій школі є розв'язування і дослідження оптимізаційних задач, що виникають у різних галузях людської діяльності тощо [244].

Необхідність використання СКМ у навчальному процесі, обумовлена ще й тим, що робота з ними надає реальну можливість студентам набути вмінь розв'язувати практичні задачі з використанням СКМ за визначеною схемою: *постановка задачі → визначення цілей моделювання → побудова математичної моделі → обрання математичного методу і алгоритму розв'язування задачі → реалізація математичної моделі з використанням СКМ → проведення розрахунків → аналіз одержаних результатів та їх інтерпретація → прийняття рішення* [244].

На прикладі навчання цієї дисципліни можна продемонструвати взаємозв'язок математичних методів і реалізації відповідних до них операцій і алгоритмів з візуалізацією результатів, через які відображаються співвідношення певних об'єктів та їх властивостей. Цей взаємозв'язок і відображено в моделі навчальної задачі "Дослідження операцій".

Модель навчальної задачі з "Дослідження операцій" (рис. 2.3) відображає взаємозв'язок фундаментальних понять, математичного методу, фундаментального алгоритму, алгоритму і операції, що реалізуються в процесі

розв'язування. Це показує роль фундаментальних понять як інтегративного компоненту навчання "Дослідження операцій".



Рис. 2.3. Модель навчальної задачі з дослідження операцій

Для досягнення цілей фундаменталізації навчання необхідно враховувати моделі навчальної діяльності, які мають бути покладені в основу процесу навчання. Згідно досліджень Л. А. Хижнякової виокремлюють поняття "універсальних навчальних дій", які пов'язують зі зміною сучасної парадигми освіти, що зміщується від цілей засвоєння знань та набування компетентностей до розвитку особистості того, хто навчається [252].

Під універсальними навчальними діями розуміють сукупність способів дій студента (а також пов'язаних з ними навичок навчальної діяльності), на основі володіння якими забезпечується здатність студента до самостійного опанування нових знань і умінь, а також навичок організації цього процесу [252].

Таким чином, середовище навчання організовується так, щоб воно було спрямовано на формування універсальних навчальних дій, що мають під собою фундаментальну основу. Це сприятиме створенню середовища навчання, спрямованого на всебічний розвиток того, хто навчається.

Різноманітні алгоритми і операції, що є предметом засвоєння у прикладних галузях, у процесі навчання можна спробувати створити та реалізувати на практиці. Це є умовою антиципації результату задачі, коли пошук її розв'язку буде відбуватися більш усвідомлено, це є суттєвою умовою організації продуктивної роботи [143]. Для цього треба визначити роль, яку відіграють фундаментальні поняття математичного методу, операції і алгоритму в процесі розв'язування задачі з обчислення операцій і визначити ту роль, яка відводиться СКМ в процесі розв'язування задачі.

Завдяки застосуванню СКМ у навчальному процесі виникає можливість здійснити необхідні обчислення, надаючи можливість студентам більшу частину навчального часу використати для дослідження методів розв'язування прикладних задач чи навіть їх розробки, набуття навичок побудови математичних моделей, інтерпретації та аналізу результатів обчислювального експерименту, що призводить до більш глибокого розуміння фундаментальних понять, які вивчаються. СКМ виступають як ефективний засіб підвищення фундаментальності навчання математичних та інформатичних дисциплін, середовище для математичного моделювання та основа для побудови інформаційних навчальних середовищ. Використання СКМ надає можливість забезпечити повноцінну навчально-пізнавальну, методичну та науково-дослідну діяльність, вводити інновації в навчальний процес, реалізовувати принцип міжпредметності, поєднувати самостійну роботу з різними формами колективної діяльності.

2.7. Особливості використання СКМ для навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики

У навчальному процесі педагогічних університетів можна виокремити два напрями використання СКМ:

- 1) застосування СКМ в процесі навчання дисциплін фізико-математичного циклу та формування відповідних професійних і загальнокультурних компетентностей майбутніх вчителів математики, фізики;
- 2) використання СКМ в процесі формування системи інформатичних компетентностей майбутніх фахівців з інформатики.

У педагогічному університеті використання СКМ при підготовці бакалаврів інформатики має інтегративну значущість, оскільки базується на знаннях, здобутих студентами при вивченні інших дисциплін математичного циклу та програмування, актуалізує ці знання, стимулює утворення стійких зв'язків між знаннями з різних предметів. Основна увага у використанні СКМ в процесі навчання дослідження операцій майбутніх бакалаврів інформатики звертається на аналіз базових математичних об'єктів (функції, послідовності, матриці, інтеграли, границі послідовностей і функцій, збіжність послідовностей, алгебраїчні рівняння, диференціальні рівняння, функціональні ряди, випадкові події, ймовірнісні міри, випадкові величини і т.д.) та програмування.

Використання СКМ у процесі навчання майбутніх фахівців з інформатики у педагогічному університеті доцільно починати з перших курсів навчання: спочатку програмні засоби навчального призначення, а пізніше, коли студенти вже вивчили елементи дискретної математики, математичного аналізу, лінійної алгебри та аналітичної геометрії, а також прослухали курс "Алгоритми та структури даних" і знайомі хоча б з однією мовою програмування (C, Pascal чи BASIC) то професійні математичні пакети (Maxima, Maple, Mathcad, MATLAB, Mathematica і т.д.). При цьому доцільно використовувати комп'ютерно-орієнтовані посібники та інші складові методичної системи навчання дисциплін. Наприклад, комп'ютерно-орієнтований посібник [69] присвячений шляхам використанням Gran1 в процесі навчання курсу "Математичний аналіз". Особ-

ливої уваги заслуговує підручник "Теорія ймовірностей та математична статистика" [71], у якому для обчислень значень функцій, інтегралів, побудови графіків функцій, гістограм, перевірки гіпотез за критеріями Пірсона чи Колмогорова тощо використовується програма Gran1. У посібнику [67] охарактеризовано функціональні властивості використання СКМ Mathcad, MATLAB, Mathematica для розв'язування деяких класів оптимізаційних задач.

Застосування математичних пакетів до розв'язування практичних задач передбачає:

- розуміння проблематики дисципліни для правильного використання СКМ;
- розуміння правил розробки алгоритму від математичної ідеї до побудови алгоритму;
- вміння здійснювати обґрунтування та оцінювання складності алгоритму за часом виконання.

Вибір СКМ залежить від особливостей поставленої задачі і можливих способів її розв'язування. Є кілька вагомих причин для фахівців у галузі математики, науково-технічних, економічних та інших досліджень знати основи роботи з кількома математичними системами, серед яких можна вказати наступні [244]:

- необхідність раціонального вибору математичної системи з урахуванням особливостей задачі, що розв'язується;
- необхідність розв'язування складних задач за допомогою різних систем, щоб перевірити правильність результатів, не покладаючись на одну систему (збільшити вірогідність одержаного результату);
- необхідність підготовки математичних документів (статей, звітів, книг, матеріалів до навчальних занять і т.д.) підвищеної якості.

Останнє говорить на користь інтеграції математичних систем між собою та з іншими програмами. Разом з тим, застосування СКМ тими, хто не має достатніх знань, умінь та навичок розв'язувати математичні задачі, може привести до некоректних результатів. Зокрема, наведемо приклади обчислення зна-

чень деяких виразів за допомогою СКМ Mathematica 6.0, Maple 11.0, Maxima-5.16.3 (табл. 2.6).

Таблиця 2.6.

**Приклади розв’язання завдань з використанням СКМ
Mathematica 6.0, Maple 11.0, Maxima-5.16.3**

Mathematica 6.0	Maple 11.0	Maxima-5.16.3
1. Обчислити невизначений інтеграл $\int x^n dx$.		
<pre>In[1]:= Integrate[x^n, x] Out[1]= $\frac{x^{1+n}}{1+n}$</pre>	<pre>int(x^n, x); $\frac{x^{(n+1)}}{n+1}$</pre>	<pre>(%i2) integrate(x^n, x); Is n+1 zero or nonzero?nonzero; (%o2) $\frac{x^{n+1}}{n+1}$ (%i3) integrate(x^n, x); Is n+1 zero or nonzero?zero; (%o3) log(x)</pre>
2. Розв’язати рівняння $\sin 4x - \ln x = 0$		
<pre>In[12]:= FindRoot[Sin[4 x] - Log[x] == 0, {x, 1.5, 2.5}] Out[12]= {x -> 1.71286}</pre>	<pre>fsolve(sin(4*x) - ln(x)=0, x=1.5..2.5); 2.140047470</pre>	<pre>(%i7) find_root(sin(4*x)-log(x)=0, x, 1.5, 2.5); function has same sign at end- points [f(1.5)=- 0.68488060630709, f(2.5)=- 1.460311842763525] -- an error. To debug this try debug- mode(true);</pre>

Проаналізуємо приклади, наведені у таблиці 2.6.

1) за командами (Mathematica 6.0 – Integrate, Maple 11.0 – int, Maxima-5.16.3 – integrate) відшуковується тільки одна з первісних, а не невизначений інтеграл. Результат залежить від того значення параметра n (дорівнює чи не дорівнює нулеві). В системах Mathematica та Maple аналіз значення n не передбачено, це покладається на користувача, за замовчуванням $n \neq 1$, тобто $n+1 \neq 0$. В системі Maxima користувачеві пропонується уточнити значення параметра n (Is $n+1$ zero or nonzero).

2) для розв’язування трансцендентних рівнянь (нелінійних рівнянь з однією змінною) у системах Mathematica, Maple та Maxima використовуються відповідно команди FindRoot, fsolve та find_root відповідно. Запис цих команд майже ідентичний.

Проте результати розв'язання рівняння в кожній з цих систем різні. Це пояснюється такими чинниками:

- а) у системі Mathematica відшуковується один корінь рівняння, де береться за початкове наближення вказане значення;
- б) у системі Maple відшуковується на вказаному проміжку один корінь;
- в) у системі Maxima спочатку перевіряється достатня умова (на кінцях інтервалу, де відшукується корінь, значення функції мають бути різні за знаком). Результатом виконання команди є повідомлення, що функція на кінцях проміжка набуває значень з однаковими знаками, "вказуючи", що це вважається помилкою.

З наведеної таблиці видно, що незважаючи на те, що у більшості випадків за допомогою СКМ можна отримати правильні та коректні результати, є деякі приклади, що вимагають від користувача вміння аналізувати отриманий результат, для чого необхідні відповідні знання з математики.

При виборі математичного пакету серед усієї різноманітності СКМ слід враховувати кілька чинників. По-перше, для яких потреб необхідна СКМ (для наукових досліджень чи для супроводу навчального процесу). По-друге, вибір СКМ залежить від задач, які необхідно розв'язувати.

Використання СКМ у навчанні дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики розглянемо на прикладі пакету Maxima.

Наведемо порівняльну характеристику систем Maxima та Maple (однієї з кращих стосовно символічних обчислень). Розглянемо застосування даних систем для розв'язування задач оптимізації на графах.

Для роботи з графами в Maple призначений пакет *networks*. Граф подається за допомогою процедури GRAPH, тіло якої, як правило, не виводиться [93]. Для роботи з графами можна скористатися будь-якою з 75-ти функцій, що міститься у пакеті *networks*. Основні функції, за допомогою яких можна створювати та змінювати графи, а також процедури розв'язування класичних задач з теорії графів наведені у таблиці 2.7.

Основні команди пакету networks

Команда	Опис
addedge	Додавання ребер до графу
addvertex	Додавання вершин до графу
adjacency	Створення матриці суміжності
arrivals(v, G)	Множина ребер, які входять у вершину v графа G
complete	Створення повного графу
counttrees(G)	Обчислення кількості каркасів графа
cycle(n)	Циклічний граф з n вершинами
cyclebase(G)	Множина фундаментальних циклів графа
delete	Вилучення ребер та вершин графа
departures(v, G)	Множина ребер, які виходять з вершини графа
draw	Побудова зображення графа
duplicate	Створення копії графа
edges(G)	Множина ребер графа
eweight	Знаходження ваги ребер
flow	Знаходження максимального потоку в мережі
graph(V, E)	Граф заданий списком вершин і ребер
head	Знаходження початкових вершин
incidence	Складання матриці інцидентності
isplanar	Перевірка графа на планарність
new	Створення порожнього графа
nops(edges(G))	Число ребер графа
petersen	Створення графу Петерсена
random	Створення випадкового графу
shortpathtree	Знаходження дерева найкоротших відстаней
show	Виведення відомостей про граф
spantree(G, s, w)	Визначення каркасу мінімальної вартості
vdegree(v, G)	Степінь вершини

vertices (G)	Множина вершин графа
void	Створення графу без ребер
vweight	Знаходження ваги вершин

Приклад 2.1. Заданий орієнтований граф. Знайти найкоротший шлях з вершини 1 до вершини 6.

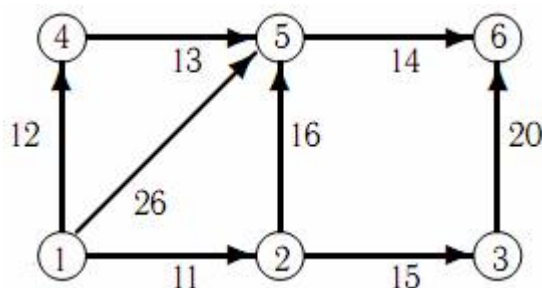


Рис.2.4.Заданий граф

Для розв'язування прикладу використаємо пакет `networks` системи Maple. За командою `new` створюється граф, за командою `addvertex` визначається набір вершин з відповідними номерами.

```
> restart;
> with(networks):#звернення до команд пакету networks
> n:=6: # задання кількості вершин графа
> new(G): # створення нового графа G
> addvertex(i$1..n,G);#вершини вхідного графа
1, 2, 3, 4, 5, 6
```

За командою `addedge` вказуються набори вершин графа, що з'єднані між собою. Оскільки граф орієнтований, то набір вершин задається у вигляді списку (у квадратних дужках). За опцією `weights` вказуються ваги ребер.

```
>
addedge([ [1, 4], [2, 5], [3, 6], [1, 2], [2, 3], [4, 5], [5, 6], [1, 5] ],
> weights=[12, 16, 20, 11, 15, 13, 14, 26], G):
```

Наприклад, для ребра що з'єднує вершину 1 з вершиною 4, відповідна вага ребра дорівнює 12; для ребра (2;5) – 16 і т.д.

За командою `draw` будується граф (рис. 2.4.) .

```
> draw(Linear([1,4],[2,5],[3,6]),G);
```

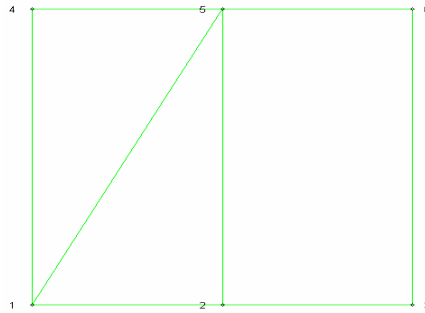


Рис. 2.5. Заданий граф

За командою `shortpathtree` будується дерево мінімальних ваг, а за `vweight` визначається значення (таблиця значень) мінімальних шляхів від заданої вершини до всіх інших:

```
> T:=shortpathtree(G,1);#дерево мінімальних шляхів
```

```
W:=vweight(T);#таблиця ваг (відстаней)
```

```
W:=table(sparse,[1=0,2=11,3=26,5=25,4=12,6=39])
```

Побудуємо дерево мінімальних шляхів (рис.2.5.)

```
> draw(Linear(T));
```

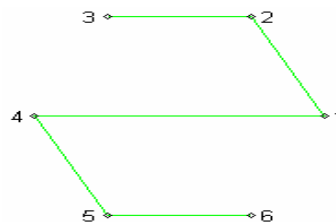


Рис. 2.6. Дерево мінімальних шляхів

Визначимо значення найкоротшого шляху від вершини 1 до вершини 6 (значення)

```
> Minpath:=W[6];
```

```
Minpath:=39
```

Аналогічний результат можна отримати, використавши команду `allpairs`, результатом якої є значення мінімального шляху з вершини 1 до вершини 6, проте сам шлях не вказується:

```
>allpairs(G)[1,6];
```

Проте така реалізація не передбачає відшукування вершин, через які проходить найкоротший шлях.

Для роботи з графами в системі Maxima призначений пакет *graphs*. Для використання команд з цього пакету попередньо треба звернутися до пакету розширень *graphs* за вказівкою *load(graphs)*. Розглянемо деякі функції з цього пакету.

Таблиця 2.8.

Опис команд пакету *graphs*

Команда	Опис
<i>create_graph(V, E, directed)</i>	створюється граф, що складається з множини вершин V та множини ребер E . ()
За опцією <i>directed=true</i>	вказується, що граф є орієнтованим
за замовчуванням <i>directed=false</i> ,	тобто задається неорієнтований граф
<i>print_graph(G)</i>	виводяться відомості про граф G : кількість вершин і ребер у графі та вказуються вершини, до яких можна потрапити з даної.
<i>draw_graph(G, opt)</i>	подається графічне зображення графа G з відповідними опціями побудови (за необхідності): колір та товщина ребер, величина вершин графа, виведення ваг ребер
<i>shortest_weight_path(A, B, G)</i>	обчислюється найкоротший шлях з вершини A до вершини B у графі G . Граф G може бути як орієнтованим, так і неорієнтованим

Розв'яжемо **приклад 2.1** за допомогою СКМ Maxima. Задання графу та виведення відомостей про нього зображено на рис. 2.7.

```

wxMaxima 0.6.4 [граф.wxmx*]
Файл Редагувати Cell Maxima Рівняння Алгебра Аналіз Спростити Plot Чисельні обчислення Поміч

(*)14) load(graphs)$
net:create_graph([1, 2, 3, 4, 5, 6 ],
[
[[1, 4], 12], [[1, 2], 11],
[[1, 5], 26], [[2, 5], 16],
[[2, 3], 15], [[3, 6], 20],
[[4, 5], 13], [[5, 6], 14]
],
directed=true
)$
print_graph(net)$
Digraph on 6 vertices with 8 arcs.
Adjacencies:
6 :
5 : 6
4 : 5
3 : 6
2 : 3 5
1 : 5 2 4
  
```

Рис.2.7. Задання графу

```
(%i17) draw_graph(net, show_weight=true,
vertex_size=3, edge_width=2,
show_id=true, head_length=0.3, edge_color=orange)
```

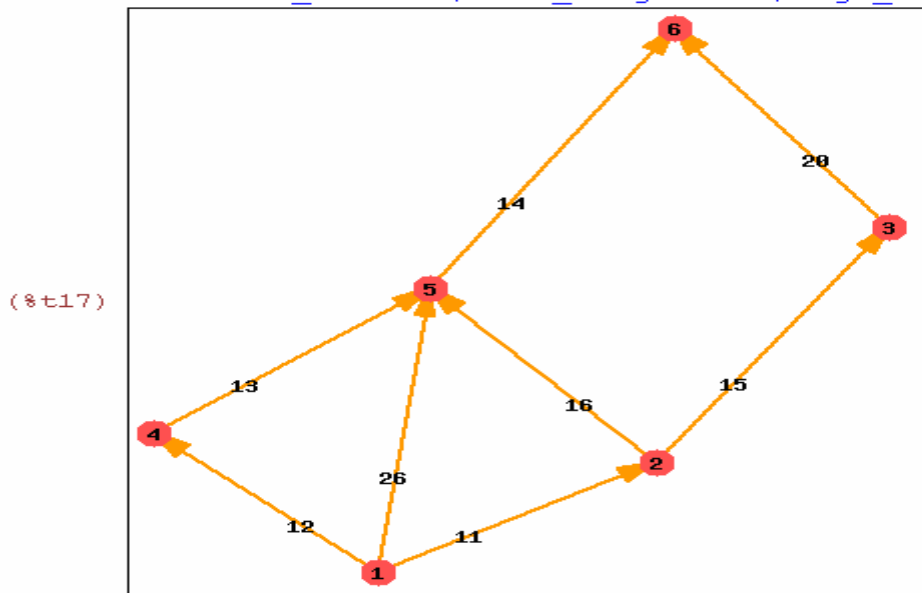


Рис.2.8. Граф та відомості про нього

За функцією `shorttest_weighted_path` знаходимо мінімальну відстань від вершини 1 до вершини 6 (що дорівнює 39) та шлях, що їй відповідає (що проходить через вершини 1,4,5,6 в заданому порядку).

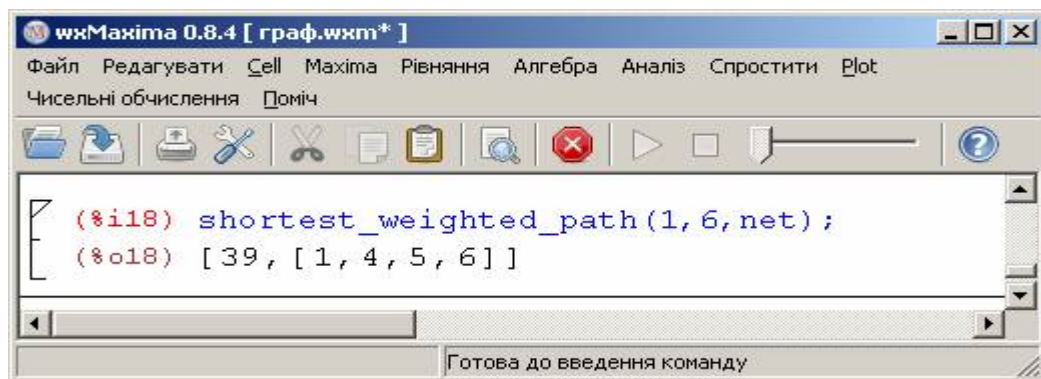


Рис. 2.9. Мінімальна відстань від вершини 1 до вершини 6

З наведеного прикладу видно, що система Maxima не поступається у розв'язуванні задач з курсу "Дослідження операцій" таким системам, як Maple та Mathematica та є вільно поширюваною. Вона оснащена системою меню, що дає змогу виконувати символічні перетворення, розв'язувати рівняння, обчислювати границі, похідні тощо, не знаючи мови для опису команд щодо виконання цих дій. Тому, систему Maxima можна використовувати для вивчення математичних дисциплін навіть на першому курсі педагогічного університету.

Застосування системи Махіта не викличе ніяких труднощів у студентів при розв'язуванні задач математичного аналізу та лінійної алгебри – від студентів вимагається тільки правильно вибрати пункт меню та ввести потрібний вираз. Проте для програмування у системі Махіта потрібні знання правил подання команд (мови та синтаксису), а також і певних команд.

Використання СКМ у процесі навчання дослідження операцій дозволило: змінити акценти у доборі теоретичного матеріалу; збільшити частку задач на побудову математичних моделей реальних оптимізаційних задач та їх дослідження за допомогою СКМ; запровадити завдання на порівняння результатів, одержаних за допомогою чисельних методів оптимізації, описаних однією з мов програмування, і за допомогою вбудованих засобів СКМ, та їх аналіз при різних вхідних даних [244].

Висновки до розділу 2

1. Сучасна освітня парадигма передбачає розроблення комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання всіх дисциплін на основі компетентнісного підходу, впровадження якого у процес навчання надає можливість його гуманізувати, підвищити професійну мобільність майбутніх фахівців, та створити умови для включення таких методичних систем в освіту.

2. Модель використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій-доцільно ґрунтувати на таких основних компонентах: цільовий; змістовий та технологічний (елементи змісту навчання дослідження операцій та предметне навчання СКМ; використання СКМ як засобів навчання за різних форм організації навчання дослідження операцій); результативний (критерії визначення рівня сформованості системи професійних компетентностей) та педагогічні умови. Опанування студентами змісту дослідження операцій виконує інтегративну та комплексну функцію, постаючи фундаментальною основою формування компетентностей майбутнього фахівця з інформатики. Методи і засоби, що існують в інформатиці, корисні для здійснення досліджень з інших наук, зокрема і математики, що підсилює міжпредметні зв'язки.

3. У складі моделі використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій доцільно виокремити такі компоненти системи професійних компетентностей, як когнітивно-діяльнісний та якості мислення. Критеріями для визначення рівнів сформованості компетентностей є професійно-когнітивний – володіння фундаментальними знаннями, які необхідні в майбутній професійній діяльності; професійно-діяльнісний – готовність до самостійної реалізації сформованих знань, умінь, навичок в різних ситуаціях; креативний – сформованість дивергентного мислення; здатність до творчої діяльності в різних професійних ситуаціях. Рівень сформованості компетентностей у студентів визначається через сформованість кожної з їхніх складових. Це надає можливість на основі єдиних критеріїв порівнювати ефективність формування фахових компетентностей.

4. Застосування СКМ в процесі навчання дисципліни "Дослідження операцій" створює підстави для поєднання теоретичного, практичного та прикладного аспектів навчання цієї дисципліни, сприяє розвитку професійних компетентностей, побудови різноманітних моделей та алгоритмів для прийняття рішень. Критеріями добору та визначення СКМ для підтримування навчання дослідження операцій, є: методична доцільність та інтуїтивно-зрозумілий інтерфейс, зручність організації доступу, швидкодія, простота та надійність при роботі, зручність інтеграції з іншими ресурсами в єдине середовище. Засобом навчання обрано систему Maxima, бо вона відповідає даним критеріям найбільшою мірою.

5. При розробленні методики використанням СКМ як засобу навчання дослідження операцій необхідно враховувати роль фундаментальних теоретичних положень як інтеграційного компонента навчання цієї дисципліни, реалізацію принципу міжпредметності, критерії добору СКМ у процесі формування інформаційно-освітнього середовища, спрямованого на цілі фундаменталізації навчання.

Основні результати другого розділу опубліковано у роботах: [95; 99; 100; 105; 107; 112; 113].

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ СКМ ЯК ЗАСОБУ НАВЧАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ

3.1. Мета і завдання використання СКМ у навчанні математичних та інформатичних дисциплін підготовки майбутніх фахівців з інформатики

Проникнення сучасних ІКТ у сферу освіти надає можливість педагогам модернізувати цілі, зміст, методи, засоби й організаційні форми навчання, тобто виникає необхідність у розробці та впровадженні нових комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання математичних та інформатичних дисциплін із значним ухилом на фундаменталізацію.

Проблеми створення і впровадження комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання математичних та інформатичних дисциплін у вищих навчальних закладах досліджували М. І. Жалдак [66], М. П. Лапчик [140], Ю. Г. Лотюк [144], В. М. Монахов [159], Ю. В. Триус [241], Ю. С. Рамський [196], С. А. Раков [193], С. О. Семеріков [212] та інші.

Ю. В. Триус *комп'ютерно-орієнтовану методичну систему навчання (КОМСН)* визначає як методичну систему навчання, на основі якої можна забезпечити цілеспрямований процес здобування знань, набуття умінь і навичок, засвоєння способів пізнавальної діяльності суб'єктом навчання і розвиток його творчих здібностей на основі широкого використання ІКТ [244]. На його думку, застосування у навчальному процесі вищих навчальних закладів комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання фахових дисциплін, в основу яких покладено принципи неантагоністичного вбудовування нових інформаційно-комунікаційних технологій в діючі дидактичні системи, гармонійного поєднання традиційних та інноваційних педагогічних технологій, сприяє підвищенню якості професійної підготовки майбутніх фахівців, активізації навчальної і науково-дослідної діяльності студентів, розкриттю їхнього творчого потенціалу, збільшенню ролі самостійної та індивідуальної роботи [244].

Характерними рисами сучасних методичних систем навчання є:

- науково обґрунтоване планування навчального процесу;
- єдність і взаємопроникнення теоретичної та практичної підготовки;
- високий рівень складності та швидкий темп вивчення навчального матеріалу;
- максимальна активність та достатня самостійність студентів;
- поєднання колективної та індивідуальної діяльності;
- широке використання у навчальному процесі ІКТ;
- комплексний підхід до навчання різних предметів [96].

Для створення та уточнення методики використання СКМ як засобу навчання математичних та інформатичних дисциплін аналізувався досвід науковців ([242; 244; 75; 96; 177]), які займалися подібним питанням. Проведений аналіз дає підстави зробити висновок, що застосування СКМ студентами різних ВНЗ проводиться у рамках різних дисциплін, і за основу вивчення вибрано різні математичні пакети (MathCad, Maple, Mathematica). Проте, якщо не враховувати прив'язки до конкретної СКМ, зміст навчання цих дисциплін не надто відрізняється один від одного.

У дослідженні методику використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій визначено, як фіксовану сукупність взаємопов'язаних способів, прийомів, методів і засобів, котрі викладач використовує у процесі навчання дослідження операцій і застосування яких призводить до заздалегідь визначеного результату [34].

Методика використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій включає в себе: мету та очікуваний результат використання СКМ, форми, методи та засоби використання СКМ, друковані матеріали, де описується відповідна методика.

У педагогічному університеті застосування СКМ у підготовці фахівців з інформатики, математики базується на знаннях, здобутих студентами при вивченні інших дисциплін, в першу чергу математичного циклу та програмуван-

ня, актуалізує ці знання, стимулює утворення стійких зв'язків між знаннями, отриманими з різних предметів.

У ході дослідження на кафедрі інформатики та обчислювальної математики Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка за участю автора розроблено навчальний посібник [101], спрямований на підвищення практичної значущості результатів навчання студентів інформатичних спеціальностей.

До робочої навчальної програми курсу "Дослідження операцій" (Додаток П) включено набір залікових кредитів відповідно до основних принципів організації навчального процесу:

- "принципу модульності, за яким визначається модульний підхід до організації оволодіння студентами навчальним матеріалом і проявляється через специфічну для модульного навчання систему методів і прийомів, основною особливістю яких є активна самостійна творчо-пізнавальна діяльність студента у педагогічно виваженому поєднанні з колективними формами роботи, в тому числі і спрямовуваними викладачем;
- науковості та прогностичності, що полягає у встановленні стійких зв'язків змісту навчання з науковими дослідженнями студентів;
- технологічності та інноваційності, що полягає у використанні ефективних педагогічних й інформаційних технологій, що сприяє якісній підготовці фахівців з вищою освітою;
- відповідності вищої освіти соціально-економічним потребам, інтересам особистості, суспільства і держави, що відображає компетентність, ціннісні орієнтації, соціальну спрямованість і зумовлює здатність задовольняти як особисті духовні і матеріальні потреби, так і потреби суспільства" [239, с. 6-7].

Відповідно до мети та завдань дисертаційного дослідження, а також з врахуванням вище сказаного розроблено методику використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики, спря-

мованої на значний ухил у розширення і поглиблення теоретичних основ дисциплін, що вивчаються.

Мета (ціль) навчання – ідеальне передбачення кінцевих результатів навчання; те, до чого прагнуть студенти, викладачі. Розглядаються три основні групи взаємопов'язаних цілей: 1) освітня – формування у студентів наукових знань, спеціальних й загально навчальних умінь і навичок; 2) розвивальна – розвиток мовлення, мислення, пам'яті, творчих здібностей, рухової та сенсорних систем; 3) виховна – формування світогляду, моралі, загальної та професійної культури тощо [244, с. 229].

Метою методики використання СКМ у процесі навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики, спрямованого на фундаменталізацію навчання, є формування фахівця, здатного до успішного використання інформаційних технологій у своїй професійній діяльності, творчого підходу до розв'язування нестандартних задач, опанування фундаментальних основ дисципліни.

Мета навчання дисципліни "Дослідження операцій" – засвоєння студентами теоретичних аспектів дослідження моделей та алгоритмів прийняття рішень, а також знання методів програмування в СКМ та вміння використовувати теоретичні знання при розв'язуванні практичних задач, що передбачає:

- розуміння проблематики дисципліни для правильного використання СКМ;
- розуміння методології створення алгоритму від математичної ідеї до розробки алгоритму.

Навчання дисципліни "Дослідження операцій" із застосуванням СКМ, буде сприяти:

- оволодінню студентами вміннями розв'язувати задачі практичного характеру;
- формуванню навичок застосування сучасних математичних пакетів в майбутній професійній діяльності.

Завданням методики використання СКМ у процесі навчання дослідження операцій є формування професійних компетентностей майбутніх фахівців з ін-

форматики, що дасть змогу у майбутньому адаптуватися до вимог інформаційного суспільства; розвиток творчого підходу до розв'язування нестандартних задач, що в свою чергу, надасть можливість поглибити фундаментальну підготовку студентів; формування математичних умінь та навичок необхідних для аналізу, моделювання та розв'язання теоретичних та прикладних задач із застосуванням СКМ.

Використання СКМ як засобу навчання пов'язані з проблемами підвищення рівня фундаментальної підготовки майбутніх фахівців з інформатики надає можливість:

- поєднання теоретичних, прикладних та практичних аспектів;
- подання у систематизованій формі теоретичних відомостей про методи та основні положення теорії прийняття рішень, системи комп'ютерної математики та формування практичних навичок їх застосування до розв'язування реальних практичних задач;
- поглиблення знань студентів з питань, що стосуються дослідження ефективності розв'язування прикладних задач за допомогою систем комп'ютерної математики, аналізу та інтерпретації отриманих результатів;
- розвиток алгоритмічного стилю мислення студентів через розроблення алгоритмів та їх програмну реалізацію;
- формування у студентів навичок самостійної роботи з теоретичним матеріалом та системами комп'ютерної математики.

Завдання методики використання СКМ у процесі навчання "Дослідження операцій" полягає у формуванні ІКТ-компетентностей студентів завдяки: ознайомленню з функціональними характеристиками СКМ Maxima; вироблення навичок математичного дослідження прикладних задач, зокрема побудови математичних моделей; набуттю навичок роботи з Maxima; освоєнню спеціальної термінології; набуттю навичок математичного моделювання; використанню СКМ Maxima для розв'язування практичних задач; набуттю навичок програмування в СКМ Maxima; здобуття необхідної бази знань для вивчення інших дис-

циплін; підвищення рівня інформатичної підготовки шляхом широкого використання СКМ у навчальному процесі та науково-дослідній роботі.

У результаті вивчення теоретичних основ курсу "Дослідження операцій" студент повинен:

знати: призначення, класифікацію задач дослідження операцій залежно від кількості, типу й області допустимих значень змінних, кількості й типу цільових функцій, кількості, виду й характеру чинників, що обмежують; математичні методи вирішення типових задач теорії дослідження операцій; основні поняття дослідження операцій; методи розв'язання задач з теорії ігор; способи подання неорієнтованих та орієнтованих графів, методи роботи з графами; зміст основних понять динамічного програмування, класифікацію задач динамічного програмування; методи розв'язання задач динамічного програмування; основні галузі застосування понять та фактів, що вивчаються; існуючі інформаційні технології ефективного вирішення прикладних задач теорії дослідження операцій; призначення та основні функціональні характеристики системи Maxima для розв'язання задач, що стосуються "Дослідження операцій".

За результатами виконання завдань лабораторних робіт та індивідуальних завдань, передбачених програмою курсу, студенти повинні:

вміти: описувати об'єкти своєї діяльності з використанням принципів системного підходу; складати і класифікувати математичні моделі задач відповідно до їх типу; будувати математичні моделі досліджуваних явищ; класифікувати помилки, виявляти причини помилок і шляхи їх попередження; класифікувати задачі динамічного програмування; описувати об'єкти дослідження; обґрунтовувати рішення, що приймаються; розв'язувати задачі за методами динамічного програмування; застосовувати отримані знання на практиці; вибирати математичний метод і інформаційну технологію для вирішення конкретної прикладної задачі теорії дослідження операцій; розв'язувати економічні та управлінські задачі за допомогою Maxima; застосовувати СКМ Maxima для розв'язування різноманітних практичних задач.

3.2. Зміст курсу "Дослідження операцій"

Зміст навчання у широкому розумінні – структура, зміст і обсяг навчальних відомостей, засвоєння яких забезпечує особі можливість здобуття вищої освіти і певної кваліфікації [75].

Зміст навчання – це опис теоретичних положень та практичних умінь, оволодіння якими забезпечує основу для всебічного розвитку студентів, формування їх мислення, пізнавальних інтересів та підготовку до трудової діяльності [75].

Зміст навчання на рівні певної навчальної дисципліни – обумовлений цілями та потребами суспільства перелік теоретичних положень і практичних умінь і навичок, професійних, світоглядних і громадянських якостей, що має бути освоєні в процесі навчання з урахуванням перспектив розвитку суспільства, науки, техніки, технологій, культури та мистецтва [75].

І. Я. Лернер зазначає, що зміст навчання є об'єктом, наповнення якого залежить від міри усвідомлення його складу, від рівня розвитку педагогічної науки [142].

Серед критеріїв добору змісту навчання Ю. К. Бабанський називає наступні [7]:

1) критерій цілісного відображення в змісті навчання основних компонентів соціального досвіду, перспектив його удосконалювання, задач всебічного розвитку особистості;

2) критерій визначення головного й істотного в змісті навчання, тобто відбір найбільш необхідних, універсальних, перспективних елементів;

3) критерій відповідності змісту віковим особливостям тих, хто навчається;

4) критерій відповідності визначеному за навчальним планом часу на вивчення даного змісту;

5) критерій урахування вітчизняного і міжнародного досвіду формування змісту навчальних програм;

б) критерій відповідності змісту навчання наявному навчально-матеріальному і науково-методичному забезпеченню навчального процесу.

Слідом за проблемою добору змісту навчання постає проблема структурування цього змісту. Зокрема можна керуватися наступними принципами структуризації змісту навчання [8]:

- принцип компонування змісту навчальної дисципліни навколо базових понять і методів;
- принцип систематичності і логічної послідовності подання навчального матеріалу;
- принцип цілісності і практичної значущості змісту навчання;
- принцип наочного подання навчального матеріалу".

Застосування СКМ у навчальному процесі впливає на зміст навчання та проявляється у розширенні теоретичних основ курсу, поглибленні міжпредметних зв'язків, використанні прикладних задач, зміні системи оцінювання та контролю знань студентів.

Для визначення змісту курсу "Дослідження операцій" було враховано основні дидактичні принципи: відповідності цілям інформатичної освіти та педагогічної обґрунтованості обсягу навчального матеріалу, науковості і посиленої складності, фундаментальності і системності, послідовності і систематичності навчання, наочності змісту і діяльності, активності і самостійності, свідомості, ґрунтовності, індивідуалізації та диференціації навчання та ін.

Навчання "Дослідження операцій" проводилось у напрямі вивчення основних моделей, методів і алгоритмів розв'язання задач із застосуванням систем комп'ютерної математики.

Дисципліна вивчається на четвертому курсі впродовж другого семестру і розділена на два логічно завершені змістові розділи (Додаток Д).

Правильно дібрані завдання професійної спрямованості для лабораторних робіт надають можливість викладачеві використати СКМ Махіта як засіб для забезпечення міжпредметних зв'язків інформатики з математикою. Закладається фундамент для формування ІКТ компетентностей.

Весь курс дисципліни "Дослідження операцій" можна зорієнтувати для досягнення поставленої мети. Розподіл годин з дисципліни за видами діяльності та перелік лабораторних робіт подано у таблицях 3.1 та 3.2.

Таблиця 3.1

Розподіл годин з дисципліни за видами навчальної роботи

№ п/п	Назва розділу, теми	Всього годин	З них			
			лекцій	практичних	лабораторних	сам. робота
	РОЗДІЛ 1. Принципи дослідження операцій. Теорія ігор. Моделювання оптимізаційних задач на графах.	68	20		12	40
1.	Зміст курсу «Дослідження операцій».		2			
2.	Характеристика системи комп'ютерної математики Maxima. Основні математичні функції та константи, синтаксис.		2			
3.	Теорія ігор та матричні ігри. Основні поняття теорії ігор. Розв'язування ігрових задач з використанням СКМ Maxima.		6			
4.	Моделювання оптимізаційних задач на графах. Основні поняття теорії графів. Опис команд пакету graphs.		6			
5.	Аналіз методів розв'язування задачі комівояжера		4			
	РОЗДІЛ 2. Динамічне програмування	58	12		4	38
6.	Динамічне програмування. Введення в теорію динамічного програмування.		4			
7.	Моделі динамічного програмування. Реалізація задач динамічного програмування засобами СКМ Maxima.		6			
8.	контрольна робота		2			

Тематичний план лабораторних занять

№ п. п.	Теми лабораторних робіт	Кількість годин	Місце проведення
1.	Основи синтаксису системи Махіма. Стандартні математичні функції та операції системи Махіма.	2год	ауд 28.
2.	Платіжна матриця гри. Визначення верхньої та нижньої ціни межі гри. Гра з сідловою точкою.	2год	ауд 28.
3.	Знаходження оптимального розв'язку гри серед змішаних стратегій засобами системи Махіма. Геометрична інтерпретація гри 2*2. Зведення матричної гри до задачі лінійного програмування.	2год	ауд 28.
4.	Команди системи Махіма для розв'язування задач теорії графів. Алгоритми виокремлення каркасу (алгоритм Прима)	1 год	ауд 28.
5.	Алгоритми виокремлення каркасу (алгоритм Крускала).	1 год	
6.	Моделювання оптимізаційних задач на графах засобами Махіма. Алгоритм Дейкстри.	1 год	ауд 28.
7.	Моделювання оптимізаційних задач на графах засобами Махіма. Алгоритм Флойда.	1 год	
8.	Знаходження розв'язку задачі комівояжера методом редукції рядків і стовпців та усереднених коефіцієнтів засобами системи Махіма.	2год	ауд 28.
9.	Розв'язування задачі розподілу обмежених ресурсів методом динамічного програмування з використанням системи Махіма.	2 год	ауд 28.
10.	Розв'язування задачі завантаження транспортного засобу з використанням системи Махіма..	2 год	ауд 28.

Таким чином, зміст дослідження операцій зорієнтований на вивчення основних фундаментальних понять (*операція, система, модель, моделювання, системний підхід, задача, критерій оптимальності (якості, ефективності, моделей, методів і алгоритмів розв'язування задач в контексті використання СКМ.* Першим аспектом, що відповідає спрямованості на фундаментацію навчання дослідження операцій, є застосування СКМ як засобу підтримування навчання. Другим аспектом є включення до змісту курсу вивчення основ роботи з СКМ.

Пропонований курс "Дослідження операцій" призначений для студентів напряму підготовки 6.040302 "Інформатика" педагогічного університету. Успіх у майбутній професійній діяльності залежить від того, наскільки студенти володіють знаннями, вміннями та навичками роботи за комп'ютером, наскільки вони здатні оволодіти новими програмними засобами. Систематичне вивчення інформаційних технологій, зокрема СКМ, сприяє формуванню у студентів ставлення до комп'ютера як до засобу розв'язування професійних задач. У студентів відзначається підвищений інтерес до таких інформаційних технологій, як СКМ. Такі студенти отримують більш глибокі знання не тільки з математичних дисциплін, але й з інформатики. Як правило, у них нема психологічного бар'єру перед використанням складних програмних засобів. Навпаки, їх приваблюють створені на високому професійному рівні програми, і вони помічають унікальні можливості застосування таких систем.

3.3. Форми та методи використання засобів СКМ для підвищення рівня сформованості професійних компетентностей майбутніх фахівців з інформатики

Враховуючи, що Н. В. Морзе [161; 162] та Ю. В. Триусом [243; 244] дано докладну характеристику організаційних форм, методів та засобів навчання інформатики у середній та вищій школі, коротко розглянемо ті з них, що набувають подальшого розвитку у методичній системі використання СКМ.

Традиційні й комп'ютерно-орієнтовані методи, засоби та форми організації навчання у ВНЗ (табл. 3.3) [244].

Педагогічно виважене поєднання традиційних та комп'ютерно-орієнтованих методів, засобів та форм організації навчання забезпечує ефективне функціонування методичної системи навчання [241].

Традиційні й комп'ютерно-орієнтовані методи, засоби і форми організації навчання у ВНЗ (за Ю. В. Триусом)

Компоненти технології навчання	Традиційні	Комп'ютерно-орієнтовані
Засоби навчання	Наочні та технічні засоби навчання; підручники й посібники; дидактичні матеріали; довідкова та інша навчально-методична предметна література	Апаратне забезпечення: – комп'ютер; – засоби телекомунікацій; програмне забезпечення: – операційні системи; – системи опрацювання графічних, текстових даних; – табличні процесори; – системи управління базами даних; – експертні системи; – педагогічні програмні засоби; – проблемно-орієнтовані програми, електронні підручники
Методи навчання (за джерелом здобуття знань)	ВЕРБАЛЬНІ МЕТОДИ НАВЧАННЯ	
	Лекція; розповідь; пояснення; бесіда; робота з підручником, довідковою, науково-популярною та навчальною літературою	Робота з електронними підручниками, довідковим матеріалом комп'ютерних програм; робота з відомостями, що отримуються через глобальну мережу Internet
	НАОЧНІ МЕТОДИ НАВЧАННЯ	
	Демонстраційний експеримент; самостійне спостереження	Робота з навчаючими та навчально-контролюючими програмами
Форми організації навчання	Практичні методи навчання	
	Виконання лабораторних робіт; виконання практикумів; розв'язування доцільно дібраних задач	Дослідницька робота у комп'ютерних лабораторіях; обчислювальні експерименти; телекомунікаційні проекти
	Лекції, практичні заняття, семінари, лабораторні роботи, навчальні дискусії, самостійна позааудиторна робота, індивідуальна або групова науково-дослідна робота, поточні та підсумкові форми контролю: – контрольні роботи, – тестування, – колоквіуми, – модульний контроль, – заліки, екзамени	лекції, семінари, практичні і лабораторні заняття, контрольні роботи, науково-дослідна робота; комп'ютерне тестування; дистанційні форми: трансляція; чат (текстовий, графічний); відео- і телеконференції, та ін.;

Форми організації навчання – цілеспрямована, чітко організована, змістово насичена й методично забезпечена система пізнавального та виховного спілкування, взаємодії, співпраці викладачів та студентів [131, с. 316].

Використання СКМ у процесі навчання дослідження операцій здійснюється головним чином за такими основними організаційними формами: навчальні заняття (лекції, лабораторні роботи), контроль рівня отриманих знань, самостійна робота студентів.

Лекція – систематичне, послідовне подання навчального матеріалу, будь якого питання, теми, розділу предмета [39, с. 189]. Основними вимогами до лекцій є: науковість, доступність, єдність форми і змісту, емоційність подання, органічний зв'язок з іншими видами навчальних занять – семінарами, практичними заняттями. Лекції завжди фронтальні.

Необхідно чітко розділяти теоретичний матеріал, що подається в аудиторії та вивчається позааудиторно. Матеріал аудиторних лекцій повинен бути складніший, емоційно насичений і бути основою для матеріалу, що вивчається студентами самостійно. Матеріал, який виноситься на самостійне вивчення студентами, повинен бути чітко структурованим, невеликого об'єму, з посиланнями на матеріал аудиторної лекції, містити запитання для перевірки засвоєного матеріалу.

В ході проведення лекції забезпечуються наступні функції: інформаційна (подаються необхідні відомості); мотивуюча (пробуджується інтерес до теми); виховна; розвивальна (дається оцінка явищам, розвивається мислення); орієнтувальну (в проблемі, в літературі); пояснювальна (напрявлена перш за все на вивчення основних понять науки); переконлива (з акцентом на систему доведень).

Як зазначає Н. В. Буркіна [22, с. 116-117], структура лекційного матеріалу, розташованого в системі підтримування навчання, має бути такою:

- мета і завдання проведення лекції;
- конспект лекції;
- висновки до лекції (мають відповідати меті, завданням лекції й темі);

- контрольні запитання для повторення і самоперевірки;
- наочні матеріали (схеми, таблиці, графіки);
- література;
- глосарій, персоналій (варто акцентувати в лекції на нові терміни з коротким визначенням, а також називати діячів науки).

Лабораторна робота – форма організації навчання, спрямована на отримання навичок практичної діяльності шляхом роботи з матеріальними об'єктами або моделями з відповідної предметної галузі. Виконання лабораторних робіт надає можливість поєднати теоретичні знання й практичні вміння і навички студентів у процесі навчально-пізнавальної та науково-дослідницької діяльності.

Лабораторна робота є основною формою організації роботи в комп'ютерному класі. Роль викладача під час фронтальної лабораторної роботи – спостереження за роботою студентів та надання їм оперативної допомоги.

На думку Н. В. Буркіної, матеріал для лабораторної роботи має подаватися у такому вигляді [22]:

- мета й завдання лабораторної роботи;
- зміст лабораторної роботи;
- методичні вказівки щодо виконання лабораторної роботи (з основними теоретичними відомостями);
- детальна інструкція до лабораторної роботи;
- наочні матеріали (схеми, таблиці, моделі, графіки);
- перелік посилань;
- контрольні запитання.

Контроль рівня знань є однією з основних форм організації навчального процесу, оскільки дозволяє здійснити перевірку результатів навчально-пізнавальної діяльності студентів, педагогічної майстерності викладача та рівня досконалості створеної навчальної системи.

Рівень засвоєння студентами навчального матеріалу можна характеризувати як: 1) рівень відтворення; 2) рівень умінь та навичок; 3) рівень творчості [248].

У навчанні використовуються наступні види контролю: екзамени, контрольні роботи, заліки, курсові та кваліфікаційні роботи.

Самостійна робота студентів є надзвичайно ваговою складовою системи всіх видів навчальної роботи. В ході її здійснення не лише формуються навички і вміння самостійного здобування знань, що важливо для майбутньої неперервної освіти протягом всієї трудової діяльності, а й має важливе виховне значення, оскільки формує пізнавальну самостійність.

Розглянемо особливості використання СКМ під час проведення навчальних занять за різними формами.

Дисципліна "Дослідження операцій" вивчається у восьмому навчальному семестрі (Додаток П). Найпоширенішою в навчанні інформатичних дисциплін є *лекційно-лабораторна* форма організації занять, що витримала випробування життям і, незважаючи на критику, зберігається дотепер в усьому світі.

Характерними її ознаками є: постійний склад навчальних груп; строге визначення змісту навчання; певний розклад навчальних занять; педагогічно важене поєднання самостійної й колективних форм роботи; провідна роль викладача; систематична перевірка й оцінювання знань [140].

Плануються також інші види навчання: позааудиторне вивчення навчально-методичної літератури з курсу та самостійна робота, пов'язана з опануванням СКМ та їх застосуванням до розв'язування практичних задач, виконання індивідуальних завдань.

Одним із завдань даного дисертаційного дослідження було проведення аналізу навчальної робочої програми дисципліни "Дослідження операцій" для підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "бакалавр" з галузі знань 0403 "Системні науки та кібернетика" напряму підготовки 6.040302 "Інформатика", та уточнення мети і змісту навчання даної дисципліни. Вивчення навчальної програми даної дисципліни (Додаток Д) показало, що:

- метою проведення лекцій є подання студентам теоретичного матеріалу;
- метою проведення лабораторних занять є закріплення теоретичних знань, а також набуття практичних навичок роботи з комп'ютерною технікою.

Дана програма потребує удосконалення, врахувавши вихід освіти на більш високий рівень, – необхідно розширити мету навчання дисципліни:

- метою проведення лекцій – подання студентам теоретичного матеріалу, розвиток абстрактно-логічного і образного мислення студентів, здатності до узагальнень, аналізу, синтезу, дедукції, просторової уяви, уваги, пам'яті, вмінь використовувати отримані знання на практиці;
- метою проведення лабораторних занять – закріплення теоретичних знань, а також підвищення рівня компетентностей з інформаційних та комунікаційних технологій.

Лекції проводяться для групи (або кількох груп) в аудиторії, оснащених мультимедійним проектором, що надає можливість наочно демонструвати використання СКМ під час розв'язування задач з "Дослідження операцій".

До недоліків лекції можна віднести:

- під час лекції студенти звикають до пасивного сприймання чужих думок, що сповільнює самостійне мислення;
- деякі студенти встигають осмислити слова лектора, а деякі – механічно записати ці слова;
- слухання лекцій у окремих студентів може зменшувати потяг до самостійного здобування знань.

При вивченні "Дослідження операцій" можуть виникати ситуації, коли лекція не може бути замінена жодною формою навчання, а саме:

- новий навчальний матеріал з певної теми ще не знайшов відображення в існуючих підручниках (наприклад "Розв'язування оптимізаційних задач на графах з використанням СКМ Maxima");
- окремі теми курсу особливо важкі для самостійного вивчення і їх вивчення вимагає ретельного попереднього методичного опрацювання викладачем (наприклад "Моделі динамічного програмування").

Разом з тим слід брати до уваги і істотні переваги лекції:

- можливості творчого спілкування лектора з аудиторією, співтворчість, емоційна взаємодія безпосередньому спілкування з лектором;
- лекція – економний спосіб подання складних теоретичних відомостей;
- під час лекції активізується мислительна діяльність студентів, якщо лектор контролює увагу студентів, спонукує їх слідкувати за ходом своїх думок;
- високо кваліфікований лектор є взірцем для майбутнього вчителя.

Лектор не лише повинен досконало знати предмет, а й зрозуміло для студентів його подавати, що, в свою чергу, передбачає послідовність, наочність подання, усвідомлене засвоєння матеріалу студентами, і як наслідок, його розуміння. Від майстерності лектора залежить ефективність розкривання педагогічного потенціалу лекційної форми організації навчання. Разом з тим формування знань і вмінь та відповідних навичок продовжується на лабораторних заняттях, і значною мірою підсилюється під час самостійної роботи студентів.

Для кожного *лабораторного* заняття розроблені варіанти індивідуальних завдань, які розділено на *три* рівні складності. Рівень складності завдання для виконання обирається студентом самостійно. Завдання першого рівня складності відповідають репродуктивному рівню засвоєння знань та оцінюються найменшою (до 5 балів) кількістю балів. Для розв'язування завдань другого рівня складності необхідний евристичний характер інтелектуальної діяльності, завдання оцінюються середньою (до 15 балів) кількістю балів. До третього рівня складності відносяться завдання, для розв'язування яких необхідний творчий підхід. Задачі сформульовані таким чином, що для їх розв'язування необхідно володіти елементами дивергентного мислення. Дивергентне мислення зазвичай притаманне творчим особистостям, схильним створювати нові поєднання з тих елементів, які інші використовують лише звичним чином. При успішному виконанні завдань цього рівня студент заслуговує на найбільшу (до 20 балів) кількість балів. Таким чином, реалізовується диференціація навчання, студент сам бачить результати своєї роботи і сам може оцінити об'єктивність і точність виставлення рейтингових балів.

Приклади індивідуальних завдань до теми "Моделювання оптимізаційних задач на графах":

Рівень 1.

- **Завдання 1.** Нарисувати довільний орієнтований граф, що містить 8 вершин. Знайти найкоротші шляхи між парами вершини графа на основі алгоритму Дейкстри.
- **Завдання 2.** Для завдання 1 відшукати найкоротші відстані між вершинами:

а) 4 і 1; б) 1 і 5; в) 1 і 8; г) 2 і 5.

Рівень 2.

На рис. 3.1 показана комунікаційна мережа між двома станціями 1 і 7. Біля кожної дуги цієї мережі вказана імовірність передавання повідомлення без втрати за цими дугами. Необхідно знайти маршрут від станції 1 до станції 7 з максимальною імовірністю успішного передавання повідомлення. Сформулювати задачу як пошук найкоротшого шляху і реалізувати за допомогою СКМ.

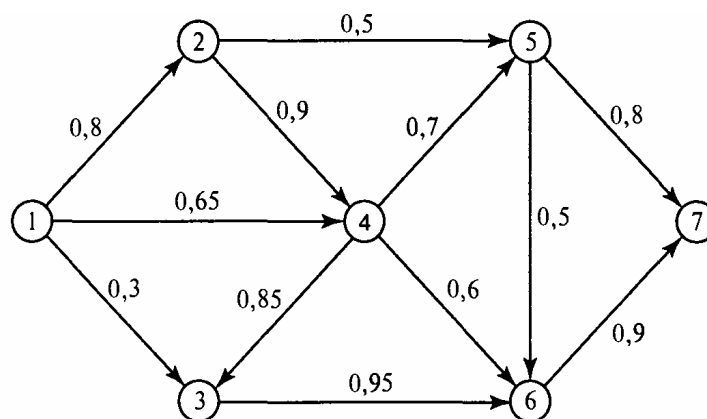


Рис. 3.1 Комунікаційна мережа

Рівень 3.

Задача рюкзака. Мандрівник, збираючись в дорогу, намагається помістити в свій рюкзак (об'ємом 5 кубічних одиниць) найбільш необхідні в дорозі речі. Є три речі, об'ємом відповідно 2, 3 і 4 кубічних одиниць, необхідність яких оцінюється (за 100-бальною шкалою) в 30, 50 і 70 балів. Сформулювати

цю задачу як мережну, де необхідно визначити найдовший шлях, і знайти її оптимальний розв'язок. (Примітка. Вершину цієї мережі можна визначити як пару $[I, v]$, де I – номер речі, який вибирається, а v – вільний об'єм рюкзака, який залишився після вибору i -ї речі).

Основними цілями проведення лабораторних робіт з курсу "Дослідження операцій" є:

- поглиблене освоєння студентами теоретичних положень дисципліни, отримання практичних навичок постановки і розв'язування задач;
- освоєння студентами прийомів, методів розв'язування задач з використанням СКМ;
- формування у студентів вмінь та навичок роботи з СКМ;
- засвоєння прийомів, методів опрацювання, уявлення та інтерпретації результатів проведених досліджень;
- набуття практичних навичок добору, налаштування і застосування СКМ для науково-дослідної роботи.

Для ефективного досягнення перерахованих вище цілей студенти повинні:

- розуміти зміст і значущість цілей кожної лабораторної роботи;
- знати теоретичний матеріал, на основі якого проводиться лабораторне заняття;
- розуміти обґрунтованість застосування в лабораторній роботі конкретних інструментів дослідження;
- знати особливості методів (способів) розв'язування завдань, що пропонуються.

Лабораторні роботи з курсу "Дослідження операцій" проводяться за індивідуальними завданнями. Така організація лабораторних занять дає можливість забезпечити професійну спрямованість навчального процесу, оскільки у майбутньому, під час трудової діяльності, студентам доведеться в основному самостійно вирішувати проблеми, враховуючи надзвичайно швидку зміну і розвиток інформаційних технологій.

Метод (з грец. μέθοδος – "шлях через") – систематизована сукупність кроків, які треба здійснити для розв'язування певної задачі, досягнення мети [46].

Метод навчання – впорядковані способи взаємопов'язаної діяльності викладача та студента (їх взаємо сприяння), спрямовані на досягнення цілей навчання [136, с. 87].

За методом навчання визначається, що і як саме студенти повинні робити з навчальним матеріалом, які властивості і зв'язки між об'єктами необхідно розкривати.

Методи навчання – це способи спільної діяльності викладача та студентів, спрямовані на досягнення ними навчальних цілей [237]. Вибір методів навчання визначається цілями, змістом, формами, засобами навчання, умовами, в яких перебігає навчальний процес, тощо. В умовах застосування СКМ як засобів навчання, основним фактором вибору методів навчання є задача організації продуктивної спільної діяльності студентів і викладачів.

На думку Ю. І. Машбиця, застосування ІКТ у навчальному процесі спричинює суттєві зміни в методах навчання [150]. Ефективність методів навчання при цьому підвищується завдяки тому, що:

- використання ІКТ та засобів навчання надає широкі зображувальні можливості в розкритті способу вивчення об'єкта, у наочному поданні прийомів аналізу умови завдання, контролю за власними діями тощо;
- значно розширюється коло навчальних завдань, зокрема, професійного змісту.

Серед методів навчання, що застосовуються у вищій школі, за ступенем самостійності та активності мислення студентів розглядають дві групи методів навчання: *репродуктивні* та *продуктивні*.

До репродуктивних методів відносять: пояснювально-ілюстративний (лекція, показ, пояснення, бесіда) та безпосередньо репродуктивний метод.

До групи методів продуктивного навчання відносять: навчання у співпраці, проблемний метод, евристичний, дослідницький.

Пояснювально-ілюстративний метод полягає в тому, що викладач повідомляє підготовлений навчальний матеріал з використанням різних засобів, а студенти сприймають, усвідомлюють і запам'ятовують надані відомості.

Лекція. Характерною особливістю лекції як метода навчання є те, що в ній систематично, послідовно, логічно, чітко подається великий за обсягом навчальний матеріал.

Показ (демонстрація) – передбачає показ студентам різноманітних наочних об'єктів і їх зображень за допомогою моделей, приладів, схем, мультимедійних засобів – проектор, сенсорна дошка і т.п.

Пояснення – це докладне, доступне висвітлення окремих питань, явищ, змісту роботи на лабораторних або практичних заняття. Застосовуючи цей метод, викладач повідомляє невеликий за обсягом навчальний матеріал, розглядає окремі питання.

Репродуктивний метод. Для набуття навичок і вмінь через систему завдань організовується діяльність студентів за неодноразового відтворення повідомлених викладачем відомостей і показаних способів діяльності. Викладач дає завдання, а студенти їх виконують, використовуючи подібні завдання, складають плани.

Під час використання обох зазначених методів навчання збагачуються знання, вміння та навички студентів, формуються і розвиваються у них основні розумові операції (аналіз, синтез, абстрагування і т. д.), але не гарантується розвиток творчих здібностей, не дозволяють планомірно і цілеспрямовано їх формувати. Така мета досягається на основі використання продуктивних методів.

Продуктивні методи навчання. Найважливішою вимогою до вищої школи є формування якостей творчої особистості. І. М. Ібрагімова [78] вважає, що одним із ефективних продуктивних методів навчання є *метод навчання у співпраці*. Такий метод з'явився як альтернатива традиційній аудиторно-лекційній системі. У методі поєднуються три ідеї: навчання в колективі, взаємооцінювання та навчання в малих групах. При навчанні у співпраці рушійною силою,

що впливає на навчально-пізнавальну діяльність студентів, є вплив колективу, навчальної групи, що є практично не можливим при традиційному навчанні.

Однією з умов функціонування продуктивних методів є наявність проблеми. У розв'язанні проблеми можна виділити чотири головні етапи:

- створення проблемної ситуації;
- аналіз проблемної ситуації, формулювання проблеми та подання її у вигляді однієї або кількох проблемних задач;
- розв'язування проблемних задач шляхом висунення гіпотез та послідовного їх обґрунтування чи спростування;
- перевірка коректності розв'язку проблеми.

Навчання на основі продуктивних методів прийнято називати *проблемним навчанням*. В основі *методу проблемного навчання* покладено розгляд складних пізнавальних задач, розв'язування яких є цікавим з практичної та теоретичної точки зору. У процесі проблемного навчання увага студентів фіксується на важливих проблемах, за рахунок чого підсилюється стимулюють пізнавальна активність студентів, розвиваються у них вміння та навички розв'язування проблем.

В процесі навчання за *евристичним методом* студенти частково вирішують поставлену проблему разом з викладачем, який керує пошуковою діяльністю студентів. На основі прийому евристичних питань забезпечується ефективність пізнавальної діяльності студентів.

Для *методу дослідницького навчання* характерні чітко поставлені актуальні й значущі для студентів цілі, продуманої та обґрунтованої структури, широкое використання методів досліджень, наукових методів опрацювання та оформлення результатів.

До методів навчання інформатичних дисциплін відносяться обчислювальний експеримент та програмування. Це пов'язано з наступними обставинами:

1) обчислювальний експеримент є методологією інформатики як науки, тому його можна віднести до принципів (методології) наукових методів учіння [136, с. 91];

2) цілі навчання дослідження операцій у вищій школі включають необхідність засвоєння як певної сукупності наукових фактів, так і методів отримання цих фактів, які використовуються в самій науці, а програмування відображає метод пізнання, що застосовується в інформатиці. При цьому під терміном "програмування" розуміється діяльність, яка у вузькому сенсі зводиться до простого кодування відомого алгоритму, а в широкому – співпадає з методологією інформатики, тобто є тотожною обчислювальному експерименту [136, с. 92].

М. П. Лапчик [140], О. І. Бочкін [20] та Н. В. Морзе [161], виділяють ще *спеціальні методи навчання інформатики*, до яких відносять *метод доцільно дібраних задач* та *метод демонстраційних прикладів*.

Сутність *методу доцільно дібраних задач* полягає в наступному:

- з боку викладача – в побудові системи вправ (або системи доцільно дібраних задач), причому виконання кожної з вправ системи базується на виконанні попередньої і спрямоване на розв'язування сформульованої проблемної ситуації;
- з боку студентів – у розв'язуванні деякої проблемної ситуації, яка сформульована викладачем.

Найважливішим елементом лабораторних занять з курсу "Дослідження операцій" є відповідним чином дібрані завдання. Завдання даються студентам з врахуванням основ теорії, поданої на лекції. Як правило, на лабораторному занятті основна увага звертається на формування конкретних умінь та навичок, на основі чого і визначається зміст діяльності студентів – розв'язування задач, графічні роботи, уточнення категорій і понять дисципліни, що вивчається. Аналізуючи завдання із студентами, викладачеві слід звертати особливу увагу на формування здатностей до осмислення і розуміння матеріалу з теми.

На лабораторних заняттях відбувається закріплення теоретичних знань, поглиблення розуміння розглядуваних теоретичних положень, а також формування відповідних практичних вмінь і навичок студентів. Студентам на ви-

вчення кожної теми з курсу "Дослідження операцій" пропонуються відповідні методичні матеріали (див. [218]).

Одним із методів, що базується на ідеях методу доцільно дібраних задач, є моделювання. Метод комп'ютерних моделей був розширений з "навчальних інформаційних моделей", які одержали назву "демонстраційні приклади", а новий метод навчання з їх використанням – метод демонстраційних прикладів [138].

Комп'ютерна модель – це програмне середовище для обчислювального експерименту, в якому поєднуються на основі математичної моделі явища чи процесу засоби аналізу об'єкта експерименту та відображення даних про нього [137].

Демонстраційні приклади подаються у вигляді вихідних текстів програм мовами програмування. Тому часто комп'ютерні засоби навчання для підтримання методу демонстраційних прикладів мінімальні: потрібен лише текстовий процесор (бажано з підтримкою гіпертексту) і система програмування обраною мовою [162].

Для реалізації цього методу навчання викладач створює до кожної лабораторної роботи методичні вказівки, до яких включаються:

- формулювання теми, мети навчання, вимог до підготовки студентів, заплановані результати навчання;
- стислий опис основних понять і методів, необхідних для виконання завдання;
- демонстраційні приклади. При складанні і доборі демонстраційних прикладів необхідно дотримуватися принципу: "подавати програми в остаточному вигляді, щоб їх можна було реально виконувати";
- завдання для самостійного виконання [27].

Розробка власної нової програми – трудомісткий процес, тим більше, якщо програма призначається для реалізації досить складних методів. Тому, по-перше, це практично неможливо зробити в рамках одного заняття; по-друге, налагодження програми вимагає часу і відволікає часто на неістотні дрібниці;

по-третє, робить недосяжними поставлені цілі і, по-четверте, виконання описаних завдань неефективно без попередньої підготовки студента до заняття [160].

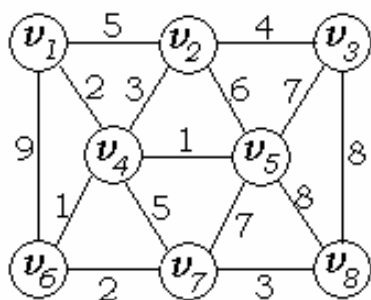
Метод демонстраційних прикладів доцільно використовувати при вивченні прикладних програм. Використання даного методу надає можливість інтенсифікувати спілкування студентів між собою і з викладачем, який проводить лабораторні роботи, передавати один одному демонстраційні приклади, що були написані іншими студентами, аналізувати їх, модифікувати тощо [162].

Наведемо приклад із лабораторного заняття на тему "Побудова каркасу мінімальної вартості. Алгоритм Прима" з використанням методів *доцільно дібраних задач та демонстраційних прикладів*.

Метою виконання завдань до лабораторної роботи є: навчитися будувати каркас неорієнтованого графа на основі алгоритму Прима.

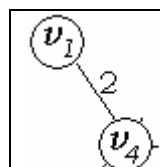
Після розгляду основних теоретичних положень з теми та обговорення алгоритму Прима студентам пропонується наступний приклад.

Приклад 3.1. Побудувати каркас мінімальної вартості на основі алгоритму Прима для заданого графа.

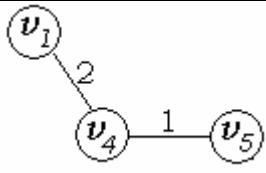
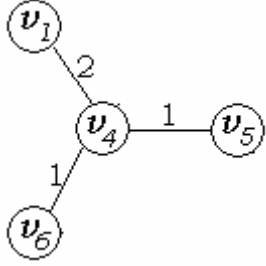


Матриця ваг матиме вигляд:

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	5	*	2	*	9	*	*
2	5	0	4	3	6	*	*	*
3	*	4	0	*	7	*	*	8
4	2	3	*	0	1	1	5	*
5	*	6	7	1	0	*	7	8
6	9	*	*	1	*	0	2	*
7	*	*	*	5	7	2	0	3
8	*	*	8	*	8	*	3	0



1. Вибираємо початкову вершину v_1 і вносимо її у масив $\{v_1\}$. Шукаємо ребро мінімальної вартості серед ребер, інцидентних вершині $v_1 - (v_1, v_4)$. Додаємо вершину v_4 до масиву $\{v_1, v_4\}$.

	<p>2. Знаходимо наступне ребро мінімальної вартості серед ребер, інцидентних вершинам v_1 та v_4, крім ребра (v_1, v_4). Це (v_4, v_5) та (v_4, v_6). Беремо будь-яке з них і включаємо вершину v_5 до масиву $\{v_1, v_4, v_5\}$.</p>
	<p>3. Серед ребер, інцидентних вершинам v_1, v_4 та v_5, крім ребер (v_1, v_4) та (v_5, v_4) знаходимо наступне ребро мінімальної вартості. Це (v_4, v_6) і включаємо вершину v_6 до масиву $\{v_1, v_4, v_5, v_6\}$</p>

Так продовжуємо, доки всі вершини графа не будуть включені до масиву.

Каркас заданого графа матиме вигляд:

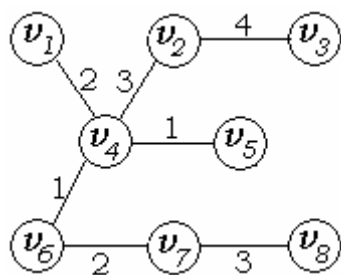


Рис. 3.2. Каркас заданого графа

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	*	*	2	*	*	*	*
2	*	0	4	3	*	*	*	*
3	*	4	0	*	*	*	*	*
4	2	3	*	0	1	1	*	*
5	*	*	*	1	0	*	*	*
6	9	*	*	1	*	0	2	*
7	*	*	*	*	*	2	0	3
8	*	*	*	*	*	*	3	0

Матриця ваг

Далі студентам пропонується демонстраційний приклад (програмна реалізація даного завдання у середовищі СКМ Maxima).

Вихідний код програми.

```

c: genmatrix(lambda([i,j], inf), n, n)$
for i:1 thru n do
  (for j:1 thru n do
    (if member([i,j],edges(g)) then (c[i,j]:get_edge_weight([i,j],g),
                                     c[j,i]:get_edge_weight([i,j],g))
  )
)
)
)$
c;
V:vertices(g)$
w:1$
W:delete(w,V)$
T:[]$
for v:1 thru n do
  (near[v]:w,
   d[v]:c[v,w])$
for i:1 while i<n do
  (
dmin:inf,
  for j:1 thru n do
    (if (d[j]<dmin) and (member(j,W)) then (v:j,dmin:d[j])),
T:append(T,[[near[v],v]]),

W:delete(v,W),
for u:1 thru n do

(if (d[u]>c[u,v]) and (member(u,W))
  then (near[u]:v,d[u]:c[u,v]))

```

```
) $
```

∞	5	∞	2	∞	9	∞	∞
5	∞	4	3	6	∞	∞	∞
∞	4	∞	∞	7	∞	∞	8
2	3	∞	∞	1	1	5	∞
∞	6	7	1	∞	∞	7	8
9	∞	∞	1	∞	∞	2	∞
∞	∞	∞	5	7	2	∞	3
∞	∞	8	∞	8	∞	3	∞

Результат виконання програмного коду подано на рис. 3.3.

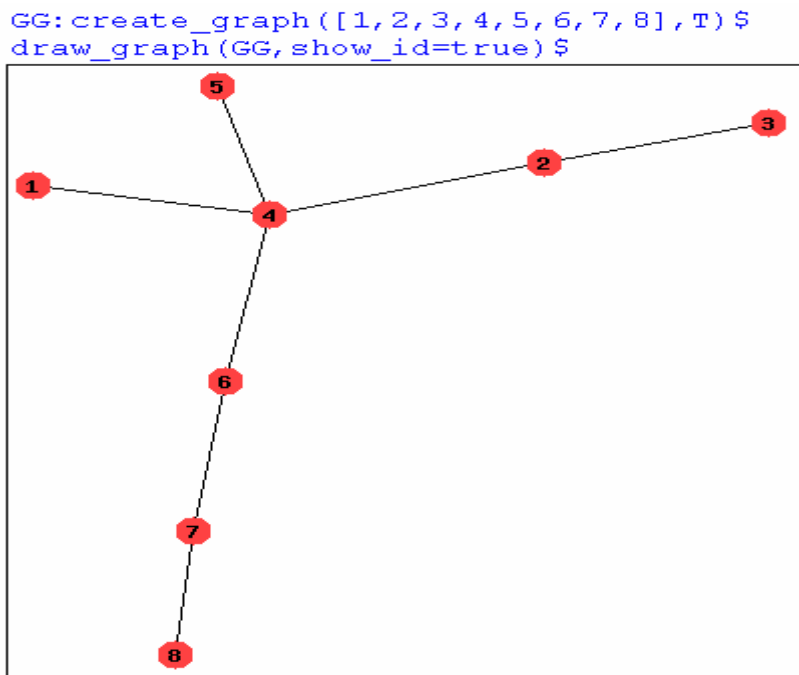


Рис. 3.3. Каркас заданого графа

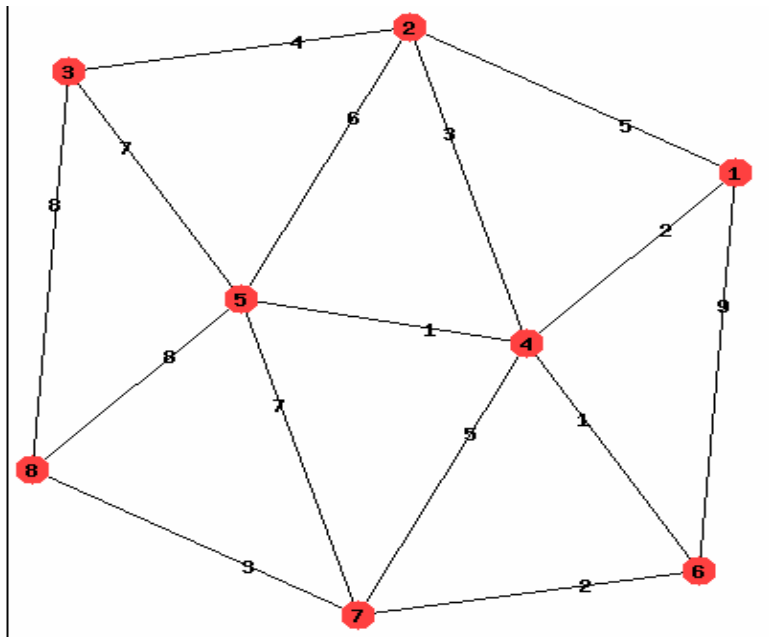
Після цього пропонується перевірити результат, використавши функцію побудови каркасу мінімальної вартості *minimum_spanning_tree(g)*.

```
load(graphs)$
```

```

g:create_graph([1,2,3,4,5,6,7,8],
              [[[1,2],5], [[1,4],2], [[1,6],9],
               [[2,3],4], [[2,4],3], [[2,5],6],
               [[3,5],7], [[3,8],8],
               [[4,5],1], [[4,6],1], [[4,7],5],
               [[5,7],7], [[5,8],8],
               [[6,7],2],
               [[7,8],3]
              ])$
draw_graph(g,show_weight=true,show_id=true)$

```



```

t:minimum_spanning_tree(g)$
draw_graph(t,show_id=true)$

```

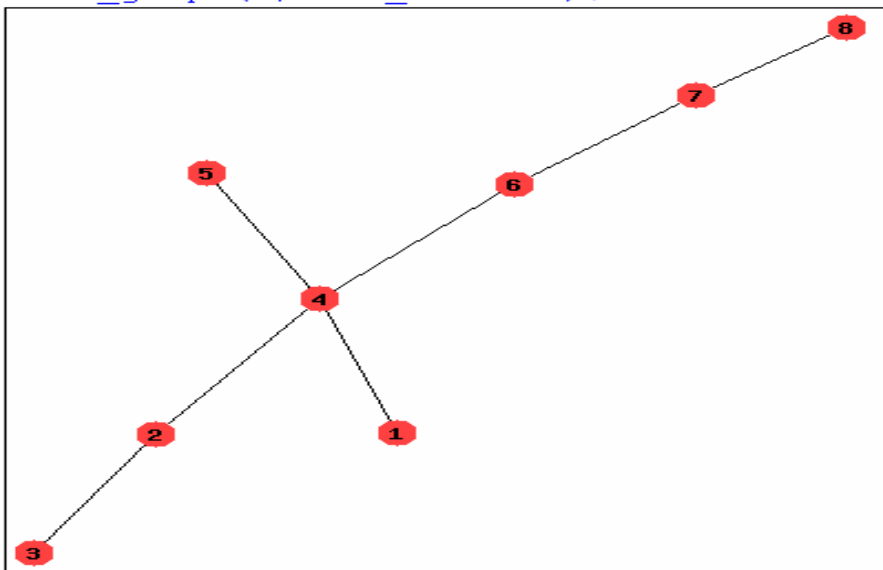


Рис. 3.4. Каркас мінімальної вартості заданого графа

В кінці кожної лабораторної роботи пропонуються завдання для самостійного виконання.

Рівень1.

- **Завдання.** Нарисувати довільний неорієнтований граф з 8-ма вершинами. Побудувати для цього графа матрицю суміжності та каркас мінімальної вартості на основі алгоритму Прима.

Рівень2.

- **Завдання.** Телевізійна компанія планує підключити до своєї кабельної сітки п'ять нових районів. На рис. 3.5. показана структура планової сітки та відстань між районами та телецентром. Необхідно побудувати найбільш економну кабельну сітку, якщо вершина 1 відповідає телецентру.

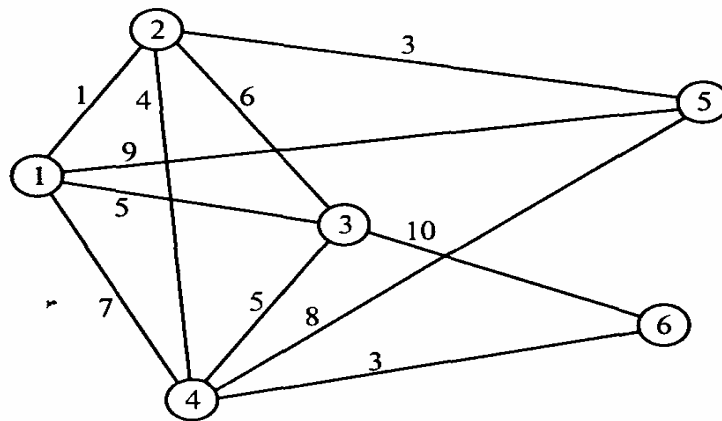


Рис. 3.5. Кабельна сітка

Рівень3.

- **Завдання.** На рис. 3.6. показані відстані між платформами, які добувають газ у морі і приймальним пунктом, який знаходиться на березі. Оскільки платформа 1 найближча до берега, вона оснащена необхідним обладнанням для перекачки газу від інших платформ до приймального пункту. Спроектувати сітку трубопроводу мінімальної довжини, яка з'єднає приймальний пункт з іншими платформами.

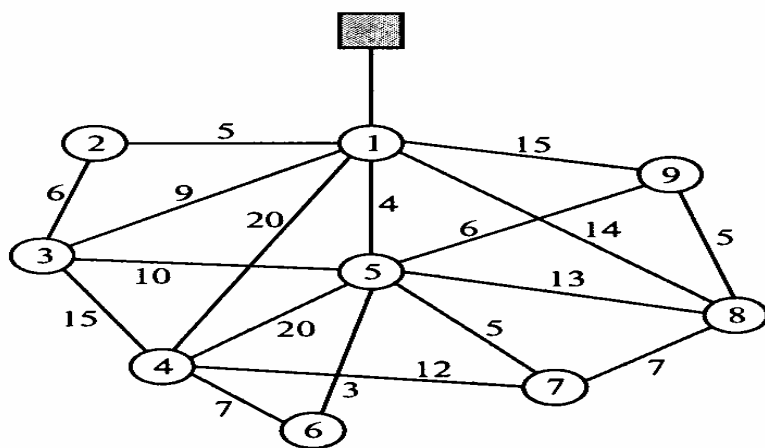
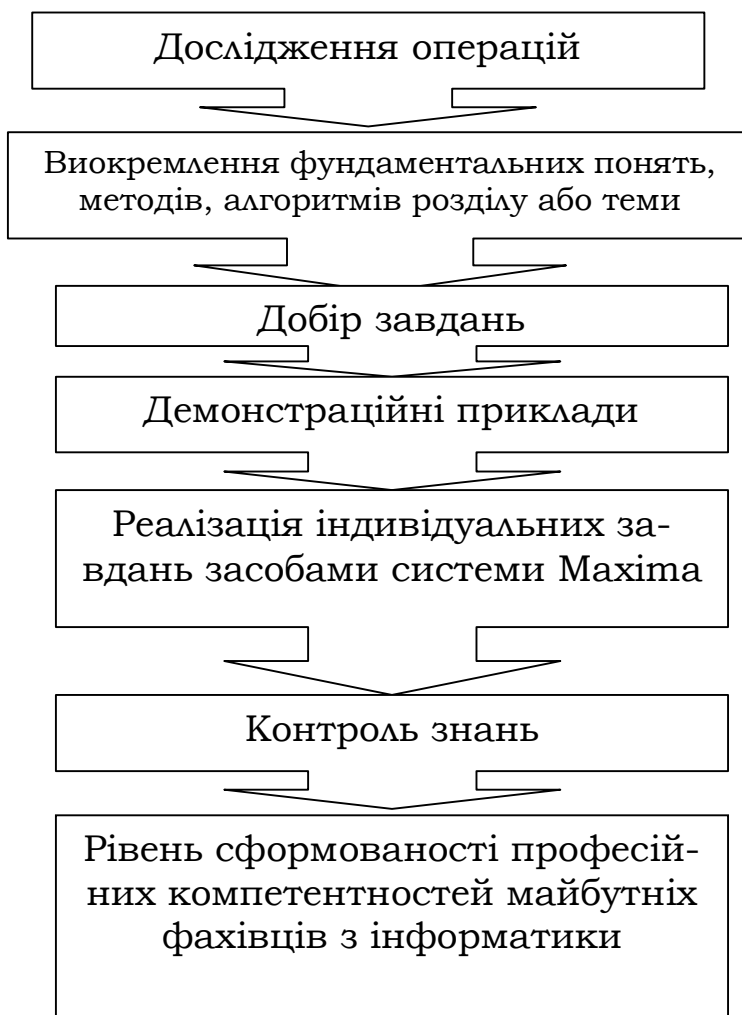


Рис.3.6. Схема платформ, які добувають газ

Таким чином, методику використання СКМ Махіма як засобу навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики можна узагальнити наступним чином:



Особливість розробленої методики полягає у використанні системного підходу до впровадження СКМ у процес навчання дослідження операцій та ви-

користанні їх для забезпечення міжпредметних зв'язків у підготовці майбутніх фахівців з інформатики.

3.4. Методичні рекомендації щодо використання системи Махіта в процесі навчання курсу "Дослідження операцій"

Дуже часто при плануванні навчального процесу, розробці різноманітних завдань і критеріїв оцінювання навчальних досягнень студентів викладачі опираються на власний досвід і досвід своїх колег. Часто досить ефективними виявляються ті навчальні роботи, які підготовлені або модифіковані самим викладачем.

Використання СКМ надає можливість реалізовувати компетентнісний підхід більш ефективно.

Процедури вирішення задач дослідження операцій припускають виконання великого обсягу обчислювальної роботи. Багато процедур мають циклічний характер. Рутинна робота з пошуку розв'язку вимагає великих затрат сил і часу і може служити причиною виникнення помилок. Щоб уникнути появи помилкових результатів обчислювального характеру, властивих людині, і на декілька порядків скоротити час розв'язання, необхідно процедури розв'язання задач дослідження операцій здійснювати за допомогою сучасних інформаційних технологій, що зарекомендували себе як найбільш вдалі програмно-інструментальні засоби для розв'язання різних задач теорії дослідження операцій. Вибір тієї або іншої технології для розв'язання конкретної задачі визначається у першу чергу здатністю використати обрану технологію для розв'язання даного завдання. Неменш важливою умовою для вибору є доступність програмного засобу [209].

Слід зазначити, що широкий набір засобів для комп'ютерного підтримування аналітичних, обчислювальних та графічних операцій роблять СКМ Махіта одним з основних засобів у професійній діяльності фахівців з інформатики. Тому їх використання у наукових дослідженнях і практичній діяльності є

доцільним і необхідним. Використання СКМ, зокрема пакету Maxima, у навчальному процесі ВНЗ при вивченні дослідження операцій надасть можливість підвищити рівень професійної підготовки студентів, рівень їх математичної та інформаційної культури, зробити майбутніх фахівців конкурентоспроможними на міжнародному ринку праці.

Наведемо методичні рекомендації використання системи Maxima на прикладі фрагмента курсу "Дослідження операцій".

Вступне заняття. На вступній лекції викладач знайомить студентів з основними поняттями, метою і призначенням курсу "Дослідження операцій", його роль і місце в системі навчальних дисциплін. Далі доцільно розповісти про загальну методика роботи над курсом, дати характеристику підручників та навчальних посібників, розповісти про вимоги, що висуваються до студентів. Подібний вступ допомагає студентам отримати загальне уявлення про предмет, орієнтує їх на систематичну роботу над конспектами та літературою, знайомить з методикою роботи над курсом. Доцільно також дати загальну характеристику СКМ Maxima, ознайомити студентів з основними етапами розв'язування задач за допомогою комп'ютера.

Характеристика системи комп'ютерної математики Maxima.

У системі Maxima передбачено досить широкий набір функцій для виконання символічних обчислень. Maxima – одна з небагатьох вільно поширюваних відкритих систем, що не поступається комерційним СКМ Mathematica та Maple. Система Maxima розповсюджується під ліцензією GPL і може функціонувати як в середовищі операційних систем Linux, так і Windows.

Розглянемо роботу з системою Maxima з графічним інтерфейсом wxMaxima, який базується на wxWidgets, під управлінням операційної системи Windows.

Основні команди та функції системи Maxima містяться у ядрі. В системі Maxima, як і більшості СКМ, вбудовано також пакети розширень, за рахунок чого збільшуються можливості її використання при розв'язуванні спеціальних задач.

Метою виконання першої лабораторної роботи є: ознайомлення з системою Maxima та основними правилами роботи з нею. Під час цієї роботи розглядаються наступні питання: запуск системи Maxima, робота з пунктами головного меню, операції з файлами, панель інструментів, контекстна панель та палітри введення, введення та редагування виразів, робота з довідковою системою в пакеті Maxima, конструювання виразів та виконання арифметичних операцій над числами, змінними та функціями, призначення дужок (круглих, фігурних, квадратних), виконання підстановок.

Під час виконання даної лабораторної роботи студентам пропонується виконати такі завдання:

- розпочати нову сесію Maxima;
- ввести кілька математичних виразів, до яких включити стандартні математичні функції та оператори, використовуючи для позначення імен змінних латинські та грецькі літери. Математичний вираз має містити кілька функцій (три-чотири) та кілька змінних (дві-три). Обчислити значення виразу при різних змінних;
- зберегти файл з результатами виведення. Назву файлу дібрати на власний розсуд.

Команди для розв'язування задач оптимізації на графах.

У рамках дисципліни "Дослідження операцій" вивчається велика кількість практичних задач, які зручно інтерпретувати як задачі оптимізації на графах. Прикладами таких задач є відшукання найкоротшого маршруту між двома населеними пунктами, визначення максимальних пропускних характеристик нафтопроводу, укладання календарного плану виконання робіт проекту тощо.

У розділі "Задачі оптимізації на графах" конспективно вивчаються базові поняття та терміни теорії графів [29; 36]. Розглядаються неорієнтовані графи, орієнтовані графи (або орграфи), навантажені графи, шляхи та цикли, зв'язність, ізоморфізм графів, ейлерів цикл у графі. Детально вивчаються питання виокремлення мінімального каркасу в неорієнтованих графах, типові задачі виокремлення каркасів у простих графах. Математично обґрунтовуються

алгоритми Прима та Крускала виокремлення мінімального каркасу, а також алгоритм Дейкстри відшукання найкоротшого шляху від деякої вершини орграфа до всіх інших вершин та алгоритм Флойда знаходження найкоротших шляхів між усіма парами вершин орграфа. Розв'язуються класичні задач виокремлення мінімального каркасу та знаходження найкоротшого шляху, які мають важливе практичне значення.

На лекції "Команди для розв'язування задач оптимізації на графах" розглядаються команди створення та зміни графу: додавання вершин та ребер, вилучення вершин та ребер. Також слід пояснити призначення та особливості виконання й інших команд для знаходження найкоротшого шляху.

Мета виконання лабораторної роботи: формування вмінь та навичок використання команд пакету *graphs* для розв'язування задач з теорії графів.

Моделювання оптимізаційних задач на графах.

На лекційному занятті звертається увага студентів на те, що процес моделювання складається з таких основних етапів [223]:

1. "Постановка задачі і визначення властивостей оригіналу, який потрібно досліджувати.
2. Констатація труднощів або неможливості дослідження оригіналу безпосередньо.
3. Вибір моделі, в якій достатньо добре відображаються істотні властивості оригіналу і яку можна легко досліджувати.
4. Дослідження моделі у відповідності до поставленої задачі.
5. Перенесення результатів дослідження моделі на оригінал.
6. Перевірка адекватності цих результатів".

Найважливішим у процесі моделювання є вибір моделі й обґрунтування правомірності перенесення результатів дослідження моделі на оригінал. Для розв'язування цих задач існують як загальні, так і спеціальні методи.

Мета виконання лабораторної роботи: формування вмінь та навичок використання команд для моделювання оптимізаційних задач на основі теорії графів з використанням СКМ Maxima.

В ході виконання лабораторної роботи "Моделювання оптимізаційних задач на графах" студентам пропонується виконати наступні завдання:

- знайти найкоротший шлях у довільному орієнтованому графі, використовуючи алгоритм Дейкстри;
- знайти найкоротший шлях у довільному орієнтованому графі, використовуючи алгоритм Флойда.

Під час виконання лабораторної роботи студентам пропонуються завдання на застосування алгоритму Дейкстри [89; 266], що часто використовується при знаходженні найкоротшого шляху як в орієнтованому графі, так і в неорієнтованому, на прикладах.

Приклад 3.2. Заданий орієнтований граф (рис. 3.7). Знайти найкоротший шлях з вершини 1 до вершини 6.

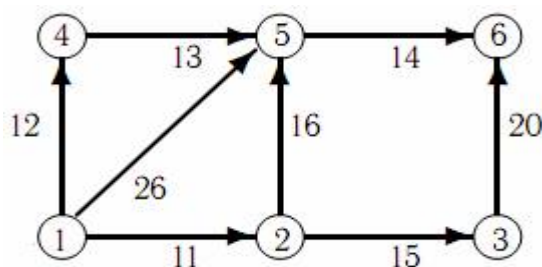


Рис.3.7. Заданий граф

Розв'язання.

✓ Будуємо матрицю суміжності графа:

	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
v_1		11		12	26	
v_2			15		16	
v_3						20
v_4					13	
v_5						14
v_6						

✓ Створюємо одновимірний масив (порожній масив за замовчуванням) вершин від 1 до 6.

	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6

✓ Вибираємо вершину графа, від якої треба знайти відстані до інших вершин v_1 , вносимо її до масиву і позначаємо $P_0[\emptyset]$.

	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
P_0	0					

✓ Розглядаємо ребра, які “виходять” з v_1 : $((v_1, v_2), (v_1, v_4), (v_1, v_5))$ і шукаємо серед них ребро мінімальної довжини. Очевидно, що найкоротший шлях від v_1 до v_2 складається з одного ребра і його довжини $L(v_1, v_2)=11$. Отже, задача для v_2 розв’язана. Внесемо цю вершину до масиву і будемо вважати її постійною. Позначимо $P_1[11]$. Вершини v_4 і v_5 тимчасові – 12 і 26 відповідно.

i	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
P_0	0					
P_1		11		12	26	

✓ Розглядаємо ребра, які “виходять” з v_2 : $((v_2, v_3), (v_2, v_5))$, і шукаємо серед них ребро мінімальної довжини. Це буде $L(v_2, v_3)=15$. Визначаємо шлях $(v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_3)=26$ та $(v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_5)=27$. Попередня тимчасова вершини v_5 менша, ніж отримана, тому залишається без змін. Вершину v_3 вважатимемо тимчасовою 26. З трьох тимчасових мінімальне значення у вершини v_4 , тому зафіксуємо цю вершину і зробимо її постійною $P_2[12]$.

	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
P_0	0					
P_1		11		12	26	
P_2		11	26	12	26	

✓ З вершини v_4 “виходить” єдине ребро v_5 . Визначаємо шлях $(v_1 \rightarrow v_4 \rightarrow v_5)=25$. Вершина v_5 отримує значення 25, оскільки попереднє значення цієї вершини більше (26). З двох тимчасових вершин v_3 та v_5 мінімальне значення у вершини v_5 , тому вносимо v_5 до масиву і зробимо її постійною $P_3[25]$.

	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
P_0	0					
P_1	0	11		12	26	
P_2	0	11	26	12	26	
P_3	0	11	26	12	25	

✓ З v_5 теж “виходить” єдине ребро, яке веде до v_6 . Вершина v_6 становить 39 (25+14). З двох тимчасових вершин v_3 та v_6 мінімальне значення у вершини v_3 , тому зафіксуємо цю вершину і зробимо її постійною $P4[26]$.

✓

	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
$P0$	0					
$P1$	0	11		12	26	
$P2$	0	11	26	12	26	
$P3$	0	11	26	12	25	
$P4$	0	11	26	12	25	39

✓ З v_3 “виходить” єдине ребро, яке веде до v_6 . Оскільки $26+20>39$, тому значення вершини v_6 не змінюється і ця вершина стає постійною $P5[39]$.

	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
$P0$	0					
$P1$	0	11		12	26	
$P2$	0	11	26	12	26	
$P3$	0	11	26	12	25	
$P4$	0	11	26	12	25	39
$P5$	0	11	26	12	25	39

Процес зупиняємо, оскільки всім вершинам стають постійними (тобто всі вершини включені до масиву).

✓ Отже, найкоротший шлях від вершини v_1 до v_6 - $(v_1 \rightarrow v_4 \rightarrow v_5 \rightarrow v_6) = 39$.

Вихідний код програмної реалізації прикладу 3.2 у системі Maxima:

Задаємо граф матрицею суміжності

```
a: 10^10$
n: 6$
weight: matrix(
  [a, 11, a, 12, 26, a],
  [a, a, 15, a, 16, a],
  [a, a, a, a, a, 20],
  [a, a, a, a, 13, a],
  [a, 8, a, a, a, 14],
  [a, a, a, a, a, a]
)$
```

Обчислення найкоротших відстаней між заданими вершинами.

```

start:1$
finish:n$
for i thru n do path[i]:a$
j:start$
T:[j]$
path[j]:0$
while not(member(finish,T)) do
    (for i thru n do
        (if not(member(i,T)) and
        (path[i]>path[j]+weighth[j,i])
        then
        (path[i]:path[j]+weighth[j,i],vertex[i]:j)),

mn:a,
j:0,
(for i:1 thru n do
    (if (not(member(i,T))) and (mn>path[i])
    then (mn:path[i],j:i))),
if (mn>=a) then print("nema_shlayhu")
else T:append(T,[j])
    )$

```

Виведення результатів.

```

i:finish$
while (i#start) do
( print(i,"<-"),i:vertex[i])$
print(start)$
print("Length=",path[finish])$
6 <-
5 <-
4 <-
1
Length= 39

```

Також можна запропонувати студентам розв'язати дану задачу, використавши функцію знаходження мінімальних відстаней, та порівняти результати (див.с. 108, 109)

Далі студенти отримують індивідуальні завдання трьох рівнів складності (див.с.128).

При розв'язуванні оптимізаційних задач на графах реалізується міжпредметні зв'язки інформатичних, математичних, економічних та інших дисциплін, що сприяє інтелектуальному розвитку студентів на основі формування уявлень про цілісність бачення світу, забезпечується формування навичок во-

лодіння не тільки декларативними, але й процедурними знаннями. Використання теорії графів до розв'язування задач формує у студентів вміння подавати умови задачі мовою теорії графів, а потім інтерпретувати отриманий розв'язок в термінах початкової задачі.

Можливості використання системи Maxima для розв'язування задач оптимізації на графах досить широкі. Студент, використовуючи СКМ Maxima, розв'язує поставлену перед ним задачу, і таким чином у нього не виникає психологічного бар'єру у застосуванні математичного апарату, а крім того він також усвідомлює, який матеріал треба повторити (або вивчити). Розв'язування задач прикладного характеру (такими, зокрема є оптимізаційні задачі на графах) з використанням СКМ надає можливість формування професійних компетентностей. Цікавими також є дослідження задач теорії оптимізації, зокрема реалізації чисельних методів як умовної, так і безумовної оптимізації з використанням СКМ Maxima.

При вивченні розділу "Моделі динамічного програмування" студентам пропонуються для розв'язання задачі, для розв'язання яких використовуються команди та функції Maxima або створюються власні процедури та функції. Це у свою чергу сприяє вдосконаленню навичок програмування. Наприклад, при розв'язанні задачі динамічного програмування про рюкзак [216, с. 19] студенти виконують дослідницьку, творчу роботу, а її рутинна частина виконується за допомогою комп'ютера.

Математичні моделі "рюкзакового" типу використовуються для опису таких прикладних задач: задача завантаження унікального обладнання, задача формування портфелю замовлень, задача завантаження контейнерів та ін. Студентам пропонується наступне завдання.

Приклад 3.3. Нехай вантаж, що складається з неподільних предметів різних типів, потрібно завантажити в літак вантажопідйомністю P . Вартість і вага кожного предмета j -го типу відомі і складають відповідно c_j і p_j одиниць ($j = \overline{1, n}$).

Необхідно визначити, скільки предметів кожного типу необхідно завантажити в літак, щоб сумарна вартість вантажу була найбільшою, а вага не перевищувала вантажопідйомності літака.

Розв'язання. Математично задачу можна записати так:

Знайти такі цілі невід'ємні значення x_j ($j = \overline{1, n}$), які б максимізували функцію

$$f(x) = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

при обмеженнях

$$\sum_{j=1}^n p_j x_j \leq P,$$

де x_j - кількість вантажу j -го типу, що дозволяє досягти $\max f(x)$.

Процес розв'язання цієї задачі не є багатоетапним. Вона відноситься до класу задач цілочисельного програмування. Однак її можна розв'язати методами динамічного програмування. Для цього увесь процес розв'язання необхідно розбити на етапи штучно. На першому етапі слід розглянути все можливі варіанти завантаження літака предметами першого типу і серед них знайти оптимальний. На другому етапі визначити варіант завантаження літака предметами першого і другого типів і т.д. Процес розв'язання задачі продовжується до того часу, поки не буде знайдено оптимальний варіант завантаження літака предметами n типів.

Вихідний код програмної реалізації алгоритму розв'язання задачі про рюкзак (Додаток Н) розроблена для розв'язання задачі завантаження транспортного засобу методом динамічного програмування у середовищі Maxima. У програмі використано стандартні компоненти Maxima: умовний оператор If та оператори циклу For, While.

Розглянемо задачу завантаження на прикладі літака вантажністю $P=14$ тонн за вхідними даними:

Тип речей	Кількість речей, <i>штук</i>	Вага p_i , <i>тонн</i>	Вартість c_i , <i>тис. грн.</i>	Максимальна кількість, <i>штук</i>
1	x_1	3	10	4
2	x_2	4	23	3
3	x_3	6	28	2

Математична модель задачі має вигляд:

$$F = \sum_{i=1}^n c_i x_i \rightarrow \max$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i \leq P, \quad i = \overline{1, n}$$

Тобто $F = 10x_1 + 23x_2 + 28x_3 \rightarrow \max$

За умов

$$\begin{cases} 3x_1 + 4x_2 + 6x_3 \leq 14 \\ x_1 \leq 4 \\ x_2 \leq 3 \\ x_3 \leq 2 \end{cases}$$

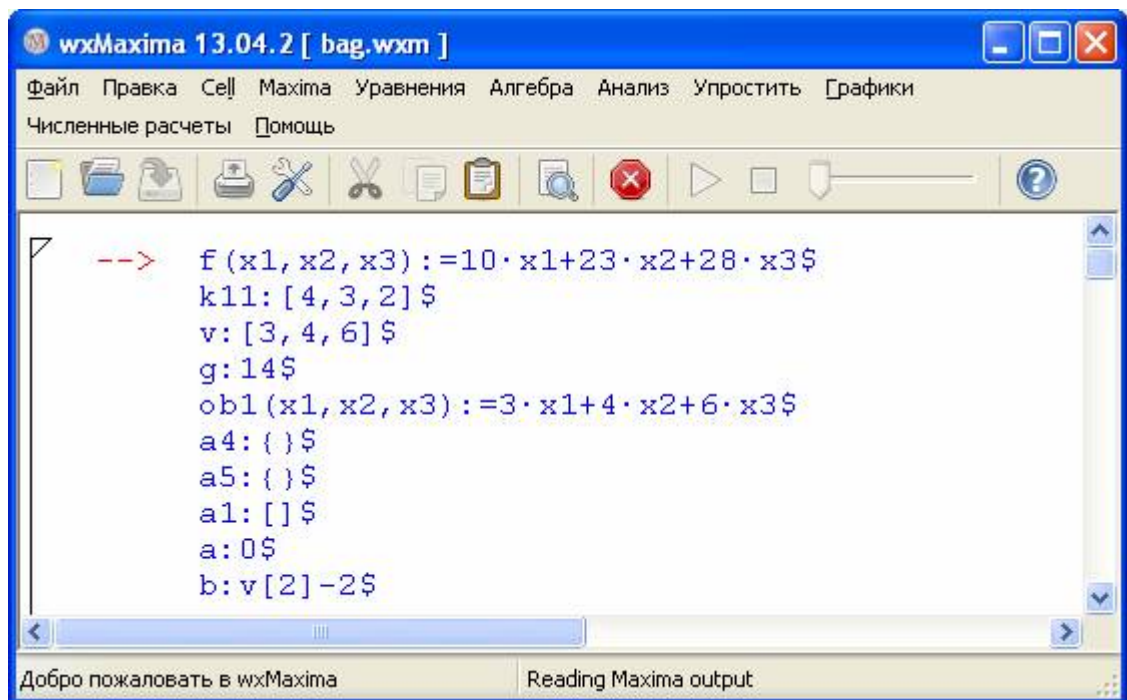


Рис. 3.8. Вхідні дані задачі

Процес завантаження літака розбивають на три етапи (по кількості типів речей).

Етап 1. складається із поступових завантажень літака лише речами x_1 . Перебираємо варіанти завантаження літака, поступово збільшуючи вагу (і кількість x_1) від нуля до максимуму ($0 < x_1 < 4$).

Завантаження літака складається із двох підколонок:

- 1) лівої підколонки, яка дорівнює вазі вантажу x_1 , завантаженого у літак;
- 2) правої підколонки, яка практично менше на одиницю наступного вантажу і визначає діапазон зміни завантаження без зміни функції мети.

Завантаженість	Функція мети	x_1
0..2	0	0
3..5	10	1
6..8	20	2
9..11	30	3
12..14	40	4

Етап 2. Складаємо завантаження речами x_1 та x_2 при поступовому збільшенні на одиницю кількості речей x_2 у діапазоні $0 \leq x_2 \leq 3$. Для кожного значення x_2 будуємо окрему таблицю.

2.1. Перша таблиця виконується при $x_2 = 0 = const$ поступовим додаванням речей x_1 (таблиця співпадає з етапом 1).

2.2. Після цього приймається зростаюче на одиницю $x_2 = 1 = const$, і знову те, що залишається у літаку для довантаження, заповнюється речами x_1 (для довантаження тут використовуємо дані при $x_2 = 0 = const$) і т.д.

Завантаженість	Функція мети	x_1	x_2
0..3	0	0	0
4..6	23	0	1
7..9	33	1	1
10..12	43	2	1
13..14	53	3	1

2.3. $x_2 = 2$

Завантаженість	Функція мети	x_1	x_2
0..7	0	0	0
8..10	46	0	2
11..13	56	1	2
14	66	2	2

2.4. $x_2 = 3$

Завантаженість	Функція мети	x_1	x_2
0..11	0	0	0
12..14	69	0	3

Результати розрахунків у системі Махіма подано на рис. 3.9.

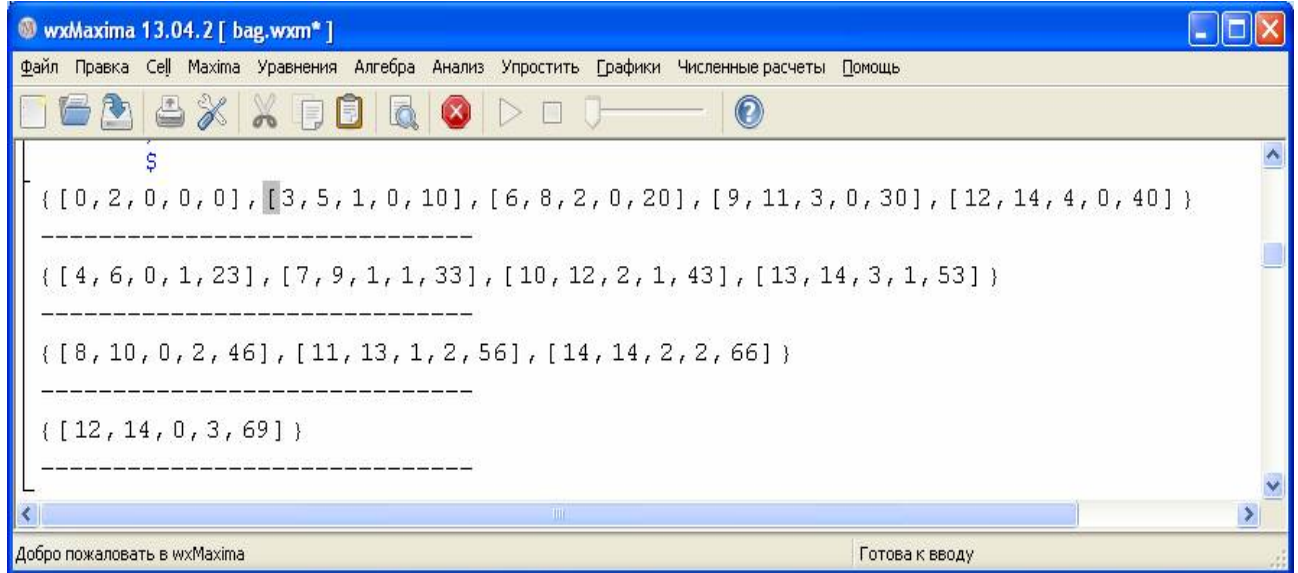


Рис. 3.9. Результати розрахунків у системі Махіма

Вибираємо всі числа, які є у стовпці “Завантаженість”, виписуємо їх у порядку зростання і групуємо по два:

$$\overbrace{0, 2}, \underbrace{3, 4}, \overbrace{5, 6}, \underbrace{7, 8}, \overbrace{9, 10}, \underbrace{11, 12}, \overbrace{13, 14}$$

Після цього, маючи такий повний перебір можливого завантаження літака, складаємо підсумкову таблицю для етапу 2 (результат завантаження $x_1 + x_2$). Для цього з кожного діапазону вибираємо максимальне значення функції мети (діапазон підсумкової таблиці повинен входити в діапазон попередніх):

Завантаженість	Функція мети	x_1	x_2
0..2	0	0	0
3..4	10	1	0
5..6	23	0	1
7..8	33	1	1
9..10	46	0	2
11..12	56	1	2
13..14	69	0	3

Дана таблиця є уособленням найкращих результатів завантаження речами $x_1 + x_2$ на етапі 2 і використовується як початкова таблиця для 3-го етапу.

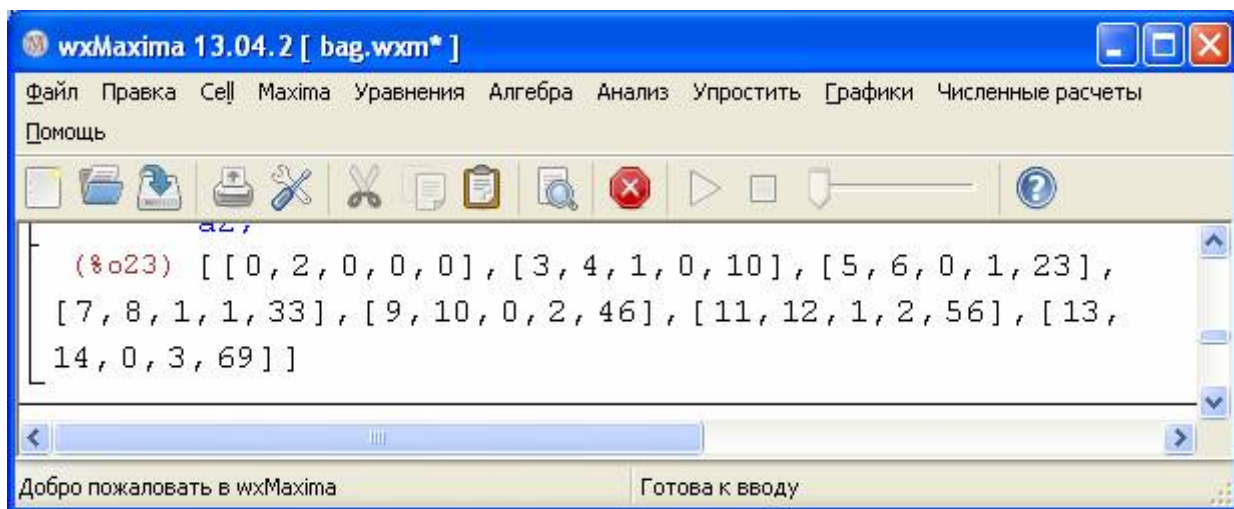


Рис. 3.10. Підсумкова таблиця етапу 2.

Етап 3. Алгоритм завантаження літака на 3-му етапі аналогічний до етапу 2.

3.1. $x_3=0$ (таблиця співпадає з підсумковою $x_1 + x_2$).

3.2. $x_3=1$

Завантаженість	Функція мети	x_1	x_2	x_3
0..5	0	0	0	0
6..8	28	0	0	1
9..9	38	1	0	1
10..11	51	0	1	1
12..12	48	2	0	1
13..13	61	1	1	1
14	74	0	2	1

3.3. $x_3=2$

Завантаженість	Функція мети	x_1	x_2	x_3
0..11	0	0	0	0
12..14	56	0	0	2

Найкращий варіант завантаження речами $x_1 + x_2 + x_3$ визначається шляхом вибору найбільшого значення функції мети з таблиць 3-го етапу.

```

wxMaxima 13.04.2 [ bag.wxmx* ]
Файл Правка Селл Maxima Уравнения Алгебра Анализ Упростить Графики Численные расчеты Помощь

{ [0, 2, 0, 0, 0, 0], [3, 3, 1, 0, 0, 10], [5, 6, 0, 1, 0, 23], [7, 7, 1, 1, 0, 33], [9, 10, 0, 2, 0, 46]
, [11, 11, 1, 2, 0, 56], [13, 11, 0, 3, 0, 69] }
-----
{ [6, 8, 0, 0, 1, 28], [9, 9, 1, 0, 1, 38], [10, 12, 0, 1, 1, 51], [13, 13, 1, 1, 1, 61], [14, 14, 0, 2,
1, 74] }
-----
{ [12, 14, 0, 0, 2, 56] }
-----

(%i29) maxf:0$
      for i:1 thru length(a3) do (
          if a3[i][6]>maxf then block([],maxf:a3[i][6],zz:a3[i])
          )$

      print("x1=", zz[3], "    x2=", zz[4], "    x3=", zz[5], "    f=", zz[6])$
x1=0    x2=2    x3=1    f=74

```

Добро пожаловать в wxMaxima Готова к вводу

Рис. 3.11. Підсумкова таблиця етапу 3.

Отже, максимальне значення цільової функції мети (74 тис. грн.) отримуємо при завантаженні літака двома речами другого типу і однією третього). Подібною задачею дискретного програмування є задача комівояжера [216, с. 20]. За допомогою математичної моделі задачі комівояжера описуються такі прикладні задачі: задача мінімізації часу переналагоджень унікального устаткування, задача про перевезення готової продукції споживачам та ін.

Головними етапами при розв'язуванні таких задач є постановка задачі (задання цільової функції, критерію оптимальності, обмежень, задання точності розв'язку) і дослідження отриманих результатів [67]. У студентів формуються основи системного підходу при розв'язуванні задач, а також вони бачать взаємозв'язки змісту навчання різних навчальних дисциплін.

Розділ теорії дослідження операцій, у якому вивчаються математичні моделі прийняття оптимальних рішень у конфліктних ситуаціях називається теорією ігор. Її перше систематизоване викладення було зроблено Нейманом і Моргенштерном у 1944 р., хоча перші результати відносяться до 20-х років. Теорія ігор вивчає питання поведінки учасників конфліктних ситуацій та має на меті виробити оптимальні, для кожного з учасників, стратегії такої поведін-

ки. Конфліктною при цьому називається ситуація, коли гравці мають різні цілі (різні функції виграшу) та можуть вибирати різні засоби досягнення своїх цілей (стратегії) [36].

Математична модель конфліктної ситуації називається грою, сторони, що беруть участь у конфлікті – гравцями, а результати конфлікту – виграшем. Для кожної формалізованої гри вводяться правила, тобто система умов, що визначає: варіанти дій гравців; виграш, до якого приводить кожна сукупність дій [81].

Метою теорії ігор є визначення оптимальної стратегії для кожного гравця.

При виборі оптимальної стратегії природно передбачати, що обидва гравці ведуть себе розумно з точки зору своїх інтересів. Важливе обмеження теорії ігор – єдиність виграшу як показника ефективності, в той час як у більшості реальних економічних задач може бути більше одного показника ефективності [81].

При вивченні розділу "Теорія ігор" студентам пропонуються наступні завдання:

Рівень1.

- **Завдання.** Гравець A записує одне з двох чисел: 1 чи 2, гравець B – одне з трьох чисел: 1, 2 чи 3. Якщо обидва числа однакової парності, то A виграє і виграш дорівнює сумі цих чисел, якщо парності обраних гравцями чисел не збігаються, то виграє гравець B , виграш дорівнює сумі цих чисел. Побудувати платіжну матрицю гри, визначити нижню і верхню ціни гри й перевірити наявність сідлової точки.

Рівень2.

- **Завдання.** Грають двоє. Кожний гравець при своєму ході може покласти на стіл одну або дві монети. Всі монети мають однакову вартість. Гравці роблять ходи по черзі, один за одним. Кожний робить по два ходи, після чого гра закінчується. Якщо після останнього ходу кількість монет на столі кратна 2, виграє перший гравець, якщо кратна 3 – другий. Перемо-

жець забирає собі всі монети. За допомогою мінімаксної процедури визначте, як повинні грати гравці, якщо кожний з них прагне максимізувати свій виграш (отримати максимальну кількість монет).

Рівень 3.

- **Завдання.** На базі торговельної фірми є n типів одного з товарів асортиментного мінімуму. У магазин повинен бути завезений тільки один з n типів цього товару. Треба вибрати той тип товару, який доцільно завести в магазин. Якщо товар типу j ($j=1,2,\dots,n$) буде користуватися попитом, то магазин від його реалізації отримає прибуток p_j . Якщо ж цей товар не буде користуватися попитом, то збитки від його збереження становитимуть для магазину q_j .

Розглядаючи систему індивідуальних завдань до лабораторних робіт, а також завдань до практичного захисту модулів, слід проаналізувати проблеми і переваги використання таких завдань. При складанні завдань слід ретельно підходити до визначення рівня складності. У цьому може допомогти тільки досвід викладача, його вміння визначати ключові моменти навчального матеріалу, розуміння зв'язків поставлених задач з іншими дисциплінами. Також важливим є питання спорідненості рівнів складності в одному завданні. Для лабораторних робіт доцільніше ставити завдання, де виконання задач більш високого рівня складності можливе за умови виконання завдань попереднього рівня складності. Інакше студенти часто переоцінюють свої можливості, беруться одразу за найскладніші завдання, не можуть їх виконати, а на виконання простіших завдань їм не вистачає відведеного часу. Таким чином вони не набирають тих рейтингових балів, які могли б набрати, правильно оцінюючи свої можливості. Задачі різних рівнів складності доцільно використовувати під час проведення модульних контролів і в екзаменаційних білетах, де треба охопити весь навчальний матеріал.

Кожна лабораторна робота супроводжується списком запитань для самоперевірки і низкою завдань для виконання під час самостійної роботи студентів.

Основним завданням є формування у майбутніх фахівців практичних навичок формалізації задач та їх розв'язування за допомогою засобів СКМ.

Щодо переваг системи багаторівневих індивідуальних завдань, то тут на перший план виходить точність і об'єктивність оцінювання. Класична чотири-бальна система оцінювання компетентностей студентів, незважаючи на свою звичну простоту, мала деякі вади стосовно об'єктивності оцінювання. Стобальна рейтингова система дає більшу точність у оцінюванні, але тут виникає проблема забезпечення цієї точності – яку максимальну похибку може допустити викладач при виставлянні рейтингових балів. Диференціація складності завдань, а відповідно і кількості балів за їх виконання, дозволяє у деякій мірі забезпечити прийнятну точність і об'єктивність оцінювання.

Диференціація рейтингу студентів також проводиться і за дисциплінарним показником. Було б неправильно ставити однакові бали студентам, які виконують навчальну програму у встановлені строки, і тим, хто без поважних причин допускає значні запізнення. В такому разі студенти, які хоч і успішно, але невчасно виконали лабораторні роботи, пройшли модульні контролі тощо, отримують тільки 1 бал за елемент контролю незалежно від виконаного рівня складності завдань.

В таблиці 3.4 наведено приклад варіанту визначення семестрового рейтингу успішності студентів.

Таблиця 3.4

Рейтингові бали за семестр

Форма контролю	Кількість балів	Кількість контр. заходів за еме­стр	Всього балів
Відвідування занять	1	10	10
Виконання лабораторної роботи			
1-й рівень складності	0,5	10	5
2-й рівень складності	1,5	10	15
3-й рівень складності	2	10	20
Написання звіту до кожної лабораторної роботи	1	10	10
Практичний захист кожної лабораторної роботи	1	10	10
Контрольна робота	15	2	30

Всього з виконанням завдань:	65
<i>1-й рівня складності</i>	80
<i>2-й рівня складності</i>	100
<i>3-й рівня складності</i>	

Крім завдань до лабораторних робіт, при вивченні розділу "Моделювання оптимізаційних задач на графах" студентам пропонується самостійно виконати проект "Використання системи Maxima для розв'язування деяких спеціальних задач".

Завдання студентів полягає у ґрунтовнішому вивченні команд пакетів системи Maxima для розв'язування нестандартних задач оптимізації на графах. Після вивчення розділу "Моделювання оптимізаційних задач на графах" студенти захищають свої проекти. Захист відбувається у вільний від аудиторних занять час. За добре виконаний проект студенти отримують додаткові бали.

Підсумовуючи розгляд порядок вивчення курсу "Дослідження операцій", слід зазначити, що широкий набір засобів для комп'ютерного підтримування аналітичних, обчислювальних та графічних операцій роблять системи комп'ютерної математики одними з основних засобів у професійній діяльності математиків та програмістів. Дослідження з використанням системи Maxima поєднують алгебраїчні методи з обчислювальними. У цьому розумінні СКМ – поєднуюча ланка між математикою та інформатикою, де дослідження зосереджується як на розробці алгоритмів для символічних обчислень та опрацюванні даних за допомогою комп'ютера, так і на створенні програм для реалізації подібних алгоритмів.

В основі проблеми невміння студентів використовувати при вивченні окремої дисципліни знання з інших дисциплін лежить ігнорування відмінностей між логіками предметів у процесі їх навчання [135]. Деякі дослідники (див. наприклад, [153]) відзначають вирішальну роль правильного добору навчальних задач для ефективного здійснення міжпредметних зв'язків.

Оцінюючи ефективність здійснення міжпредметних зв'язків при розробці навчальних матеріалів на основі дисциплін природничо-наукового, професійного і гуманітарного циклів, слід зазначити, що велике значення має те, наскі-

льки глибоко викладачі переконані в їх необхідності, чи достатньо обізнані з сутністю міжпредметних зв'язків, чи добре володіють практичними вміннями їх реалізації в своїй діяльності, чи мають необхідні знання з суміжних предметів і відповідну методичну підготовку.

Фундаментальна освіта повинна бути цілісною, для чого окремі дисципліни розглядаються не як сукупність традиційних автономних курсів, а інтегруються в єдину систему фундаментальних дисциплін, поєднаних загальною цільовою функцією та міжпредметними зв'язками [232].

Як показує практика, міжпредметні зв'язки в навчально-виховному процесі педагогічного університету відіграють важливу роль у підвищенні прикладної, практичної і науково-теоретичної підготовки студентів, особливістю якої є оволодіння студентами узагальненим характером пізнавальної діяльності. Узагальненість надає можливість застосовувати знання і вміння в конкретних ситуаціях, при розгляді окремих питань в майбутньому професійному, науковому і суспільному житті студентів педагогічного університету.

У курсі "Дослідження операцій" розширюються, поглиблюються і закріплюються основні поняття, що введені в інших курсах математичних та інформатичних дисциплін: поняття алгоритму, моделі, операції, моделювання.

Перспективними шляхами використання СКМ є їх використання на базі хмарних технологій.

Технології хмарних обчислень нині є провідними у формуванні інформаційного суспільства. Вони складають ядро інноваційних концепцій навчання, а їх упровадження суттєво впливає на форми організації різних видів діяльності у сфері освіти [15; 256; 280].

З появою перспективних ІКТ виникають інноваційні моделі і методи проектування освітнього середовища у вищому навчальному закладі, ці засоби стають провідним інструментом процесів інформатизації, що є чинником зміни змісту, методів і організаційних форм навчання, формування моделей відкритої освіти зі зняттям обмежень або значним покращенням доступу усіх учасників навчального процесу до навчальних ресурсів і матеріалів.

Окремий комплекс проблем стосується застосування пакетів прикладних програм для здійснення різноманітних математичних операцій, дій і обчислень, а саме систем комп'ютерної математики, зокрема *Mathematica*, *Maple*, *Maxima* та пакетів спеціального призначення *Statistica*, *SPSS*, *R* та інші [256; 282; 279]. Це один з найбільш поширених видів математичного програмного забезпечення, що входить до складу сучасного інформаційного освітнього середовища навчального закладу [256]. Виникають проблеми пошуку перспективних шляхів використання систем даного виду на базі хмарних технологій, що є суттєвим чинником підвищення рівня підготовки фахівців у галузі інформатичних дисциплін.

Із розвитком мережевих засобів і технологій виникають нові форми роботи з сервісами і додатками, які викладачі можуть застосовувати у своїй професійній діяльності. У системі вищої освіти в процесі навчання інформатичних дисциплін слідує чітка тенденція до більшого використання таких Інтернет-ресурсів, як:

- платформи підтримування дистанційного навчання (*Moodle*, *LearningSpace*, *Sakai*, *Blackboard* та ін.), зокрема і он-лайн ресурси (*Competentum.ONLINE*, *Classroom*) [258];
- математичне програмне забезпечення спеціального призначення – наприклад, *Mathematica*, *Maple*, *Statistica*, *SPSS* або *R* [256; 281; 282].

Використання зазначених технологій надає можливість досліджувати і розробляти нові підходи до організації процесу навчання, що в свою чергу приводить до розвитку нової стратегії та методології навчання у вищій школі [256].

Використання даної технології дозволяє позбутися від необхідності підтримування складних інфраструктур опрацювання даних, клієнтських і мережних додатків на сервері організації, але орендувати їх як послугу. Зокрема, користувачі можуть отримувати в своє розпорядження повністю готове для роботи віртуалізоване робоче місце. При цьому виникає можливість надання знач-

ного обсягу навчального контенту засобами достатньо дешевого апаратного забезпечення (це може бути ноутбук, нетбук і навіть смартфон) [15].

Ці чинники суттєво впливають на вибір програмного забезпечення, що може бути встановлено "у хмарі". Перспективні шляхи використання СКМ на базі хмарних технологій, що є суттєвим чинником розширення доступу до них як засобу навчальної і дослідницької діяльності у галузі інформатичних та математичних дисциплін; визначено чинники, що впливають на вибір програмного забезпечення, яке може бути встановлено "у хмарі" наведено у таблиці 3.5.

Зокрема у Дрогобицькому державному педагогічному університеті імені Івана Франка була реалізована хмарна версія системи Maxima, встановлена на віртуальному сервері з операційною системою Ubuntu 10.04 (Lucid Lynx). В репозитарії цієї операційної системи є версія системи Maxima на основі редактора Emacs, що і була встановлена на віртуальний робочий стіл студента.

Таблиця 3.5.

Шляхи удосконалення інформаційно-освітнього середовища для навчання математичних та інформатичних дисциплін вищого навчального закладу із застосуванням СКМ

Можливі проблеми і обмеження ІОС ВНЗ	Шляхи їх вирішення
Різноманітність спеціалізованих програмних засобів	Інтеграція СКМ між собою та з іншими програмами
Обмеження вільного доступу до програмного забезпечення навчального призначення в університеті	Запровадження в університеті Wi-Fi зони відповідно до ліцензійних та акредитаційних вимог та використання СКМ у хмаро орієнтованому навчальному середовищі
Обмежені можливості консультування студентів при виконанні завдань самостійної роботи; недостатня підтримка навчання студентів з вільним відвідуванням	Створення хмаро орієнтованого середовища із використанням СКМ і розміщення в ньому навчальних матеріалів і сервісів
Недостатність часу на відпрацювання студентами алгоритмів розв'язання задач, проведення дослідницької діяльності під час аудиторних занять	Впровадження СКМ у процес навчання математичних та інформатичних дисциплін
Недостатня кількість друкованих навчальних посібників, короткотривалий індекс актуальності видань з інформатики	Розміщення електронної бібліотеки у "хмарі"

Порівняємо роботу з системою Maxima під управлінням операційної системи (ОС) Windows та ОС LINUX.

Робота з системою Maxima під управлінням ОС Windows.

Систему Maxima можна використовувати з усіма сучасними варіантами операційних Linux та UNIX, Windows 9x/2000/XP. Розглянемо роботу з системою Maxima з графічним інтерфейсом wxMaxima, який базується на wxWidgets, під управлінням операційної системи Windows.

Після запуску системи вікно програми набуде вигляду, поданого на рис. 3.8, і буде очікуватися введення команди. Зазначимо, що додаткової панелі може і не бути, або набір кнопок на ній може бути змінений.

Як видно на рис. 3.12, на початку кожного рядка є деяке позначення комірки цього рядка. Кожен рядок для введення в системі Maxima позначається символами (%i) з номером, рядок для виведення – (%o) з відповідним номером. У деяких версіях системи Maxima, рядок введення позначається (C), рядок виведення – (D) з відповідними номерами.

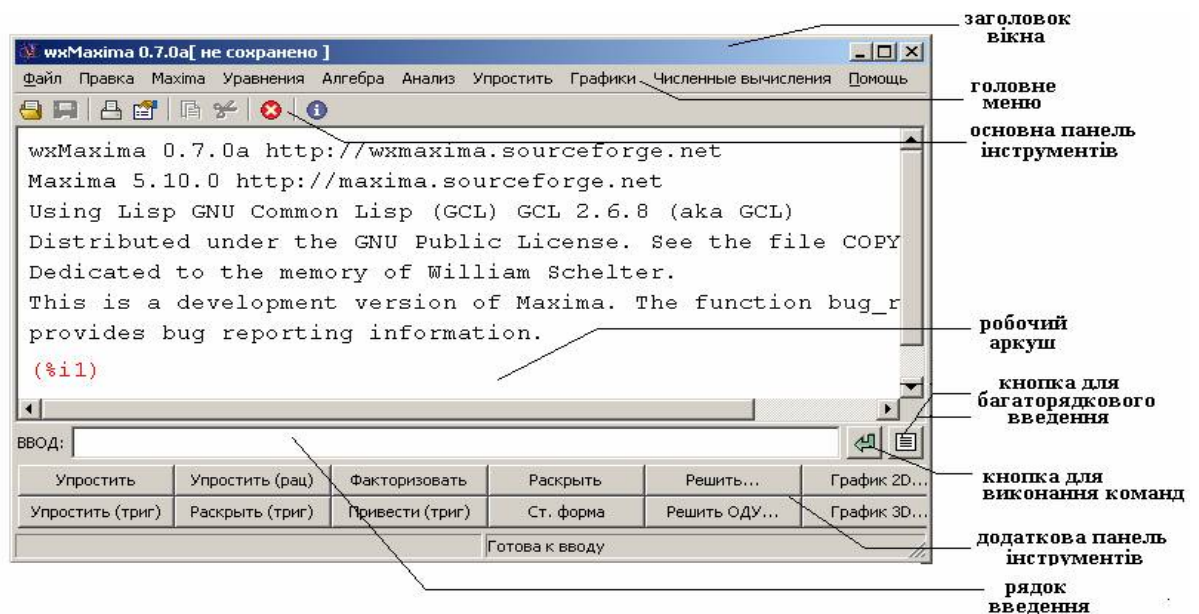


Рис. 3.12. Вікно запуску програми

Для повторення раніше введеної команди, наприклад (%i2), досить ввести два апострофи і потім мітку потрібної команди, наприклад ("%i2). Звернутися до результату останнього обчислення можна за допомогою символу %, до

будь-якого попереднього – %op, де n – порядковий номер обчислення. Введення виразу закінчується крапкою з комою (;) або символом \$.

У системі Maxima розрізняються реєстри введених символів в іменах вбудованих констант та функцій. Запис $\sin(x)$ нееквівалентний запису $\text{SIN}(X)$. Імена вбудованих функцій задаються малими літерами. Регістр символів також важливий при використанні змінних, наприклад X та x – різні змінні.

Довідку про ту чи іншу команду можна отримати за функцією `describe(ім'я_команди)`. За функцією `example(ім'я_команди)` отримуються приклади використання команди. Maxima оснащена системою меню (пункти головного меню).

Наведемо кілька прикладів. Побудувати графік функції $y = \sin(x)/x$. Скористаємось послугою *Графік 2D...* пункту *Графіки* головного меню, у полі Вираз(и) введемо вираз $\sin(x)/x$ та задамо проміжок зміни аргументу $[-15;15]$ (рис. 3.13). У полі Опції задамо умову, що на графіку будуть зображені осі координат, які перетинаються в точці $(0;0)$ (опція `set zeroaxis`) та "натиснемо" кнопку ОК або клавішу Enter.

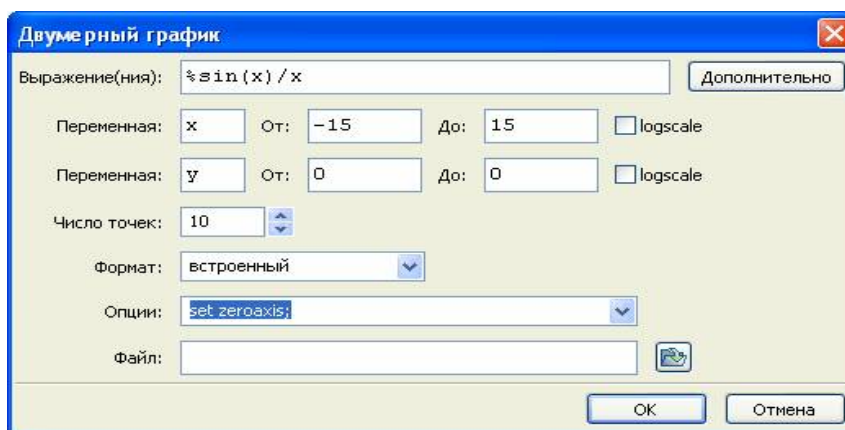


Рис. 3.13. Пункт *Графіки*
Результат побудови графіків отримуємо у вікні `gnuplot graph` (рис. 3.14).

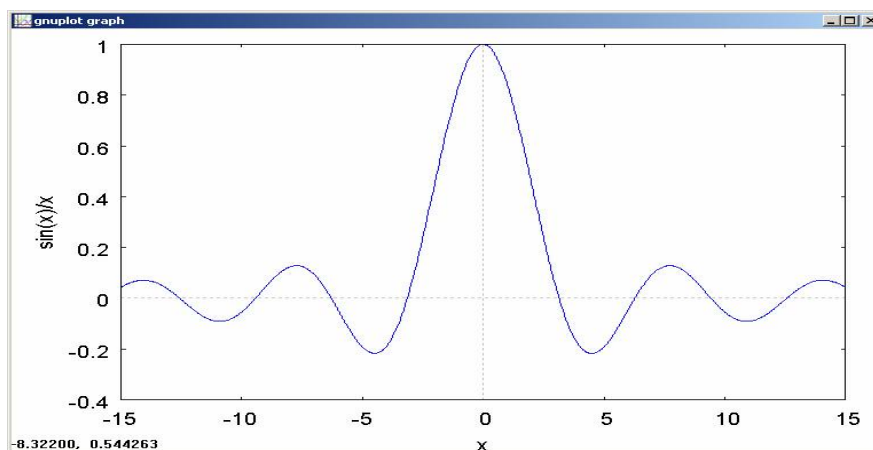


Рис. 3.14. Результат побудови графіків
Такий самий результат можна отримати за командою:

```
(%i1) plot2d([sin(x)/x], [x,-15,15])$
```

Для побудови тривимірних графіків залежностей виду $z = f(x, y)$ використовується послуга *Графік 3D...*. Побудувати графік функції двох змінних також можна за допомогою команди `plot3d`. Наприклад, побудуємо поверхню $z = xy^3 + 3x^2y^2 + 5x^3y$. Скористаємось послугою *Графік 3Dd...* пункту *Графіки* головного меню (можна використати кнопку *Графік3D...* на додатковій панелі інструментів), у полі *Вираз* введемо вираз $x * y^3 + 3 * x^2 * y^2 + 5 * x^3 * y$ та задамо проміжки зміни аргументів (рис. 3.15). та "натиснемо" кнопку *ОК* або клавішу *Enter*.

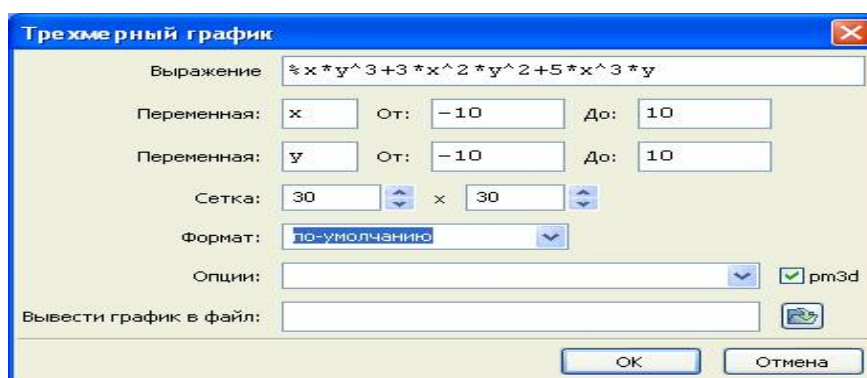


Рис. 3.15. Послуга *Графік 3Dd*

Результат побудови графіків отримуємо у вікні `gnuplot graph` (рис. 3.16).

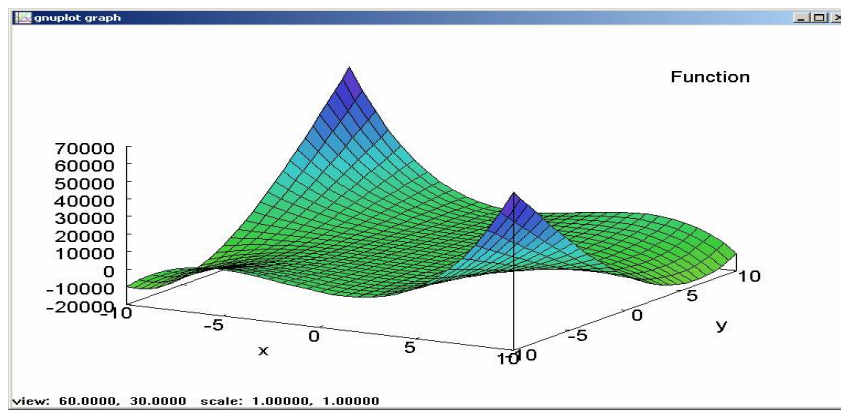


Рис. 3.16. Результат побудови графіків

Такий самий результат можна отримати, виконавши команду:

```
--> plot3d(x*y^3+3*x^2*y^2-5*x^3*y, [x,-10,10], [y,-10,10])$
```

Детальніші відомості про команду `plot3d` можна отримати, скориставшись довідкою системи Maxima.

Слід зазначити, що коли графічне зображення деякої функції виведене в іншому вікні (`gnuplot graph` або `Openmath:Plot2d`), то для подальшої роботи з системою Maxima слід закрити це вікно.

Робота з системою Maxima під управлінням ОС LINUX.

Робота з системою Maxima під управлінням ОС Linux може відбуватися в різний спосіб. Зокрема, доцільним є застосування хмаро орієнтованих засобів, серед яких – робочий стіл на базі ОС Ulteo (дистрибутив Linux, створений на основі ОС Ubuntu). На практиці було використано середовище `texmacs`, що встановлюється як статичний додаток до ОС. В `texmacs` передбачено можливість працювати з кількома системами, однією з яких є система Maxima. Для створення сесії Maxima вибираємо послідовно опції меню `Insert->Session->Maxima`. З'являється поточний рядок для введення команд системи Maxima. Результат цих дій показано на рис. 3.17:

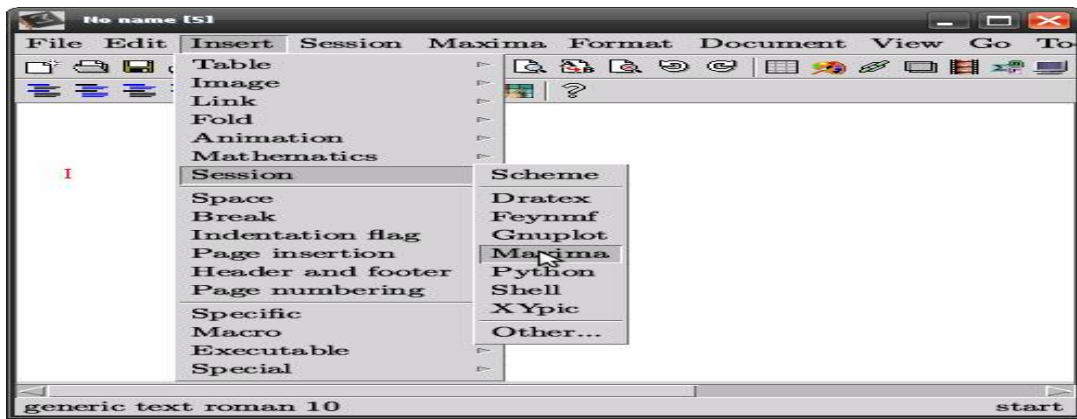


Рис. 3.17. Середовище texmacs

Результат роботи з системою у даному середовищі для побудови графіків зображено на рис. 3.18 та рис. 3.19:

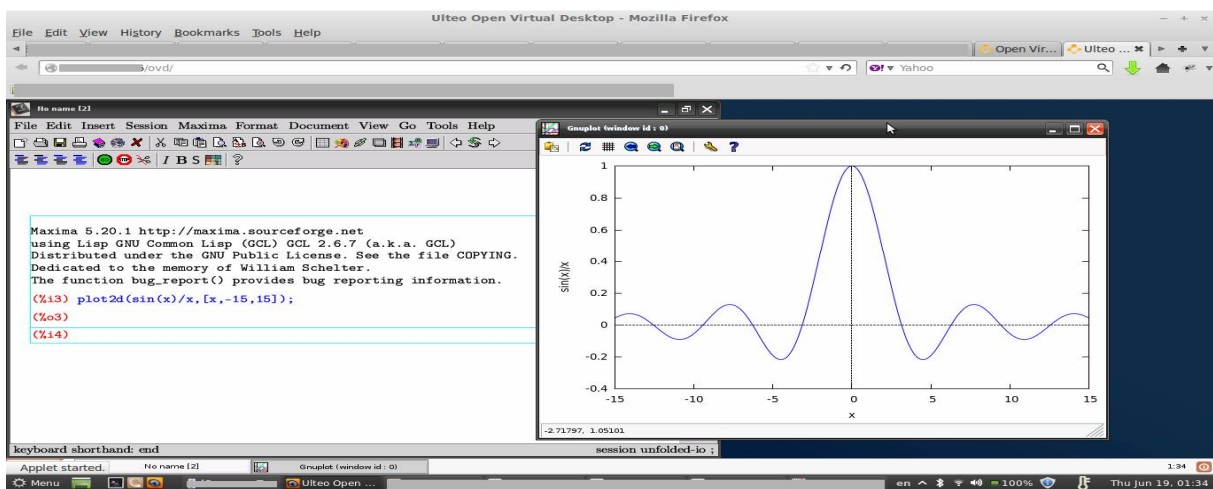


Рис. 3.18. Результат роботи з системою для побудови графіків

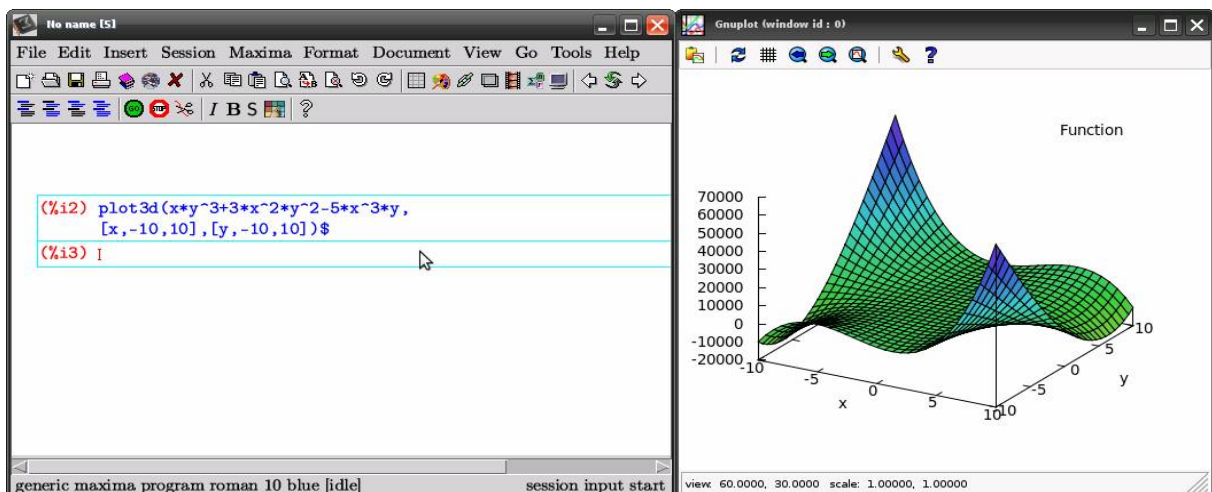


Рис. 3.19. Результат роботи з системою для побудови графіків

Отже, можна визначити такі напрями розвитку сучасних СКМ:

- інтеграція систем одна з одною та деякими офісними та графічними програмами;

- розширені засоби візуалізації обчислень;
- впровадження нових функцій, наприклад, для реалізації нечіткої логіки, нейронних мереж тощо;
- впровадження в СКМ засобів для створення електронних підручників у різних форматах;
- створення документів з текстами, формульними виразами, рисунками та графіками найвищої поліграфічної якості;
- використання інноваційних web-орієнтованих систем комп'ютерної математики у навчанні та наукових дослідженнях.

Перераховані функціональні властивості використання СКМ роблять їх однаково привабливими для наукових співробітників та інженерів, викладачів та студентів навчальних закладів.

Висновки до розділу 3

1. Методика використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій, спрямованого на фундаменталізацію, впливає на усі його складові: мету, зміст, форми і методи, засоби і технології, результат.

2. Навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики педагогічного університету згідно розробленої методики використання СКМ як засобу підтримування навчання сприяє розвитку досить широкого погляду на програмування і формуванню у майбутніх фахівців конкретних знань, що допоможе їм швидко адаптуватися до професійної діяльності, сприятиме розвитку творчого мислення.

3. Врахування методичних рекомендацій щодо використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій студентів напряму підготовки "Інформатика" педагогічних університетів сприятиме покращенню організації процесу навчання, підвищенню рівня знань студентів, поліпшенню якості і доступності засобів ІКТ. Важливим елементом методики використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій, спрямованого на фундаменталізацію, є комплекс трирівневих індивідуальних завдань до *лабораторних робіт*. Задачі сформульо-

вані таким чином, що для їх розв'язування необхідно мати навички дивергентного мислення, що свідчить про глибоке розуміння теоретичних основ дисципліни.

4. Результати дослідження свідчать про впевнений рух у галузі розвитку нових шляхів і засобів використання програмного забезпечення навчального призначення на основі концепції хмарних обчислень, що досить суттєво змінює середовище організації педагогічної діяльності, сприяє розширенню доступу до засобів ІКТ.

Основні результати, розглянуті і висвітлені в даному розділі, опубліковані в роботах [48; 97; 98; 100; 102; 110; 115; 218; 220].

РОЗДІЛ 4

ОРГАНІЗАЦІЯ, ПРОВЕДЕННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

4.1. Планування та організація педагогічного експерименту

З метою перевірки гіпотези дослідження, було проведено педагогічний експеримент.

Метою будь-якого педагогічного експерименту є емпіричне підтвердження або спростування гіпотези дослідження, тобто обґрунтування того, що запропонований педагогічний вплив більш ефективний, ніж застосовні раніше, для цього добираються експериментальна і контрольна групи, які порівнюються між собою. Відмінність ефектів педагогічних впливів буде обґрунтовано, якщо ці дві групи, які ідентичні за своїми характеристиками до початку експерименту, відрізняються після реалізації педагогічних впливів [166].

Підготовка та проведення експериментального дослідження передбачає не тільки окреслення цілей експерименту, а й формулювання завдань дослідно-експериментальної роботи.

Основними *завданнями* педагогічного експерименту даного дослідження є:

- виявлення вимог до інформатичної підготовки майбутнього фахівця за сучасних умов розвитку науки і техніки, інформатизації процесу навчання;
- дослідження проблеми фундаменталізації навчання математичних та інформатичних дисциплін майбутніх фахівців з інформатики;
- виявлення ефективних засобів навчальної діяльності студентів та шляхів їх впровадження в навчальний процес;
- розроблення матеріалів, на основі яких можна було б перевірити гіпотезу дослідження;
- формувальний експеримент з проблеми дослідження та аналіз його результатів.

Дослідно-експериментальна робота щодо розробки та впровадження науково-обґрунтованої методики навчання дослідження операцій з використанням СКМ у підготовці майбутніх бакалаврів інформатики проводилась як паралельний, природний педагогічний експеримент у наступні етапи:

- 1) констатувальний (2010–2011 рр.)
- 2) пошуковий (2011-2012 рр.)
- 3) формувальний (2012–2014 рр.)

В ході етапів педагогічного експерименту здійснювалося наступне:

– підготовка педагогічного дослідження – вибір теми, визначення її актуальності та ступеня вивченості;

– розробка програми дослідження – окреслення об'єкта та предмета дослідження, визначення мети, постановка завдань, розроблення робочої гіпотези, також визначення методів дослідження та календарний план;

– збирання емпіричних відомостей і їх кількісний та якісний аналіз;

– оформлення результатів, висновків і рекомендацій наукового дослідження;

Експериментальною базою дослідження був Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка. В експерименті брали участь 240 студентів 4-тих курсів денної форми навчання.

4.2. Констатувальний, пошуковий та формувальний етапи педагогічного експерименту

На констатувальному дослідницькому етапі педагогічного експерименту (2010-2011 рр.) було проведено:

- вивчення теоретичного стану досліджуваної проблеми, аналіз наукової, психолого-педагогічної та навчально-методичної літератури;
- вивчення досвіду викладачів у навчанні інформатичних дисциплін, визначення рівнів компетентностей;
- визначення умов фундаменталізації навчання дослідження операцій з використанням СКМ.

При проведенні даного етапу були використані наступні методи дослідження: аналіз державних документів, навчальних планів і програм, навчально-методичної та психолого-педагогічної літератури з проблеми дослідження, вивчення результатів діяльності викладачів та навчально-пізнавальної діяльності студентів, спостереження за навчальним процесом, анкетування студентів та викладачів, бесіди зі студентами та викладачами, самостійна робота зі студентами.

Анкетування та бесіди проводились із студентами перших-четвертих курсів спеціальності "Інформатика" Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, та викладачами, які навчають природничо-математичних дисциплін; у анкетуванні взяли участь 150 респондентів (з них 30 – викладачів: кафедр інформатики та обчислювальної математики, інформаційних систем і технологій та математичного аналізу; 120 студентів: напрямів підготовки "Інформатика", "Комп'ютерні науки", "Математика").

За результатами констатувального експерименту виявлено наступне:

- можливості ефективного використання у навчальному процесі засобів СКМ досить широкі: організація й управління навчальним процесом, використання спеціалізованих професійних пакетів у процесі навчання всіх, у тому числі й інформатичних дисциплін;
- відсутнє методичне забезпечення навчання дисциплін інформатичного циклу з використанням засобів СКМ;
- викладачі не підготовлені до використання засобів СКМ у навчальному процесі;
- у студентів 1-4 курсів недостатньо сформовані загально-галузеві, професійні компетентності;
- студенти недостатньо підготовлені до використання комп'ютерних технологій у навчально-пізнавальній та науково-дослідній діяльності як з обраної ними предметної залузі, так і стосовно інших галузей;
- недостатньо реалізуються міжпредметні зв'язки;
- низька мотивація застосування СКМ у навчальній діяльності.

Анкетування викладачів та аналіз навчальних робочих програм нормативних дисциплін показали, що у навчальному процесі ВНЗ недостатньо використовуються інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема СКМ, для фундаменталізації навчання майбутніх фахівців з інформатики, формування професійних компетентностей. Проблемою використання у навчально-виховному процесі СКМ у навчанні математичних та інформатичних дисциплін є недостатня розробленість методичних рекомендацій до їх використання, нерозробленість практичних та лабораторних завдань із застосуванням прикладних пакетів, спрямованих на забезпечення фундаментальної підготовки.

У результаті констатувального етапу дослідження виявлено, що є системна, комплексна проблема, суттю якої є невідповідність потенційних можливостей використання засобів ІКТ, спеціалізованого програмного забезпечення для підтримування навчально-пізнавальної та науково-дослідницької діяльності, з одного боку, та рівня готовності освітнього середовища ВНЗ до широкого використання засобів СКМ у навчальному процесі (зокрема відсутність методичного забезпечення навчального процесу на основі використання засобів СКМ), з іншого боку.

Таким чином, аналіз отриманих результатів показав необхідність створення та комп'ютерно-орієнтованої методичної системи використання СКМ як засобу навчання математичних та інформатичних дисциплін, із значним ухилом в фундаменталізацію змісту навчання, спрямованої на формування компетентностей з інформаційно-комунікаційних технологій в процесі навчання майбутніх фахівців з інформатики.

Саме тому одним із пріоритетних напрямів дослідження були теоретична розробка та наукове обґрунтування шляхів фундаменталізації навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики.

Основні результати, отримані в процесі експериментальної роботи, відображені у статті [113] та доповідалися на Міжнародній науково-практичній конференції "Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі" (Кривий Ріг, 2012).

Пошуковий етап (2011–2012рр.) дисертаційного дослідження характеризувався пошуком програмних засобів, придатних для застосування в процесі навчання математичних та інформатичних дисциплін студентів педагогічних ВНЗ в умовах значного ухилу в фундаменталізацію навчання. З метою обґрунтованого вибору засобів навчання та розробки відповідної методичної системи використання СКМ у процесі навчання дослідження операцій у 2010-2011 н.р. була проведена бесіда з викладачами кафедри інформатики та обчислювальної математики Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка.

Розв'язування проблеми фундаменталізації навчання та формування у студентів педагогічних університетів системи професійних компетентностей вимагала особливої уваги до навчання дослідження операцій. Експериментальна робота за розробленою методикою та узагальненою в матеріалах навчального курсу "Дослідження операцій", виявила наступні особливості:

- 1) в процесі виконання лабораторних робіт з курсу перш за все необхідно ознайомити студентів з функціональними характеристиками системи Махіта;
- 2) курс спрямований на формування системи професійних компетентностей.

На навчання курсу "Дослідження операцій" передбачено 34 год. лекцій та 34 год. лабораторних занять.

Впровадження розробленої методики та експериментальна перевірка її ефективності були виконані на *формульованому етапі* дослідження.

На формульованому етапі педагогічного експерименту (2012-2014рр.) здійснювалось:

- уточнення цілей навчання та змісту навчальних та робочих програм з дисципліни "Дослідження операцій" для підготовки фахівців ОКР "бакалавр" галузі знань 0403 "Системні науки та кібернетика" напряму підготовки 6.040302 "Інформатика";
- розробка окремих компонентів комп'ютерно-орієнтованої методики використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій майбутніх фахів-

ців з інформатики із значним розширенням і поглибленням фундаментальних основ навчання;

- розробка навчально-методичного забезпечення навчально-пізнавального процесу (практичні заняття, лабораторні роботи, теоретичні та практичні завдання для модульного контролю);
- впровадження розроблених матеріалів в навчальний процес педагогічного університету, перевірка ефективності розробленої методики навчання на практиці, аналіз результатів експерименту, уточнення і коригування розроблених матеріалів.

В ході даного етапу педагогічного експерименту розроблено:

- методичні настанови до лабораторних робіт з дисципліни "Дослідження операцій" для студентів напряму підготовки 6.040302 "Інформатика";
- методичні настанови до самостійної роботи студентів під час вивчення дисципліни "Дослідження операцій" ;
- навчально-методичні матеріали стосовно використання СКМ для розв'язування задач оптимізації на графах в процесі навчання дисципліни "Дослідження операцій. Графові моделі розв'язування оптимізаційних задач";

Розроблені матеріали спрямовані на:

- формування та розвиток компетентностей майбутніх фахівців з інформатики;
- використання СКМ у різних предметних галузях;
- використання отриманих знань у навчально-пізнавальній та науково-дослідній діяльності майбутніх фахівців.

Матеріали та методичні рекомендації впроваджено в роботу та практику кафедри інформатики та обчислювальної математики Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка та Криворізький педагогічний інститут ДВНЗ "Криворізький національний університет".

Результати дослідження показали, що для фундаменталізації навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики розроблена методика використання СКМ є досить ефективною.

Загальна кількість учасників експериментального навчання – 309 викладачів та студентів (зокрема, 69 – викладачів, 240 – студентів).

Протягом усього періоду експериментальної роботи автор особисто брала участь у розробці, апробації та практичному впровадженні розроблених положень, займаючись навчально-методичною, науково-організаційною і викладацькою діяльністю, що полягала у навчанні змістово оновлених курсів студентів ОКР "бакалавр" галузі знань 0403 "Системні науки та кібернетика" напряму підготовки 6.040302 "Інформатика". Для викладачів було організовано семінарські заняття на тему: "Застосування СКМ у навчанні дослідженні операцій".

На *підсумковому етапі експерименту* проводилось інтегральне опрацювання даних, співставлення результатів дослідження та їх аналіз; опис ходу і результатів дослідження на основі статистичних методів опрацювання даних; оформлення результатів.

Протягом 2010-2014 н.р. за розробленою методикою навчалися студенти Інституту фізики, математики та інформатики Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка ОКР "бакалавр" галузі знань 0403 "Системні науки та кібернетика" напряму підготовки 6.040302 "Інформатика" та галузі знань 0501 "Інформатика" напряму підготовки 6.050101 "Комп'ютерні науки". Враховуючи спрямованість методичної системи навчання на формування фахових компетентностей студентів педагогічних університетів, результати її впровадження в інших ВНЗ враховувались, проте статистично не опрацьовувались.

В експерименті взяли участь 240 студентів: контрольна група – 112 студенти та експериментальна група – 128 студентів.

Для перевірки ефективності розробленої методики використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій було виконано порівняння навчальних

досягнень студентів за рівнями підготовки за традиційної методикою та розробленою.

Контрольна та експериментальна групи формувалися наступним чином:

– до контрольної групи (КГ) входили студенти, організація навчальної діяльності яких здійснювалась за традиційною методикою;

– до експериментальної групи (ЕГ) входили студенти, організація навчальної діяльності яких здійснювалась за методикою використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики, створеною автором.

На початку вивчення курсу "Дослідження операцій" студентам була запропонована "нульова" контрольна робота для виявлення рівня їх знань систем комп'ютерної математики (Додаток Л). СКМ студенти вивчали на другому курсі навчання. Результати контрольної роботи показали, що студенти мають наступний рівень сформованості знань (табл. 4.1, рис. 4.1).

Таблиця 4.1

Порівняння рівнів знань за отриманими балами "нульової" контрольної роботи в контрольних та експериментальних групах

Кількість балів	Шкала оцінювання		% студентів			
			КГ		ЕГ	
			чол.	%	чол.	%
1-39	незадовільно(низький)	F	0	25,00	0	28,13
40-59		FX	28		36	
60-66	задовільно(середній)	E	36	48,21	39	48,44
67-74		D	18		24	
75-81	добре(достатній)	C	16	23,22	18	18,75
82-89		B	10		6	
90-100	відмінно(високий)	A	4	3,57	6	4,68

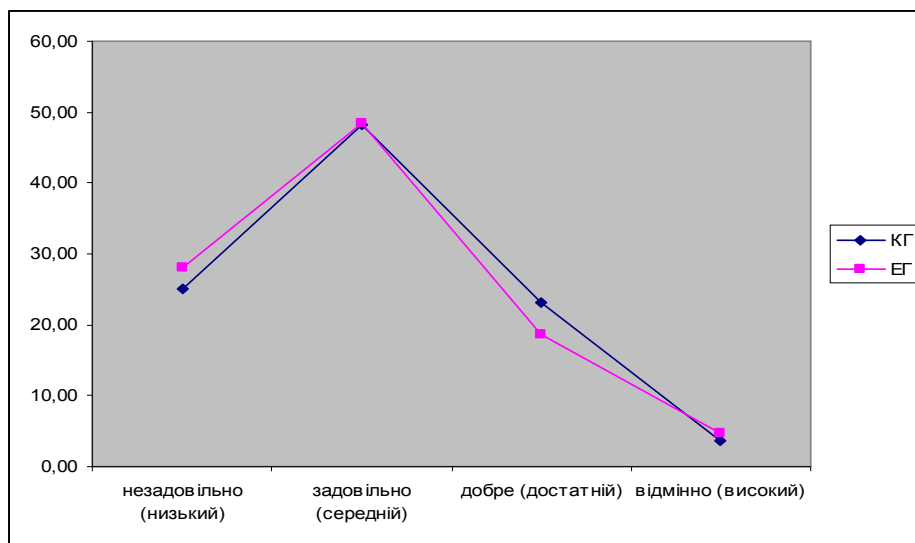
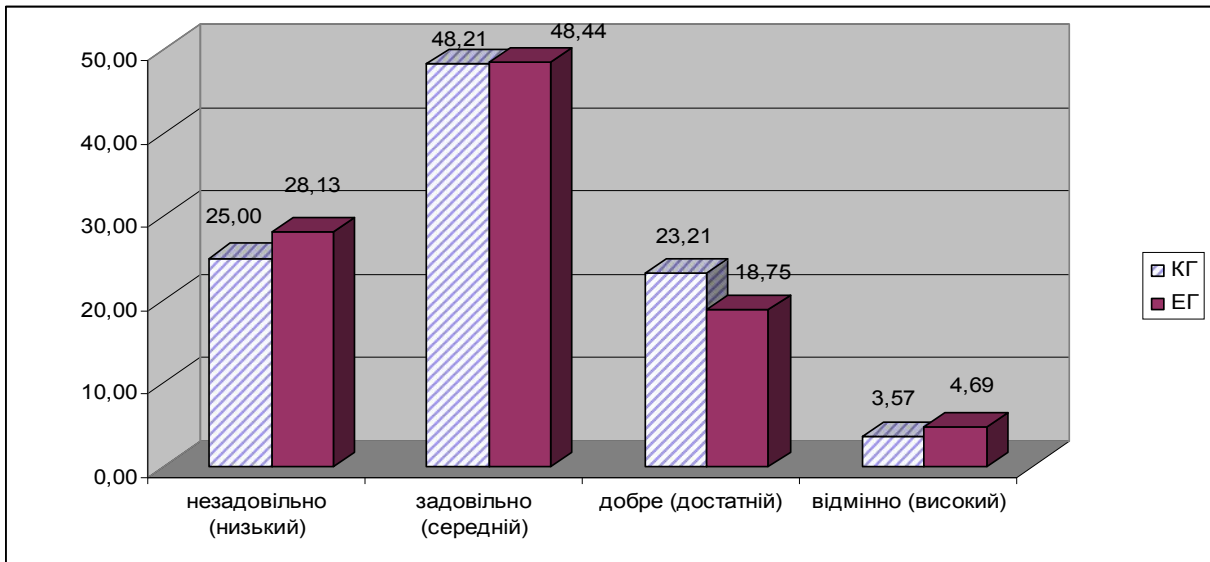


Рис. 4.1. Показники навчальних досягнень студентів з використання СКМ

В ході експерименту було забезпечено дотримання всіх вимог щодо застосування статистичних методів опрацювання результатів дослідження: випадковий характер вибірок; однорідність та незалежність вибірок.

Результати формувального етапу педагогічного експерименту у контрольній та експериментальній групах, а також гістограма порівняльного розподілу навчальних досягнень студентів за результатами підсумкового екзамену з дисципліни "Дослідження операцій" наведено в таблиці 4.2 та на рис. 4. 2.

Порівняння навчальних досягнень студентів за результатами підсумково-го контролю з курсу "Дослідження операцій" після формувального етапу експерименту

Кількість балів	Шкала оцінювання		% студентів			
			КГ		ЕГ	
			чол.	%	чол.	%
1-39	незадовільно(низький)	F	0	16,07	0	9,38
40-59		FX	18		12	
60-66	задовільно(середній)	E	50	55,36	22	40,63
67-74		D	12		30	
75-81	добре(достатній)	C	14	23,21	34	42,19
82-89		B	12		20	
90-100	відмінно(високий)	A	6	5,36	10	7,80

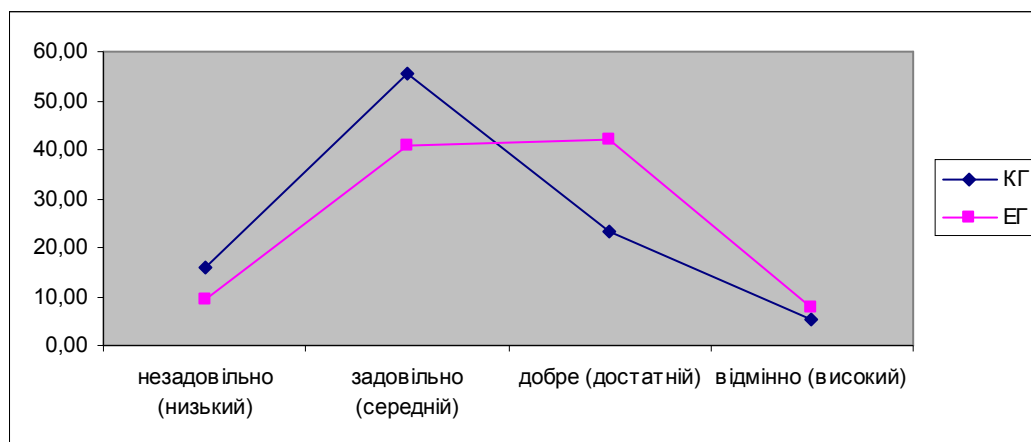
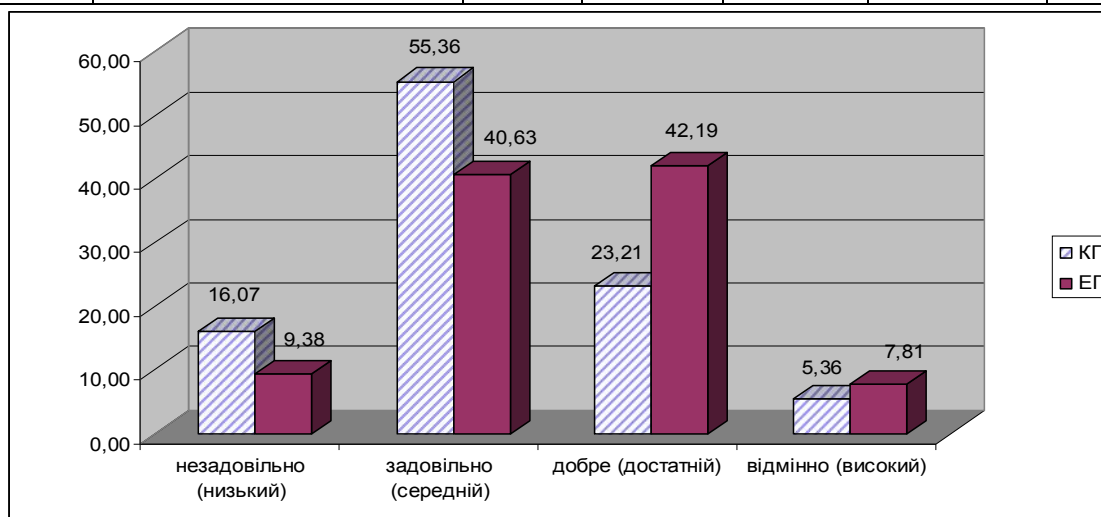


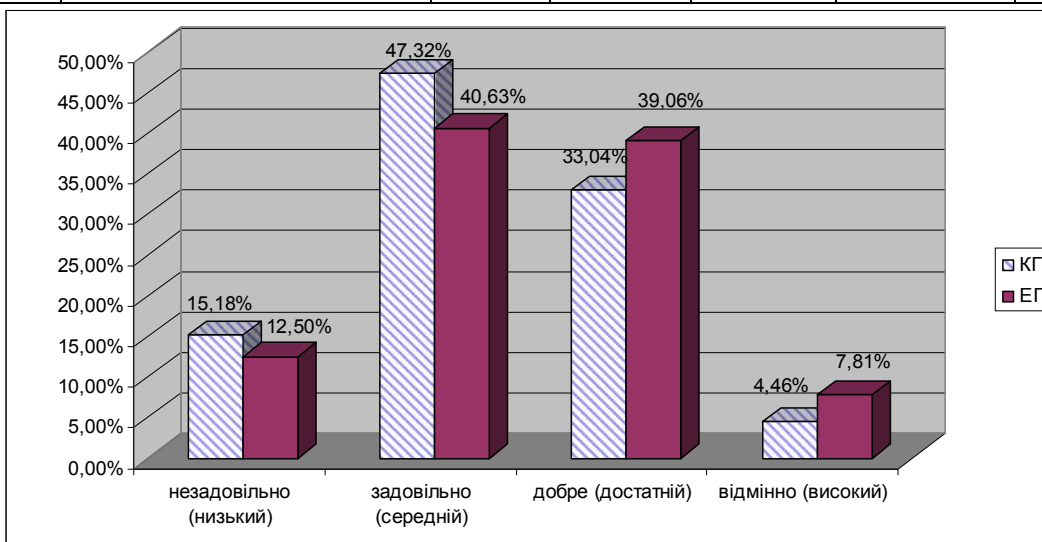
Рис. 4.2. Порівняння навчальних досягнень студентів за результатами підсумкового контролю з курсу "Дослідження операцій" після формувального етапу експерименту

Результати порівняльного аналізу навчальних досягнень студентів за результатами комплексного державного екзамену наведено в таблиці 4.3 та на рис. 4.3.

Таблиця 4.3

Порівняльний розподіл студентів за результатами державного екзамену після проведення експерименту

Кількість балів	Шкала оцінювання		% студентів			
			КГ		ЕГ	
			чол.	%	чол.	%
1-39	незадовільно(низький)	F	0	15,18	0	12,50
40-59		FX	17		16	
60-66	задовільно(середній)	E	40	47,32	22	40,63
67-74		D	13		30	
75-81	добре(достатній)	C	20	33,04	30	39,06
82-89		B	17		20	
90-100	відмінно(високий)	A	5	4,46	10	7,81



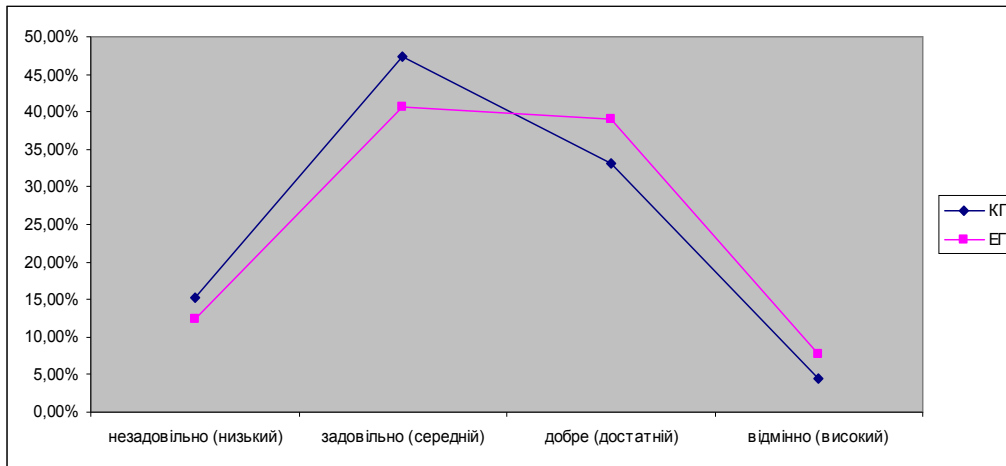


Рис. 4.3. Порівняння навчальних досягнень студентів за результатами державного екзамену

Опрацювання результатів експерименту та оцінка ефективності розробленої методики здійснювалась за методами математичної статистики [217]. Задачею експерименту було виявлення відмінностей в розподілі певної ознаки (рівня сформованості окремих компонент професійних компетентностей) при порівнянні двох емпіричних розподілів згідно χ^2 -критерієм Пірсона, λ -критерієм Колмогорова-Смірнова [217, с. 4].

χ^2 -критерій Пірсона. В дослідженні вибірки випадкові й незалежні. Шкалою вимірювань є шкала з $C = 7$ категоріями (1-39, 40-59, 60-66, 67-74, 75-81, 82-89, 90-100). Кількість степенів свободи $\nu = C - 2 = 5$.

Нульова гіпотеза H_0 : розподіли навчальних досягнень студентів контрольної ($n_1 = 56$) та експериментальної вибірки ($n_2 = 64$) однакові ($i = 0, 1, \dots, 6$).

Q_{1i} – кількість учасників контрольної групи, які набрали i балів;

Q_{2i} – кількість учасників експериментальної групи, які набрали i балів.

Альтернативна гіпотеза H_1 : розподіли навчальних досягнень студентів контрольної ($n_1 = 56$) та експериментальної вибірки ($n_2 = 64$) відрізняються.

Значення χ^2 обчислюється за формулою:
$$T_{\text{експ}} = \frac{1}{n_1 n_2} \sum_{i=0}^{C-1} \frac{(n_1 Q_{2i} - n_2 Q_{1i})^2}{Q_{1i} + Q_{2i}}$$

Результати обчислення статистики вказаних вибірок наведені в табл. 4.4–4.6.

Таблиця 4.4

Обчислення χ^2 для контрольної та експериментальної груп до формувального експерименту

<i>I</i>	Q_{1i}	Q_{2i}	S_{12i}
0 (<i>F</i>)	0	0	0
1 (<i>FX</i>)	28	36	3136,00
2 (<i>E</i>)	36	38	1674,38
3 (<i>D</i>)	18	24	3510,86
4 (<i>C</i>)	16	18	30,12
5 (<i>B</i>)	10	6	23104,00
6 (<i>A</i>)	4	6	2560,00
T			2,372723

З таблиці значень χ^2 для рівня значущості $\alpha=0,05$ і кількості степенів свободи $\nu = C - 2 = 5$ визначаємо критичне значення статистики $T_{крит} = 11,07$.

Оскільки отримане значення $T_{експ} < T_{крит}$ ($2,372723 < 11,07$), тобто не попадає до критичної області $[\chi^2, +\infty]$, то це свідчить про те, що на початку експерименту контрольна та експериментальні групи суттєво не відрізняються за успішністю.

Таблиця 4.5

Обчислення χ^2 для контрольної та експериментальної груп після формувального експерименту з курсу "Дослідження операцій"

<i>I</i>	Q_{1i}	Q_{2i}	S_{12i}
0 (<i>F</i>)	0	0	0
1 (<i>FX</i>)	18	12	30720,00
2 (<i>E</i>)	50	22	215168,00
3 (<i>D</i>)	12	30	79213,71
4 (<i>C</i>)	14	34	84672,00
5 (<i>B</i>)	12	20	15488,00
6 (<i>A</i>)	6	10	7744,00
T			30,20408

Обчислення χ^2 для контрольної та експериментальної груп після форму-
вального експерименту з державного екзамену

I	Q_{1i}	Q_{2i}	S_{12i}
0 (F)	0,00	0,00	0
1 (FX)	17,00	16,00	4468,36
2 (E)	40,00	22,00	113779,61
3 (D)	13,00	30,00	66893,40
4 (C)	20,00	30,00	12800,00
5 (B)	17,00	20,00	110,70
6 (A)	5,00	10,00	15360,00
T			14,88644494

Обчислення критерію χ^2 для експериментальної та контрольної вибірки після проведення формувального експерименту показало, що $T_{експ} > T_{крит}$ ($30,20408 > 11,07$ та $14,88644494 > 11,07$). Це є підставою для відхилення нульової гіпотези. Прийняття альтернативної гіпотези дозволяє стверджувати, що ці вибірки мають статистично значущі відмінності, тобто *експериментальна методика є більш ефективна, ніж традиційна*.

λ -критерій Колмогорова-Смирнова. Для підтвердження отриманих результатів розподілу χ^2 виконаємо перевірку отриманих під час формувального експерименту вибірок за λ -критерієм Колмогорова-Смирнова. Цей критерій є непараметричним і застосовується за наступних умов:

- вибірки випадкові та незалежні;
- вибірки впорядковані за зростанням або спаданням.

Наведені умови виконуються для отриманих вибірок, тому застосування λ -критерію для оцінювання відхилення розподілу в експериментальних групах від розподілу в контрольних групах є можливим. Позначимо:

$F(x)$ – невідома функція розподілу ймовірностей рівня засвоєних знань студентів в контрольних групах;

$G(x)$ – невідома функція розподілу ймовірностей рівня засвоєних знань студентів в експериментальних групах.

Нульова гіпотеза $H_0 : F(x) = G(x)$

Альтернативна гіпотеза $H_1 : F(x) \neq G(x)$

Коли гіпотеза $H_0 : F(x) = G(x)$ справджується, відхилення

$$D = \sup_x |G(x) - F(x)|$$

мале, а коли гіпотеза H_0 не справджується, це відхилення велике.

Результати опрацювання експериментальних даних наведені в таблиці 4.7, з якої отримуємо $D = \mathbf{0,683}$.

$$\text{Емпіричне значення критерію } \lambda_{\text{емп}} = D \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}} = 0,683 \cdot \sqrt{\frac{112 \cdot 128}{112 + 128}} \approx 5,27$$

Враховуючи, що $\alpha = 0,05$ за таблицею визначаємо критичне значення параметра: $\lambda_{\text{кр}}(0,05) = 1,36$.

Таблиця 4.7

Обчислення значення параметра λ за критерієм Колмогорова

Бали	Абсолютна частота		Накопичена частота		Відносна накопичена частота		D
	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	
0 (F)	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000
1 (FX)	18	12	18	6	0,321	0,094	0,228
2 (E)	50	22	68	34	1,214	0,531	0,683
3 (D)	12	30	80	64	1,429	1,000	0,429
4 (C)	14	34	94	98	1,679	1,531	0,147
5 (B)	12	20	106	118	1,893	1,844	0,049
6 (A)	6	10	112	128	2,000	2,000	0,000

Отримаємо $\lambda_{\text{емп}} = 5,27 > 1,36 = \lambda_{\text{кр}}$, тобто у відповідності з λ -критерієм Колмогорова-Смирнова нульова гіпотеза $H_0 : F(x) = G(x)$ відхиляється, а приймається альтернативна гіпотеза $H_1 : F(x) \neq G(x)$. Це означає, що існують суттєві відмінності між рівнями засвоєних знань студентами, які навчалися за традиційною методикою та експериментальною. Таким чином, студенти, які навча-

лися в експериментальних групах, наприкінці навчання мали вищі рівні знань з курсу "Дослідження операцій". На рис. 4.4 наведено графічне подання функцій $F(x)$ та $G(x)$.

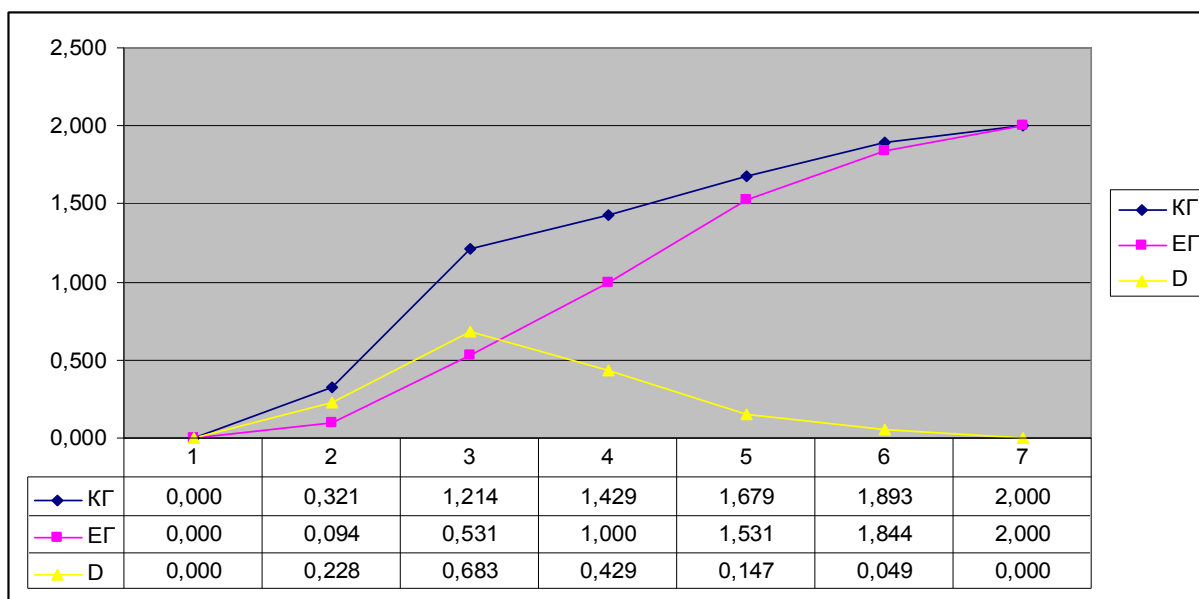


Рис. 4.4. Графіки функцій розподілу ймовірностей рівня засвоєних знань студентів

Враховуючи, що в експериментальних групах підготовка студентів здійснювалось за розробленою методикою, можна припустити, що саме це і сприяло досягненню більш високих результатів. Отже, можна говорити про експериментальне підтвердження висунутої гіпотези.

Підводячи підсумок, приходимо до висновку, що педагогічний експеримент підтвердив гіпотезу дослідження. Аналіз його результатів свідчить про підвищення рівня сформованості окремих компонентів професійних компетентностей при використанні розробленої методичної системи, а, отже, і про її ефективність.

Висновки до розділу 4

1. Експериментальна робота з дослідження педагогічної ефективності пропонуваної методики використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій студентів педагогічних навчальних закладів проводилася у три етапи,

спрямованих на виявлення теоретичних основ фундаменталізації навчання математичних та інформатичних дисциплін та експериментальну перевірку розробленої методики використання СКМ.

2. Аналіз результатів констатувального етапу педагогічного експерименту показав, що є системна, комплексна проблема, суттю якої є невідповідність між потенціальними можливостями використання засобів ІКТ, спеціалізованого програмного забезпечення для підтримування навчально-пізнавальної діяльності та наукових досліджень студентів і викладачів, з одного боку, та рівня готовності освітнього середовища ВНЗ до широкого використання засобів ІКТ (зокрема СКМ) у навчальному процесі (відсутність відповідного методичного забезпечення навчального процесу, матеріально-технічної бази, готовності викладачів), з іншого боку.

3. На другому етапі дослідження навчання відбувалося на основі запропонованої методики використанням СКМ як засобу навчання дослідження операцій, спрямованого на фундаменталізацію навчання, були розроблені її основні компоненти: цільовий, змістовий і технологічний, форми і методи, результат.

4. Аналіз результатів формуального етапу педагогічного експерименту показав, що рівень навчальних досягнень студентів в експериментальних групах має статистично значущі відмінності від рівня навчальних досягнень студентів у контрольних групах, зумовлені використанням запропонованої методики використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій.

Основні результати роботи четвертого розділу опубліковані в [113; 115].

ВИСНОВКИ

Відповідно до поставленої мети та задач дисертаційного дослідження в ході впровадження розробленої методики використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій в підготовці бакалаврів за напрямом 6.040302 "Інформатика" отримано такі основні **результати**: визначено теоретичні основи використання систем комп'ютерної математики в процесі навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики у вищому навчальному закладі; уточнено критерії добору СКМ та визначено доцільність їх використання як засобу навчання дослідження операцій; розроблено модель використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики, визначено критерії оцінювання рівня сформованості професійних компетентностей; розроблено методику використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики, рекомендації щодо використанням СКМ у навчанні дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики; експериментально перевірено ефективність основних компонентів розробленої методики; запропоновану методику впроваджено у навчальний процес кількох вищих навчальних закладів України.

Проведене дослідження надало можливість зробити такі **висновки**:

1. Перехід до нового покоління галузевих стандартів вищої освіти на основі фундаменталізації навчання та компетентнісного підходу є необхідним етапом на шляху реформування системи освіти в Україні, зокрема, реформування навчання математичних та інформатичних дисциплін; а застосування СКМ як засобу навчання на засадах компетентнісного підходу, створює умови для наближення освіти до потреб та вимог ринку праці, подальшого розвитку освітніх технологій та системи освіти в цілому. Загальні закономірності та теоретичні засади застосування СКМ у навчальному процесі підготовки фахівців з інформатики ґрунтуються на реалізації міжпредметних зв'язків та розвитку фахових компетентностей студентів з математичних та інформатичних дисциплін.

2. На основі визначених критеріїв добору СКМ для підтримування навчання дослідження операцій (зручність організації доступу, інтуїтивно-зрозумілий інтерфейс, швидкодія, простота та надійність при роботі, зручність інтеграції з іншими ресурсами в єдине середовище та методична доцільність) обґрунтовано доцільність використання системи Maxima, оскільки вона відповідає даним критеріям найбільшою мірою.

3. У процесі розроблення моделі використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики, з'ясовано, що ці засоби є, з одного боку, об'єктом вивчення та інструментом майбутньої професійної діяльності та самоосвіти студентів, а з другого боку – засобами навчання. Розроблена модель використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики, що є основою розроблення методики використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій містить чотири взаємопов'язані компоненти: цільовий, змістовий, технологічний та результативний. Складовими моделі є: мета, завдання, елементи змісту дослідження операцій, де доцільно використовувати СКМ та СКМ як засоби навчання дослідження операцій за різних форм його організації, педагогічні умови, професійних компетентностей фахівців з інформатики, критерії оцінювання рівня сформованості цих компетентностей, очікуваний результат.

Розв'язування проблем фундаменталізації навчання доцільно пов'язувати з поглибленням і розширенням теоретичної бази знань, використовуючи ці засоби для підтримування навчально-пізнавальної та дослідницької діяльності студентів, тоді як фундаментальні поняття відіграють роль інтеграційного компонента організації навчання дослідження операцій, яка підсилюється завдяки використанню СКМ як засобу навчання.

4. Підготовка майбутніх фахівців з інформатики у галузі дослідження операцій буде ефективнішою, якщо цілеспрямовано застосовувати методику використання СКМ як засобу навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики, розробленої у процесі дослідження з урахуванням

професійних особливостей та профільної спрямованості навчання, щоб досягти формування цілісної системи знань та фундаменталізації навчання.

Використання СКМ у процесі навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики педагогічного університету сприяє фундаменталізації знань, опануванню творчим підходом до розв'язування різноманітних проблем, формуванню професійних компетентностей, що допоможе їм швидко адаптуватися до професійної діяльності, сприятиме розвитку як особистості і фахівця.

5. Науково-обґрунтоване впровадження результатів дослідження у навчальний процес майбутніх фахівців з інформатики у педагогічному університеті підтвердило ефективність запропонованої методики. Покращення організації процесу навчання, підвищення рівня знань майбутніх фахівців з інформатики, системи їхніх професійних компетентностей можна досягти із урахуванням рекомендацій щодо розширення доступу до СКМ як засобу навчальної і дослідницької діяльності, зокрема завдяки використанню хмарних технологій.

Напрямами подальших досліджень із урахуванням отриманих результатів є розроблення теоретико-методологічних засад навчання математичних та інформатичних дисциплін у ВНЗ; розроблення комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання дисциплін циклу природничо-наукової та професійної і практичної підготовки майбутніх фахівців з інформатики та інформаційно-комунікаційних технологій на основі використання СКМ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адольф В. А. Профессиональная компетентность современного учителя: монография / В. А. Адольф. — Красноярск : КГУ, 1998. — 310 с.
2. Аладьев В. З. Программирование в пакетах Maple и Mathematica: Сравнительный аспект / В. З. Аладьев, В. К. Бойко, Е. А. Ровба— Гродно: Гродненский госуниверситет, 2011.— 518 с.
3. Архангельский С. И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы / С. И. Архангельский — М. : Высшая школа, 1980. —368 с.
4. Асманова И. Ю. Развитие системного мышления студента как условие фундаментализации и профессионализации усваиваемых знаний : дис. ...канд. пед. наук : 13.00.08 "Теория и методика профессионального образования" / И. Ю. Асманова; Ставропольский гос. ун-т — Ставрополь, 2004. —178 с.
5. Афанасов В. А. Пути совершенствования молодыми учителями своего педагогического мастерства : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. пед. наук / В. А. Афанасов— М., 1961.—25с.
6. Бабанский Ю. К. Проблемы повышения эффективности педагогических исследований / Ю. К. Бабанский — М. : Педагогика, 1982. — 192 с.
7. Бабанский Ю. К. Избранные педагогические труды / Ю. К. Бабанский. — М. : Педагогика, 1989. — 558 с.
8. Баженова Е. А. Технология модульного обучения [Электронный ресурс] / Е. А. Баженова. — Режим доступа к статье : <http://www.psu.ru/psu/files/4441/Bazhenova.pdf>
9. Байденко В. И. Выявление состава компетенций выпускников вузов как необходимый этап проектирования ГОС ВПО нового поколения: Методическое пособие. — М. : Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2006. — 54 с.
10. Балахонов А. В. Фундаментализация высшего медицинского образования на основе системного естественнонаучного знания : автореф. дис. на соискание ученой степени доктора пед. наук : спец. 13.00.08 "Теория и методи-

- ка професійного освіти" / А. В. Балахонов. – Ленингр. гос. обл. ун-т им. А.С. Пушкина – Санкт-Петербург, 2007. – 52 с.
11. Балик Н. Р. Методика вивчення експертних систем у курсі інформатики та обчислювальної техніки : дис... канд. пед. наук: 13.00.02 / Н. Р. Балик. – УДПУ імені М.П. Драгоманова. – К., 1995. – 191 с.
 12. Бек К. Экстремальное программирование. Библиотека программиста / К. Бек. – СПб. : Питер, 2002. – 224 с.
 13. Беспалько В. П. Слагаемые педагогической технологии.– М. : Педагогика, 1989.– 190с.
 14. Биков В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти / В. Ю. Биков. – Київ : Атіка, 2009. – 684 с.
 15. Биков В. Ю. Хмарні технології, ІКТ-аутсорсинг і нові функції ІКТ підрозділів освітніх і наукових установ / В. Ю. Биков // Інформаційні технології в освіті. – №10. – 2011. – pp.8-23.
 16. Блюменау Д. И. Информация и информационный сервис. / Д. И. Блюменау– Ленинград. : "Наука". Ленинградское отделение. 1989. – 192 с.
 17. Болтянский В. Г. Информатика и преподавание математики / В. Г. Болтянский // Математика в школе. – 1989. – №4. – С. 86–90
 18. Борк А. Компьютеры в обучении: чему учит история / А. Борк // Информатика и образование. – 1990. – №5. – С. 110–118.
 19. Бороненко Т. А. Теоретическая модель системы методической подготовки учителя информатики : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.02 / Т. А. Бороненко – СПб., 1997. – 335 с.
 20. Бочкин А. И. Методика преподавания информатики / А. И. Бочкин – Минск : Вышэйшая школа, 1998. – 431 с.
 21. Брескіна Л. В. Професійна підготовка майбутніх вчителів інформатики на основі сучасних мережевих інформаційних технологій: Автореф. дис... канд. пед. наук: 13.00.02 / Л. В. Брескіна – Нац. пед. ун-т імені М.П. Драгоманова. – К., 2003. – 17 с.

22. Буркіна Н. В. Проектування методичної системи дистанційного навчання математики у вищих навчальних закладах : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти / Н. В. Буркіна. – Донецький національний університет. – Донецьк, 2009. – 233 с.
23. Бурмистрова Н. А. Мониторинг образовательных результатов при обучении математике в условиях компетентного подхода / Н. А. Бурмистрова // Стандарты и Мониторинг в образовании» научно-методический и информационный журнал. – №2. (77) – 2011. – С. 3-8.
24. Вдовичин Т. Я. Використання web-сервісу Wolfram|Alpha для розв'язування диференціальних рівнянь / Т. Я. Вдовичин, В. Б. Жидик, Т. П. Кобильник // Науковий вісник Ужгородського національного університету: Серія «Педагогіка. Соціальна робота». – № 33. – С.29-33.
25. Великий тлумачний словник сучасної української мови: 250 000 / Вячеслав Тимофійович Бусел (уклад. і голов. ред.). – К.; Ірпінь : Перун, 2007. – 1736 с.
26. Верлань А. Ф. Інформатика: підруч. [для учнів 10-11 кл. середньої загальноосвітньої школи] / А. Ф. Верлань, Н. В. Апатова. – К. : Форум, 2001. – 255 с.
27. Вирт Н. Алгоритмы + структуры данных = программы. – М. : Мир, 1985. – 406 с.
28. Вінніченко Є. Ф. Розвиток творчих здібностей старшокласників у процесі навчання інформаційних технологій розв'язування математичних задач : дис..канд. пед. наук. : 13.00.02 : теорія та методика навчання інформатики / Є. Ф. Вінніченко. – К., 2006. – 234 с.
29. Воденин Д. Р. Оптимизационные задачи на графах: Учебно-методическое пособ. для студ.экон.эфак./ Д. Р. Воеводин. – Ульяновск : УлГУ.Мех.– мат.фак.– 1999. – 72 с.
30. Габрусев В. Ю. Зміст і методика вивчення шкільного курсу інформатики на основі вільно поширюваної операційної системи LINUX: дис. канд. пед. наук: 13.00.02 : теорія та методика навчання інформатика / В. Ю. Габрусев.

- К. : НПУ ім. М.П.Драгоманова. – 2003. – 221с.
- 31.Галимов А. М. Управление инновационной деятельностью в вузе: проблемы и перспективы / А. М. Галимов, Н. Ф. Кашапов, А. В. Маханько // Образовательные технологии и общество. – 2012. – том 15, №4. –с.392-413.
URL: http://ifets.ieee.org/russian/depository/v15_i4/html/18.html
32. Галузевий стандарт вищої освіти України. Освітньо-кваліфікаційна характеристика : [освітньо-кваліфікаційний рівень] бакалавр. Галузь знань 0403 "Системні науки та кібернетика". Напрямок підготовки 040302 "Інформатика". Кваліфікація 3121 Фахівець з інформаційних технологій. 3340 Викладач-стажист / Міністерство освіти і науки України. – К., 2010. – 32 с.
- 33.Галузевий стандарт вищої освіти України. Освітньо-професійна програма підготовки : [освітньо-кваліфікаційний рівень] бакалавр. Галузь знань 0403 "Системні науки та кібернетика". Напрямок підготовки 040302 "Інформатика". Кваліфікація 3121 Фахівець з інформаційних технологій. 3340 Викладач-стажист / Міністерство освіти і науки України. – К., 2010. – 94 с.
- 34.Герасименко І. В. Методика використання технологій дистанційного навчання в підготовці бакалаврів комп'ютерних наук: дис. канд. пед. наук: 13.00.10 : інформаційно-комунікаційні технології в освіті / І. В. Герасименко. – К. : ІТЗН НАПН України. – 2015. – 302с.
- 35.Гладун А. Д. Роль фундаментального естествонаучного образования в становлении специалиста / А. Д. Гладун // Высшее образование в России. – 1994. – №4. – С. 21–23.
- 36.Глибовець М. М. Штучний інтелект: підруч. [для студ. вищ. навч. закладів, які навчаються за спец. "Комп'ютерні науки" та "Приклад. математика"] / М. М. Глибовець, О. В. Олецкий – К. : Вид. дім "КМ Академія", 2002. – 366 с.
- 37.Глушков В. М. Основы безбумажной информатики / В. М. Глушков. – 2-е изд., испр. – М. : Наука, 1987. – 552 с.
- 38.Говорухин В. Н. Компьютер в математических исследованиях /

- В. Н. Говорухин, В. Г. Цибулин. – СПб.: Питер, 2001 – 624 с.
39. Гончаренко С. У. Український педагогічний словник / С. У. Гончаренко. – К. : Либідь, 1997. – 368 с.
40. Горошко Ю. В. Вплив нової інформаційної технології на практичну значимість результатів навчання математики в старших класах середньої школи : дис.... канд. пед. наук.: 13.00.02 : теорія та методика навчання інформатика / Ю. В. Горошко – К. : КДПУ ім. М. П. Драгоманова, 1993. – 103 с.
41. Горячев А. В. Информатика фундаментальная и прикладная / Горячев Александр // Информатика и образование. – 1998. – №6. – С. 27–30.
42. Гудилов И. Н. Педагогический контроль и его обеспечение: учеб. Пособие / И. Н. Гудилов . – М : Форум, 2005. – 240с.
43. Гудкова А. А. Формирование и развитие региональных инновационно-технологических кластеров / А.А. Гудкова, Ю.М. Баткилина // Научное, экспертно-аналитическое и информационное обеспечение национального стратегического проектирования, инновационного и технологического развития России. Труды Шестой Всероссийской научно-практической конференции 27-28 мая 2010г. – Часть 2. – Москва, 2010. – С.190-193.
44. Дем'яненко В. М. Методика навчання майбутніх вчителів інформатики апаратних і системних програмних засобів : дис... канд. пед. наук: 13.00.02 / В. М. Дем'яненко. – К., 2003. – 195 с.
45. Демидович Б. П. Основы вычислительной математики / Борис Павлович Демидович и Исаак Абрамович Марон – М., 1966 г. 664 с.
46. Дидактика средней школы. Некоторые проблемы современной дидактики / Под ред. М. А. Данилова и М. Н. Скаткина. – М. : Просвещение, 1975. – 304 с.
47. Добров Г. М. Наука о науке / Геннадий Михайлович Добров. — К. : Наукова думка, 1969. — 304 с.
48. Дорошенко М. В. Розв'язування задач лінійного програмування за допомогою інтегрованого середовища Word та Matlab / Дорошенко М. В., Ко-

- гут У. П. // Щорічний науковий журнал «Актуальні проблеми фізики, математики та інформатики». – 2013. – №5. – С. 2-5.
49. Дьяконов В. П. Компьютерная математика. Теория и практика / В. П. Дьяконов. – М.: Нолидж, 2001. – 1296 с.
50. Дьяконов В. П. MATHEMATICA 5.1/5.2/6.0. Программирование и математические вычисления / В. П. Дьяконов. — М. : ДМК Пресс, 2006. — 576 с.
51. Дьяконов В. П. MatLab 6.0/6.1/6.5/6.5 + SP1 + Simulink 4/5. Обработка сигналов и изображений / В. П. Дьяконов. — М. : СОЛОН-Пресс, 2004. — 592с.
52. Дьяконов В. П. Компьютерная математика / В. П. Дьяконов // Соросовский образовательный журнал. – 2001. – Том 7. – № 11. – С. 116–121.
53. Дьяконов В. П. Системы компьютерной алгебры DERIVE: самоучитель и руководство пользователя / Владимир Павлович Дьяконов. — М. : Солон-Р, 2002. — 319с.
54. Ёлгина Л. С. Фундаментализация образования в контексте устойчивого развития общества : Сущность, концептуальные основания : дис. ... канд. филос. наук : 09.00.11 / Л. С. Ёлгина – Улан-Удэ, 2000.
55. Ершов А. П. Концепция использования средств вычислительной техники в сфере образования (информатизация образования) / А. П. Ершов. – Новосибирск, 1990. – 58 с.
56. Євць О. В. Фундаменталізація вищої педагогічної освіти як об'єкт наукового дослідження [Електронний ресурс] / Євць О. В. // Матеріали Всеукраїнської наук.-практ. конференції "Художньо-освітній простір України в контексті новітньої історії". – Київ, 2007 р. – Режим доступу : http://www.culturalstudies.in.ua/kns2_7.php
57. Жалдак М. І. Чисельні методи математики : Посібник для самоосвіти вчителів /М. І. Жалдак, Ю. С. Рамський – К. : Радянська школа, 1984. – 206 с
58. Жалдак М. І. Математика з комп'ютером / Жалдак М. І., Горошко Ю. В., Вінниченко Є. Ф. – К. : ДІНІТ, 2004. – 168 с.

59. Жалдак М. І. Елементи стохастики з комп'ютерною підтримкою : посіб. для вчителів / М. І. Жалдак, Г. О. Михалі – К. : ДІНІТ, 2001. – 70 с.
60. Жалдак М. І. Комп'ютер на уроках геометрії : посібник для вчителів / М. І. Жалдак, О. В. Вітюк. – К. : ДІНІТ, 2003. – 168 с.
61. Жалдак М. І. Matematyka z GRAN 1W / М. І. Жалдак, Є. М. Смірнова-Трибульська, Ю. В. Горошко, Є. Ф. Вінниченко. — Sosnowiec: Wyzsza Szkola Zarzadzania i Marketingu. 2005 — 251 с.
62. Жалдак М. І. Stereometria z GRAN 3D / М. І. Жалдак, Є. М. Смірнова-Трибульська, О. В. Вітюк. — Sosnowiec : Wyzsza Szkola Zarzadzania i Marketingu, 2005. — 106 с.
63. Жалдак М. І. Шкільній інформатиці – 25! / М. І. Жалдак, Ю. С. Рамський // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : зб. Наукових праць. – К. : НПУ імені М.П. Драгоманова, 2010. – №8 (15). – С. 3–17.
64. Жалдак М. І. Система підготовки учителя к использованию информационной технологии в учебном процессе: Дис. ... в форме науч. доклада д-ра пед. наук: 13.00.02 / Жалдак М. І. – АПН СССР; НИИ содержания и методов обучения. – М., 1989. – 48 с.
65. Жалдак М. І. Елементи стохастики з комп'ютерною підтримкою : посіб. для вчителів / Жалдак М. І., Михалін Г. О. – К. : ДІНІТ, 2001. – 70 с.
66. Жалдак М. І. Комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання математики, фізики, інформатики / М. І. Жалдак, В. В. Лапінський, М. І. Шут // Інформатика. – 2006. – №3–4. – С. 3–96.
67. Жалдак М. І. Основи теорії і методів оптимізації : навч. посіб. для студ. мат. спец. вищ. навч. закл. / Жалдак М. І., Триус Ю. В. – Черкаси : Брама-Україна, 2005. – 608 с.
68. Жалдак М. І. Про деякі методичні аспекти навчання інформатики в школі та педагогічному університеті // Наукові записки Тернопільського національного університету ім.В.Гнатюка. Серія: Педагогіка, 2005. – № 6. –

С. 17-24.

69. Жалдак М. І. Комп'ютер на уроках математики: Посібник для вчителів / М.І.Жалдак. – К.: РННЦ “Дініт”, 2003. – 324 с.
70. Жалдак М. І. Проблеми інформатизації навчального процесу в школі і в вузі / М. І. Жалдак // Сучасна інформаційна технологія в навчальному процесі: зб. наук. пр. – К. : КДПІ ім. М. П. Драгоманова, 1991. – С. 3–16.
71. Жалдак М. І. Теорія ймовірностей і математична статистика: Підручник для студентів фізико-математичних спеціальностей педагогічних університетів. – Вид.2, перероб. і доп. / Жалдак М.І., Кузьміна Н.М., Михалін Г.О. – Полтава: Довкілля-К, 2009. – 500 с.
72. Жалдак М. І. Проблеми фундаменталізації змісту навчання інформатичних дисциплін. Режим доступу: http://www.ikt-cn.org/images/zhaldak_2014.pdf
73. Жукова В. М. Принципи впровадження комп'ютерних математичних систем у навчальний процес фізико-математичних факультетів / Жукова В. М. // Професіоналізм педагога в контексті Європейського вбору України : матеріали науково-практичної конференції, 2008 р., м. Ялта. – Ялта : РВВ КГУ, 2008. – Ч.1. – С. 83-85.
74. "Искусственный интеллект: применение в химии". Редакторы Пирс Т., Хони Б. – М.: Мир. 1988. – 430 с.
75. Закон України "Про вищу освіту" / <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>.
76. Засоби інформаційно-комунікаційних технологій єдиного інформаційного простору системи освіти України: монографія / [В. В. Лапінський, А. Ю. Пилипчук, М. П. Шишкіна та ін.]; за наук. ред. проф. В. Ю. Бикова – К.: Педагогічна думка, 2010. – 160 с.
77. Зимняя И. А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании. Авторская версия / И. А. Зимняя. — М. : Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. — 40 с.

78. Ибрагимов И. М. Информационные технологии и средства дистанционного обучения : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / И. М. Ибрагимов ; под ред. А. Н. Ковшова – М. : Академия, 2007. – 336 с. – (Высшее профессиональное образование).
79. Ильин В. В. Теория познания. Эпистемология / Ильин В. В. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1994. – 136 с.
80. Ігнатенко М. Я. Активізація навчально-пізнавальної діяльності учнів старших класів при вивченні математики : дис..докт. пед. наук. : 13.00.02 : теорія та методика навчання інформатики / М. Я. Ігнатенко – К. : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 1997. – 355 с.
81. Іохвидович Н. Ю. Дослідження операцій: навчально – методичний посібник / Н. Ю. Іохвидович, Е. В. Поклонський, І. В. Подкопай, Р. В. Посилаєва. – Харків, ХДТУБА, 2010. – 80 с.
82. Казанцев С. Я. Дидактические основы и закономерности фундаментализации обучения студентов в современной высшей школе : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.01 / С. Я. Казанцев– Казань, 2000. – 295 с.
83. Казиев В. М. Некоторые системные и методологические аспекты информатики и информатизации [Электронный ресурс] / В. М. Казиев. – Режим доступа до статті : http://www.auditorium.ru/conf/conf_fulltext/kaziev.pdf
84. Калашникова Л. М. Взаимодействие учебного и производственного процессов как педагогическое условие организации преподавания специальных дисциплин / Л. М. Калашникова // "Стандарты и Мониторинг в образовании" научно-методический и информационный журнал. – №4. (79) (июль-август) – 2011. – С. 17-22.
85. Капустина Т. В. Теория и практика создания и использования в педагогическом вузе новых информационных технологий на основе компьютерной системы Mathematica (физико-математический факультет) : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.08 – теория и методика профессионального образования, 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (математика) / Т. В. Капустина ; Московский педагогический университет. – М., 2001. –

254 с.

- 86.Кедров Б. М. Классификация наук: Прогноз К. Маркса о науке будущего / Бонифатий Михайлович Кедров. — М. : Мысль, 1985. — 544 с.
- 87.Кинелев В. Г. Об итогах работы высшей школы в 1994 году и основных направлениях ее деятельности в 1995 году / Кинелев В. Г. // высшее образование в России. — 1995. — №1. — С. 7–27.
- 88.Кинелев В. Г. Фундаментализация университетского образования / Кинелев В. Г. // Высшее образование в России. — 1994. — № 4. — С. 6-13.
- 89.Кирсанов М.Н. Графы в Maple. Задачи, алгоритмы, программы / М. Н. Кирсанов. — М.: Издательство ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 168 с.
- 90.Кишакевич Ю. Л. Організаційно-педагогічні засади функціонування кредитно-модульної системи підготовки фахівців у вищих педагогічних навчальних закладах III-IV рівнів акредитації / Ю. Л. Кишакевич, Т. М. Козак/ Дрогобич : Редакційно-видавничий відділ ДДПУ імені І.Франка, 2008. — 168с.
- 91.Клочко В. І. НІТ навчання математики в технічній вищій школі: дис. ... доктора пед. наук: 13.00.02 / В. І. Клочко— Вінниця, 1998. — 396 с.
- 92.Князян М. Формування пізнавальної мотивації дослідницької діяльності студентів / М. Князян // Педагогіка і психологія професійної освіти.— 2003.—№1. — С.173—181.
93. Кобильник Т. П. Системи комп'ютерної математики: Maple, Mathematica, Maxima / Т. П. Кобильник. — Дрогобич : Редакційно-видавничий відділ ДДПУ імені Івана Франка, 2008. — 316 с.
- 94.Кобильник Т. П. Фундаментальність інформатичної освіти / Т. П. Кобильник // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : зб. наукових праць. — К. : НПУ імені М.П. Драгоманова. — №5 (12). — 2007. — С. 78–81.
95. Кобильник Т. П. Характеристика систем комп'ютерної математики /

- Т. П. Кобильник, У. П. Когут // Щорічний науковий журнал "Актуальні проблеми фізики, математики та інформатики". – 2010. – №2. – С. 52-55.
96. Кобильник Т. П. Методична система навчання математичної інформатики у педагогічному університеті : дис... кандидата пед. наук : 13.00.02 / Т. П. Кобильник // – Київ, НПУ імені М.П. Драгоманова, 2009. – 256 с.
97. Кобильник Т. П. Використання системи Maxima для розв'язування оптимізаційних задач на графах / Кобильник Т. П., Когут У. П. // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія "Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання" : Зб. наук. праць /Редрада.– К. : НПУ імені М.П. Драгоманова, 2012.– №12 (19). – С.62-67.
98. Кобильник Т. П. Оптимізація на графах з системою Mathematica / Кобильник Т. П., Когут У. П. // Наукові записки. – Випуск 4 – Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 1. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2013. – С. 50-56.
99. Кобильник Т. П. Аналіз вільного програмного забезпечення спеціального призначення у підготовці бакалаврів інформатики / Т. П. Кобильник, У. П. Когут // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія "Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання" : Зб. наук. праць /Редрада. – К. : НПУ імені М.П. Драгоманова, 2014.– №14 (21). – С.44-48.
100. Кобильник Т. П. Системи комп'ютерної математики у навчанні студентів напряму підготовки «Інформатика*» / Кобильник Т. П., Когут У. П. // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2014. – №2(40). Режим доступу: <http://journal.iitta.gov.ua>
101. Кобильник Т. П. Дослідження операцій та теорія ігор. Графові моделі розв'язування оптимізаційних задач. / Кобильник Т. П., Когут У. П. // Навчально-методичний посібник. – Дрогобич: Редакційно-видавничий відділ ДДПУ імені Івана Франка, 2012. – 94с
102. Кобильник Т.П. Системи комп'ютерної математики: навчально-методичні матеріали для самостійної роботи [для підготовки фахівців ОКР "Бакалавр" галузі знань 0403 "Системні науки та кібернетика" напряму

- підготовки 6.040302 "Інформатика"] / Кобильник Т.П., Когут У.П. – Дрогобич: Редакційно-видавничий відділ ДДПУ імені І. Франка, 2014. – 74 с
103. Кобильник Т. П. Використання сервісу Wolfram|Alpha для розв'язування задач інтегрального числення функції однієї змінної / Т. П. Кобильник, Т. Я.Вдовичин // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць /Редрада. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2015. – № 15 (22). – С.55-60.
104. Коган А. Г. Некоторые вопросы преподавания программирования в школе с углубленным изучением математики / Коган А. Г., Шень А. Х. // Изучение основ информатики и вычислительной техники в средней школе : опыт и перспективы / Сост. В. М. Монахов [и др.] – М. : Просвещение, 1987. – 192 с.
105. Когут У. П. Актуальні напрямки розвитку і використання СКМ у професійній підготовці бакалаврів інформатики / Когут У. П. // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини. – Умань: ПП. Жовтий, 2011. – Ч. 3. С.107-114.
106. Когут У. П. Передумови ефективної інтеграції ІКТ в навчальний процес бакалаврів інформатики педагогічного університету / Когут У.П.// Інформаційні технології і засоби навчання. – 2011. – №6(26). Режим доступу: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/571>
107. Когут У. П. Критерії сформованості компонентів фахових компетентностей бакалаврів інформатики з інформатичних дисциплін / Когут У. П. // Наукові записки. – Випуск 108 – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2012. – Ч. 1. – С. 200-205.
108. Когут У. П. Класифікація та критерії вибору програмних засобів для фундаменталізації підготовки бакалаврів інформатики з інформатичних дисциплін // Інформаційні технології в освіті: Збірник наукових праць. Випуск 11. – Херсон: ХДУ, 2012. –С.88 – 97.
109. Когут У. П. Підготовка бакалаврів інформатики у ВНЗ України //

- У. П. Когут, Т. Я. Вдовичин // Проблеми сучасної педагогічної освіти. Сер.: педагогіка і психологія. – Ялта: РВВ КГУ, 2013. – Вип..40.– Ч.2.– С.100-110.
110. Когут У. П. Дослідження операцій та теорія ігор. Навчально - методичні матеріали до самостійної роботи [для студентів напряму підготовки 6.040302 "Інформатика"]. / Когут У. П. – Дрогобич: Редакційно-видавничий відділ ДДПУ імені Івана Франка, 2012. – 82 с.
111. Когут У. П. Оцінювання якості програмних засобів навчального призначення для загальноосвітніх навчальних закладів : монографія / [Жалдак М. І., Шишкіна М. П., Лапінський В. В. та ін.] за наук. ред. проф. М. І. Жалдака – К : Педагогічна думка, 2012. – 132 с.
112. Когут У. П. Модель фундаменталізації навчання інформатичних дисциплін майбутніх бакалаврів інформатики на основі міжпредметних зв'язків / Когут У. П. // Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі: Збірник наукових праць. Випуск Х. – Кривий ріг: Видавничий відділ НМетАУ, квітень 2012. – С. 55-61.
113. Когут У. П. Анализ состояния использования компьютерных математических систем как средства фундаментализации обучения информатических дисциплин / Когут У. П. // Научно-теоретический и практический журнал "Современный научный вестник". Серия: Педагогические науки – №26 (138).– Русначкнига, 2012. – С. 61-66.
114. Когут У. П. Напрями фундаменталізації курсів інформативних дисциплін засобами систем комп'ютерної математики / Когут У. П. // Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі: Збірник наукових праць. Випуск ХІ. – Кривий ріг: Видавничий відділ КМІ, 2013. – С. 86-95.
115. Когут У. П. Методичні аспекти використання системи Maxima при підготовці бакалаврів інформатики / Когут У. П. // Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі: Збірник наукових праць. Ви-

- пуск XI. – Кривий ріг: Видавничий відділ КМІ, 2014. – С. 86-95.
116. Когут У.П. Моделі використання СКМ у процесі навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики / У. П. Когут // Матеріали звітної наукової конференції Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН. – Київ : – зб. наук. праць ІТЗН НАПН України. – 2015. – С. 76-79.
117. Кодлюк Я. П. Компетентнісний підхід у підготовці майбутніх педагогів як пріоритет модернізації вищої освіти України / Кодлюк Я. П. // Професійні компетенції та компетентності вчителя / Матеріали регіон. наук.-практ. семінару – Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2006. – С. 10-13.
118. Козак Т. Організаційно-теоретичні засади моніторингу діяльності вищих навчальних закладів. // Проблеми освіти : Наук. зб. / Інститут інноваційних технологій і змісту освіти МОНмолодьспорту України / Ред. кол. : Є.М. Суліма (гол. ред.), Я.Я. Болюбаш, Ю.В. Ївженко та ін. – К., 2011. – Вип. 67. – С. 30–34.
119. Козак Т. Удосконалення методології викладання дисциплін у вищій школі в контексті Болонського процесу / Козак Т., Когут У., Пазюк Р. // Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі: Збірник наукових праць. Випуск V. – Кривий ріг: Видавничий відділ НМетАУ, квітень 2008. – С. 115-124.
120. Кондратьев В. В. Фундаментализация профессионального образования специалиста на основе непрерывной математической подготовки в условиях технологического университета : автореф. дис. на соискание ученой степени доктора пед. наук : спец. 13.00.08 "Теория и методика профессионального образования" / Кондратьев В. В. ; Казанский гос. технологич. инт. – Казань, 2000. – 40 с.
121. Колин К. К. Фундаментальная информатика и качество образования : лекция-доклад / Колин К. К. – М. : Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2001. – 29 с.

122. Колчук Т.В. Методика дистанційного навчання геометрії учнів основної школи : дис... кандидата пед. наук : 13.00.02 / Т. В Колчук // — Київ, НПУ імені М.П.Драгоманова, 2014. — 248 с.
123. Компетентнісна освіта – від теорії до практики / [Бібік Н. М., Єрмаков І. Г., Овчарук О. В. та ін.]. — К. : Плеяди, 2005. — 120 с.
124. Компетентностный подход как способ достижения нового качества образования / Материалы для опытно-экспериментальной работы в рамках Концепции модернизации российского образования на период до 2010 года. — М. : НФПК, 2002. — 96 с.
125. Комплекс нормативних документів для розроблення складових системи галузевих стандартів вищої освіти : за загальною редакцією В. Д. Шинкарука. — К. : МОН України; Інститут інноваційних технологій і змісту освіти, 2008. — 69 с.
126. Компьютерная технология обучения. Словарь-справочник / Под ред. В. Ю. Гриценко, А. М. Довгялло, А. Я. Савельева. — Киев: Наукова думка, 1992. — 652 с.
127. Комюніке конференції європейських міністрів освіти (19-20 травня 2005 року, м.Берген) // zakon4.rada.gov.ua/laws/show/994_576
128. Коньков Е. В. Компетентносный подход к обучению в общеобразовательной школе / Е. В. Коньков // "Стандарты и Мониторинг в образовании" научно-методический и информационный журнал. — №4. (79) (июль-август) - 2011. — С. 57-60.
129. Костикова М. Н. Инновационные процессы в развитии педагогического образования / Костикова М. Н. // Традиции и инновации в системе образования : Гуманитаризация образования : матер. науч.-практ. конф. — Ч. 1. — Чита : Изд-во ЗабГПУ, 1998. — С. 36–41.
130. Кремінь В. Г. Освіта в структурі цивілізаційних змін: актуальні проблеми / Кремінь В. Г. // Управління освітою, 2011. — №2(254). — С. 3-5
131. Крысько В. Г. Психология и педагогика : Схемы и комментарии / Кры-

- сько В. Г. – М. : Владос-Пресс, 2001. – 368 с.
132. Кузнецов Б. Г. О стиле физического мышления XX века / Кузнецов Б. Г. // Эйнштейновский сборник. – М.: Наука. - с.121-133
133. Кузовлев В. П. Профессиональная подготовка студентов в педагогическом вузе : автореф. дис. на соискание ученой степени доктора пед. наук : спец. 13.00.08 "Теория и методика профессионального образования" / Кузовлев В. П. – М., 1999. – 49 с.
134. Кутковецкий В. Я. Дослідження операцій: навчальний посібник/ Кутковецкий В. Я. – Київ: Вид-во ТОВ "Видавничий дім "Професіонал", – 2004.– 350с.
135. Кушнір В. А. Системний аналіз педагогічного процесу: методологічний аспект / В. А. Кушнір. — Кіровоград : Видавничий центр КДПУ , 2001. — 348 с.
136. Лаптев В. В. Методическая теория обучения информатике. Аспекты фундаментальной подготовки / Лаптев В. В., Рыжова Н. И., Швецкий М. В. –СПб. : Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2003. – 352 с.
137. Лаптев В.В. Учебные компьютерные модели / Лаптев В., Немцев А.// Информатика и образование, 1991,4, с.70-73.
138. Лаптев В.В. Метод демонстрационных примеров в обучении информатике студентов педагогического вуза / Лаптев В. В., Швецкий М. В. // Педагогическая информатика, 1994, 2, С.7-16.
139. Лапчик М. П. Структура и методическая система подготовки кадров информатизации школы в педагогических вузах: Дис. ... д-ра пед. наук в форме науч. докл.: 13.00.02. / Лапчик М. П. / Омский гос. пед. ун-т. – М., 1999. – 82 с.
140. Лапчик М. П. Методика преподавания информатики / М. П. Лапчик. — М. : Академия, 2001. — 624 с.
141. Левченко И. В. Развитие системы методической подготовки учителей информатики в условиях фундаментализации образования в вузах : дис. на соискание ученой степени доктора пед. наук : 13.00.02 – теория и методика

- обучения и воспитания (информатика) / Левченко И. В. – М., 2009. – 46 с.
142. Лернер И. Я. Дидактические основы методов обучения / И. Я. Лернер. – М. : Педагогика, 1981. – 185 с.
143. Ломов Б. Ф. Антиципация в структуре деятельности / Ломов Б. Ф., Сурков Е. Н. – М.: Наука, 1980.
144. Лотюк Ю. Г. Комп'ютерно-орієнтована методична система навчання обчислювальної математики в педагогічному університеті : дис... кандидата пед. наук : 13.00.02 / Лотюк Ю. Г. — Рівне, 2004. — 228 с.
145. Львов М. С. Алгебра з комп'ютером / М. С. Львов, Н.Львова. – К. : Шк. світ, 2007. – 128 с.
146. Максимова В.Н. Межпредметные связи и совершенствование процесса обучения: кн. [для учителя] / В. Н. Максимова. — М. : Просвещение, 1984. — 144с.
147. Манако А. Ф. ИКТ в обучении: взгляд сквозь призму трансформаций // Образовательные технологии и общество / А. Ф. Манако, Е. М. Сеница. – 2012. – том 15, №3. – с.392-413.
- URL: http://ifets.ieee.org/russian/depository/v15_i3/html/6.htm
148. Маркова А. К. Психология профессионализма / А. К. Маркова. — М. : Знание, 1996. — 308 с.
149. Матійків І. М. Компетентнісний підхід до професійної підготовки майбутніх фахівців / Матійків І. М. // Педагогіка і психологія професійної освіти: Наук.-метод. журнал. – 2006. – № 3. – С. 44-53.
150. Машбиц Е. И. Компьютеризация обучения: Проблемы и перспективы / Е. И. Машбиц. – М. : Знание, 1986. – 80 с. – (Новое в жизни, науке и технике. Серия «Педагогика и психология»; №1).
151. Машбиц Е. И. Психологические основы управления учебной деятельностью / Машбиц Е. И. – К. : Выща школа, 1987. – 224 с.
152. Машбиц Е. И. Психолого-педагогические проблемы компьютеризации обучения / Машбиц Е. И. – М.: Педагогика. 1988. – 191 с.
153. Методические указания по вопросам мировоззренческой и воспитатель-

- ной направленности преподавания курса высшей математики в техническом вузе / [составитель В.В.Пак]. — Донецк : ДПИ, 1989. — 64 с.
154. Методологические проблемы развития педагогической науки. — М. : Педагогика, 1985. — 240 с.
155. Микешина Л. А. Научная картина мира как мировоззренческая форма знания / Микешина Л. А. // Научная картина мира. — К., 1983. — С. 74–79
156. Миронова О. І. Пакет прикладних програм Mathematica: Робоча навч. прогр. / О. І. Миронова; [Волинський держ. ун-т ім. Лесі Українки. Факультет міжнародних відносин. Кафедра міжнародної інформації]. — Луцьк : РВВ „Вежа” Волинського держ. ун-ту ім. Лесі Українки, 2007. — 15 с.
157. Михалін Г. О. Формування основ професійної культури вчителя математики у процесі навчання математичного аналізу : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.04 / Михалін Г. О. ; Національний педагогічний ун-т ім. М.П. Драгоманова. — К., 2004. — 413 с.
158. *Моисеев Н. Н.* Алгоритмы развития / Н. Н. Моисеев ; АН СССР. — М. : Наука, 1987. — 302 с.
159. Монахов В. М. Проектирование и внедрение новых информационных технологий обучения / В. М. Монахов // Советская педагогика. — 1990. — №7. — С. 17–22
160. Морзе Н. В. Система методичної підготовки майбутніх вчителів інформатики в педагогічних університетах: Дис... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Національний педагогічний ун-т ім. М.П.Драгоманова. — К., 2003. — 605 арк.
161. Морзе Н. В. Методика навчання інформатики: навч. посіб.: у 4 ч. /за ред. акад. М. І. Жалдака / Н. В. Морзе. — К. : Навч. кн., 2003. — Ч. 1 : Загальна методика навчання інформатики. — 254 с.
162. Морзе Н. В. Основи методичної підготовки вчителя інформатики: монографія / Н. В. Морзе. — К. : Курс, 2003. — 372 с.
163. Наказ МОН України від 23.01.2004 р. № 48 "Про проведення педагогічного експерименту з кредитно-модульної системи організації навчального процесу" // www.mon.gov.ua/images/files/osvita/.../mon_48.doc

164. Низамов Р. А. Формы и методы обучения в вузе / Р. А. Назимов // Вопросы вузовской педагогики и методики. – Казань, 1971. – Вып. 1. – С. 36–41.
165. Новиков А. М. Российское образование в новой эпохе : парадоксы наследия, векторы развития / Новиков А. М. – М. : Эгвес, 2000. – 272 с.
166. Новиков Д. А. Статистические методы в педагогических исследованиях (типовые случаи) / Новиков Д. А. – М: МЗ-Пресс, 2004.– 67с.
167. Новиков Ф. А. Дискретная математика для программистов / Ф. А. Новиков. – СПб.: Питер, 2005. – 364 с.
168. Носырев С. В. О фундаментализации образования как условии целостного мировоззрения / Носырев С. В. // Проблемы учебного процесса в инновационных школах : Сб. науч. тр. – Иркутск : ИГУ, 2004. – Вып. 9. – С. 155-161.
169. Образцов П. И. Психолого-педагогические аспекты разработки и применения в вузе информационных технологий обучения / Образцов П. И. – Орловский государственный технический университет. – Орел, 2000. – 145 с.
170. Ожегов С. И. Словарь русского языка : Около 57 000 слов. [Изд. 10-е, стереотип.] / Ожегов С. И. ; под ред. доктора филолог. наук проф. Н. Ю. Шведовой. – М. : Сов. Энциклопедия, 1973. – 846 с.
171. Окулов С. М. Когнитивная информатика : монография / Окулов С. М. – Киров : Изд-во ВятГУ, 2003. – 224 с.
172. Ольнева А. Б. Формирование фундаментальных знаний в системе профессионального образования студентов технических вузов / Ольнева А. Б. – М. : МПГУ, 2003. – 181 с.
173. Ортинський В. Л. Педагогіка вищої школи: навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.] / В. Л. Ортинський – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 472 с., 93-94]
174. Освітні структури, результати навчання, навчальне навантаження і об-

- числення кредитів за Європейською системою взаємозарахування кредитів // Мат. наук.-практичного семінару "Кредитно-модульна система підготовки фахівців у контексті Болонської декларації" / МОН України; Нац. ун-т "Львівська політехніка". – Львів, 2003. – С. 58-72; http://www.mon.gov.ua/education/higher/bolon/r_coll.doc, 11.10.2004 р.
175. Основи нових інформаційних технологій навчання: посіб. для вчителів / Ю. І. Машбиць, О. О. Гокунь, М. І. Жалдак, Н. В. Морзе та ін.; Інститут психології ім. Г. С. Костюка АПН України; Інститут змісту і методів навчання. – К., 1997. – 260 с.
176. Основні засади розвитку вищої освіти в Україні в контексті Болонського процесу (документи і матеріали 2003-2004рр.)/ за ред. В.Г. Кременя. Авт. колектив: М. Ф. Степко, Я. Я. Болюбаш, В. Д. Шинкарук, В. В. Грубіянко, І. І. Бабин.– Тернопіль : ТДПУ імені В.Гнатюка, 2004.– 174с.
177. Парфьонова Н. Д. Нові підходи до використання вільно поширюваної системи комп'ютерної математики МАХІМА у навчанні функцій комплексної змінної / Парфьонова Н. Д. // Інформаційні технології і засоби навчання. 2012. №1 (27). - Режим доступу до журналу: <http://journal.iitta.gov.ua>
178. Пеньков А. В. Использование новой информационной технологии при преподавании математики в старших классах средней школы : дис.. канд. пед. наук : 13.00.02 : теорія та методика навчання інформатика / А. В. Пеньков. К. : КДПУ ім. М. П. Драгоманова, 1992. – 172 с.
179. Покришень Д. А. Програмно-педагогічне забезпечення міжпредметних зв'язків інформатики з математикою і фізикою у навчанні майбутніх інженерів.: дис..канд. пед. наук. : 13.00.02 : теорія та методика навчання інформатики / Д. А. Покришень /К. : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2010. – 240 с.
180. Поліщук О. П. Систематичне навчання моделювання в підготовці майбутнього вчителя / Поліщук О. П., Теплицький І. О., Семеріков С. О. // Комп'ютерне моделювання в освіті : матеріали Всеукраїнського науково-

- методичного семінару. – Кривий Ріг, 26 квітня 2006 р. – Кривий Ріг :КДПУ, 2006. – С. 48-49.
181. Пометун О. І. Формування громадянської компетентності: погляд з позиції сучасної педагогічної науки / Пометун О. І. // Вісник програм шкільних обмінів. – 2005. – № 23. – С. 18-24.
182. Поспелов Г. С. Искусственный интеллект — основа новой П 62 информационной технологии / Поспелов Г. С.— М.: Наука, 1988.—280 с.
183. Практична психологія: Підручник / Під ред. д-ра психол. наук, проф., акад. БПА М. К. Тутушкіної - 4-е вид., Перероб., Доп. - СПб.: Вид-во "Дидактика Плюс", 2001. - 368 с.
184. Прийма С. М. Формування технологічної культури майбутніх учителів інформатики у процесі професійно-педагогічної підготовки: Автореф. дис... канд. пед. наук: 13.00.04 / Прийма С. М. / Харківський національний педагогічний ун-т ім. Г. С. Сковороди. – Х., 2006. – 20 с.
185. Програма підготовки фахівця ОКР «Бакалавр» галузь знань 0403 Системні науки та кібернетика напрям підготовки 040302 Інформатика. Режим доступу: <http://csn.chnu.edu.ua/res/csn/MPUiK.pdf>
186. Проект "Рівний доступ до якісної освіти в Україні" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.mon.gov.ua/main.php?query=newstmp/2009_1/06_02/5
187. Проектування гіпертекстових навчальних систем: пос. / Авт. кол. за редакцією Ю. І. Машбиця. – К. : Інститут психології ім. Г. С. Костюка АПН України, 2000. – 100 с.
188. Пышкало А. М. Методическая система обучения геометрии в начальной школе : авторский доклад по монографии "Методика обучения геометрии в начальных классах", предст. на соиск. уч. степ. докт. пед. наук. / Пышкало А. М. – М., 1975. – 60 с.
189. Рагулина М. И. Электронное учебное пособие как средство формирования методической компетентности будущего учителя информатики [Електронний ресурс] / М. И. Рагулина, Л. В. Смолина. — Режим доступу :

<http://www.ict.edu.ru/vconf/files/6830.doc>.

190. Раков С. А. Програмно-методичний комплекс DG як крок від традиційної до інформаційної технології навчання геометрії/ С. А. Раков, В. П. Горох. // Комп'ютер у школі і сім'ї. – 2003. – № 1. – С. 20–23
191. Раков С. А. Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ / Раков С. А. – Харків: Факт, 2005. – 360 с.
192. Раков С. А. Сучасний учитель інформатики: кваліфікація і вимоги (або чи можна перетворити Україну на силіконову долину) / Раков С. А. // Комп'ютер у школі і сім'ї. – 2005. – № 5. – С. 5-8.
193. Раков С. А. Формування математичних компетентностей учителя математики на основі дослідницького підходу у навчанні з використанням інформаційних технологій: Дис... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Раков С. А. / ХНПУ ім. Г. С. Сковороди. – Харків, 2005. – 538с.
194. Рамський Ю. С. Логічні основи інформатики: Навч. посібник для студ. фіз.-мат. спеціальностей вищ. пед. навч. Закладів/ Рамський Ю. С. – К.: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2013. – 295 с.
195. Рамський Ю. С. Методичні основи вивчення експертних систем у школі / Рамський Ю. С., Балик Н. Р. – К.: Логос, 1997. – 114 с.
196. Рамський Ю. С. Про роль математики і деякі тенденції розвитку математичної освіти в інформаційному суспільстві / Ю. С. Рамський, К. І. Рамська // Науковий часопис НПУ імені М.П.Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наукових праць / Редада.-К.: НПУ ім. М.П.Драгоманова, 2008. – №6(13). – С.12-16.
197. Рамський Ю. С. Формування інформаційної культури майбутніх вчителів математики : монографія / Ю. С. Рамський. – К. : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2013. –366 с.
198. Рамський Ю. С. Методична система формування інформаційної культури майбутніх вчителів математики : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 / Рамський Юрій Савіанович ; Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. –К., 2013. - 270 с.

199. Рашевська Н. В. Навчання вищої математики за моделлю змішаного навчання / Н. В. Рашевська // Проблеми математичної освіти : матеріали міжнар. наук.-метод. конф. — Черкаси : Видавничий відділ ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2010. — С. 280–281.
200. Рафальська М. В. Формування інформатичних компетентностей майбутніх вчителів інформатики у процесі навчання методів обчислень: дис... кандидата пед. наук : 13.00.02 / М. В. Рафальська // — Київ, НПУ імені М.П.Драгоманова, 2010. — 280 с.
201. Рыжова Н. И. Развитие методической системы фундаментальной подготовки будущих учителей информатики в предметной области : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.02 / Рыжова Н. И. — СПб., 2000. — 429 с.
202. Ростовцева Е. Г. Дифференцированное обучение как условие подготовки конкурентоспособного специалиста в системе среднего профессионального образования : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. пед. наук : спец. 13.00.08 «Теория и методика профессионального образования» / Ростовская Е. Г. ; Ставропольский гос. ун-т — Ставрополь, 2005. — 27 с.
203. Рудавський Ю. К. Ступенева система підготовки фахівців у технічному університеті в контексті Булонської декларації / Рудавський Ю. К./ педагогіка і психологія професійної освіти // Науково-методичний журнал.: Л. — 2004. — №1. — С. 9–21.
204. Рябов В. М. Профессиональная педагогика : электронный учебник / В. М. Рябов — Брянск, 2001. — Режим доступа к учебнику : ryabov-kozel.narod.ru/html/six23.htm
205. Рябова З. В. Порівняльна характеристика моніторингу та контролю / З. В. Рябова // Управління освітою. — 2006. — Спецвипуск. — Березень. — С. 6.
206. Садовничий В. А. Роль университетов в формировании естественнонаучного образования / Садовничий В. А. // Высшее образование в России. — 1993. — № 1. — С. 38–44.
207. Садовников Н. В. Теоретико-методологические основы методической

- підготовки учителя математики в педвузе в умовах фундаменталізації освіти : автореф. дис. на соискание ученої ступеня доктора пед. наук : спец. 13.00.02 «Теорія і методика навчання математики» / Садовников Николай Владимирович ; Мордовський гос. пед. ін-т ім. М. Е. Евсев'єва. – Саранск, 2007. – 41 с.
208. Салов В. О. Забезпечення якості вищої освіти на стадії проектування // Основні засади розвитку вищої освіти України в контексті Болонського процесу. Документи і матеріали. / Упорядники: Степко М. Ф., Болюбаш Я. Я., Шинкарук В. Д., Грубінко В. В., Бабин І. І. – Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2004. – Частина 2. – С. 122-127.
209. Самойленко М. І. Дослідження операцій (Математичне програмування. Теорія масового обслуговування): Навч. Посібник / Самойленко М. І., Скоков Б. Г. – Харків: ХНАМГ, 2005.– 176 с.
210. Семеріков С. О. Махіта 5.13: довідник користувача / С. О. Семеріков; за ред. академіка М. І. Жалдака. – Київ, 2007. – 48 с.
211. Семеріков С. О. Теоретико-методичні основи фундаменталізації навчання інформатичних дисциплін у вищих навчальних закладах : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (інформатика) / Семеріков С. О. ; Національний педагогічний ун-т ім. М. П. Драгоманова. – К., 2009. – 536 с.
212. Семеріков С. О. Фундаменталізація навчання інформатичних дисциплін у вищій школі : Монографія / Науковий редактор академік АПН України, д.пед.н., проф. М. І. Жалдак / Семеріков С. О. — К: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2009. — 340 с.
213. Сергеева Т. А. Дидактические требования к компьютерным обучающим программам / Т. А. Сергеева , А. Г. Чернявская // Информатика и образование. – 1988. – № 1. – С. 48–51.
214. Сергеев О. В. Фундаменталізація освіти у вищій школі / Сергеев О. В. // Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі :

- збірник наукових праць. – Кривий Ріг : Видавничий відділ НМетАУ, 2005. – С. 4–7.
215. Сетевое взаимодействие – ключевой фактор генерации инновационной среды образования, науки и бизнеса. – Томск, 2011. – 18с.
216. Сигал И. Х. Введение в прикладное дискретное программирование: модели и вычислительные алгоритмы: учеб.пособие / И. Х. Сигал, Иванова А. П. — [изд. 2-е, испр.]. — М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003. — 240 с.
217. Сидоренко Е. В. Методы математической обработки в психологии / Е. В. Сидоренко. – СПб. : Речь, 2003. – 350 с.
218. Сікора О. В. Дослідження операцій та теорія ігор. / Сікора О.В., Козак Т.М., Когут У.П. // Лабораторний практикум для ОКР "Бакалавр" спеціальності 6.080200 "Інформатика" – Дрогобич: Редакційно-видавничий відділ ДДПУ імені І. Франка, 2009. – 68 с.
219. Сікора О. В. Дослідження операцій та теорія ігор. Лабораторний практикум для ОКР "Бакалавр" напряму підготовки 6.040203 "Фізика" / О. В. Сікора, Т. М. Козак, У. П. Когут. – Дрогобич: Ред.-вид. відділ ДДПУ ім. І. Франка 2010. – 143 с.
220. Сікора О. В. Системи та методи прийняття рішень: навчально-методичні матеріали для самостійної роботи / Сікора О.В., Когут У.П. – Дрогобич: Редакційно-видавничий відділ ДДПУ імені І. Франка, 2013. – 102 с.
221. Сікорський П. І. Кредитно-модульна технологія навчання: Навч. посіб. / Сікорський П. І. – К.: Вид-во Європейського ун-ту, 2004. – 127 с.
222. Скоробогатова Н. В. Наглядное моделирование профессионально-ориентированных задач в обучении математике студентов инженерных направлений технических вузов : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. пед. наук : спец. 13.00.02 "Теория и методика обучения математике" / Скоробогатова Н. В. ; Ярославский гос. пед. ун-т им.К. Д. Ушинского – Ярославль, 2006. – 25 с.

223. Скурихин В. И. Математическое моделирование / Скурихин В. И., Шифрин В. Б., Дубровский В. В. — М. : Техника, 1983. — 270 с.
224. Смирнова-Трибульська Є. М. Інформаційно-комунікаційні технології в професійній діяльності вчителя : посібник для вчителів / Смирнова-Трибульська Є. М. ; науковий редактор д.пед.н., академік АПН України, проф. М. І. Жалдак. — Херсон : Айлант, 2007. — 560 с.
225. Смолянинова О. Г. Подготовка бакалавров образования по профилю "Информатика в начальной школе" в классическом университете / Смолянинова О. Г. // Материалы XVII Международной конференции "Применение новых технологий в образовании". — Троицк : ГОУ ДПО "Центр новых педагогических технологий" Московской области, МОО Фонд новых технологий в образовании "Байтик", 2006. — С. 426–427.
226. Соколова Э. Р. Фундаментализация содержания дисциплины "Инженерная графика" в ССУЗ машиностроительного профиля : автореф. дис. На соискание ученой степени канд. пед. наук : спец. 13.00.02 "Теория и методика обучения и воспитания (общетехнические и специальные дисциплины в средних специальных учебных заведениях)" / Соколова Э. Р. ; Ин-т педагогики и психологии проф. образования РАО – Казань, 2007. — 22 с.
227. Співаковський О. В. Теоретико-методичні основи навчання вищої математики майбутніх вчителів математики з використанням інформаційних технологій: Дис... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Співаковський О. В. Національний педагогічний ун-т ім. М.П.Драгоманова. — К., 2003. — 534 арк.
228. Співаковський О. В. Теорія і практика використання інформаційних технологій у процесі підготовки студентів математичних спеціальностей / О. В.Співаковський. — Херсон: Айлант, 2003. — 224 с.
229. Спирін О. М. Теоретичні та методичні засади професійної підготовки майбутніх учителів інформатики за кредитно-модульною системою: Монографія / За наук. ред.акад. М. І. Жалдака.. — Житомир: Вид-во ЖДУ ім.. І.Франка, 2007. — 300 с.

230. Спірін О. М. Інформаційно-комунікаційні та інформатичні компетентності як компоненти системи професійно-спеціалізованих компетентностей вчителя інформатики [Електронний ресурс] / О. М. Спірін // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2009. – № 5(13). – Режим доступу до журн. : <http://www.ime.edu-ua.net/em.html>.
231. Суворова Т. Н. Совершенствование методики изучения информационных технологий в школьном курсе информатики : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. пед. наук : спец. 13.00.02 "Теория и методика обучения информатике" / Суворова Т. Н. ; Вятский гос. гуманитар. ун-т – М., 2007. – 22 с.
232. Суханов Б. М. Интеграция естественнонаучного и технологического знания / Б. М. Суханов. – Л. : Изд-во ЛГУ, 1987. – 96 с.
233. Суханов А. П. Информация и прогресс / Суханов А. П. – Новосибирск. Наука.–Сибирское отделение. 1988. – 192 с.
234. Талызина Н. Ф. Управление процессом усвоения знаний / Талызина Н. Ф. – М.: Изд-во МГУ, 1975. – 141 с.
235. Таха Х. А. Введение в исследование операций / Хемди А. Таха; пер. с англ. – [7-е издание]. – М. : Издательский дом „Вильямс”, 2005. – 912 с.
236. Тевяшев А. Д. Досвід використання хмарних технологій у навчанні математичних дисциплін / А. Д. Тевяшев О. Г. Литвин // Хмарні технології в освіті : матеріали Всеукраїнського науково-методичного Інтернет-семінару. – Кривий Ріг : Видавничий відділ КМІ, 2012. – С.116.
237. Теория и методика обучения информатике [учебник] / [М. П. Лапчик, И. Г. Семакин, Е. К. Хеннер, М. И. Рагулина и др.] ; под ред. М. П. Лапчика. – М. : Академия, 2008. – 592 с.
238. Теплицкий И. А. Личность в информационном обществе / Теплицкий И. А., Евтеев В. Н., Семериков С. А. // Актуальні проблеми духовності : збірник наукових праць. – Випуск 5 (2). – Кривий Ріг : Видавництво СП «Міра», 2004. – С. 179–191.

239. Тимчасове положення про кредитно-модульну систему організації навчального процесу в Уманському державному педагогічному університеті імені Павла Тичини / [відповідальна за випуск Н. М. Стеценко]. – Умань : Софія, 2006. – 25 с.228
240. Тихонова Т. В. Педагогічні умови професійного саморозвитку майбутнього вчителя інформатики: Дис... канд. пед. наук: 13.00.04 / Інститут педагогіки АПН України / Тихонова Т. В.. — К., 2001. — 220арк.
241. Триус Ю. В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання у вищих навчальних закладах / Триус Ю. В. // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць. Випуск V. — Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2006. — Т. 3 : Теорія та методика навчання інформатики. — С. 3—6.
242. Триус Ю. В. Методика використання пакету Maple 7 для розв'язування екстремальних задач / Триус Ю. В. // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць. Випуск V : В 3 т. — Кривий Ріг : Видавничий відділ НМетАУ, 2005. — Т. 1 : Теорія та методика навчання математики. — С. 282—296.
243. Триус Ю. В. Система формування інформатичної культури студентів вищих навчальних закладів як важлива складова їхньої професійної підготовки / Триус Ю. В. // Вісник Черкаського університету. Серія "Педагогічні науки". – Випуск 73. – Черкаси, 2005. – С. 122-130.
244. Триус Ю. В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін: монографія / Ю. В.Триус. – Черкаси : Брама-Україна, 2005. – 400 с.
245. Триус Ю. В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін у вищих навчальних закладах : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.02 / Триус Ю .В. ; Черкаський нац. ун-т ім. Б. Хмельницького. – Черкаси, 2005. – 649 с.
246. Триус Ю. В. Використання WEB-СКМ у навчанні методів оптимізації та дослідження операцій студентів математичних та комп'ютерних спеціаль-

- ностей/ Ю. В. Триус // Інноваційні комп'ютерні технології у вищій школі : матеріали 4-ої наук.-прокт. конференції / Національний університет "Львівська політехніка", – Львів : В-во Львівська політехніка, 2012, – С. 110-115
247. Указ Президента України Про Національну доктрину розвитку освіти [Електронний ресурс] — Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/347/2002>
248. Филатов О. К. Информатизация современных технологий обучения в высшей школе / О. К. Филатов. – Ростов н/Д. : [Мираж], 1997. – 211 .
249. Харченко Л. Н. Теория и практика биологического образования в современном педагогическом вузе : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.08 "Теория и методика профессионального образования" / Харченко Л. Н. – Ставрополь, 2002. – 399 с.
250. Хижнякова Л. С. Некоторые закономерности развития методики обучения физике / Хижнякова Л. С. // Вестник МГОУ. Серия "Педагогика". № 1 / 2011. – с.110-116
251. Хуторской А. В. Современная дидактика / Хуторской А. В. – СПб. : Питер, 2001. – 544 с.
252. Целеполагание и средства достижения целеполагания в процессе обучения физике : общеобразоват. учреждения, пед. вуз: [докл. междунар. науч.-практ. конф.] / отв. ред. Хижнякова Л. С., Холина С. А. – М. : Изд-во МГОУ, 2006. – 208 с.
253. Цибко Г. Ю. Підвищення рівня теоретичної підготовки з інформатики на фізико-математичних факультетах педагогічних вузів: Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Цибко Г. Ю. / НПУ ім. М.П. Драгоманова. – К., 1998. – 205 с.
254. Шишкіна М. П. Перспективи застосування хмарних технологій як засобу фундаменталізації навчання інформатичних дисциплін / Шишкіна М.П. // Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі: Зб.наук.праць. – Вип.IV. – Кривий Ріг: Видавничий відділ КМІ, 2013. – С. 293-300. – 0,5 д.а.

255. Шишкіна М. П. Проблеми інформатизації освіти України в контексті розвитку досліджень оцінювання якості засобів ІКТ / М. П. Шишкіна, О. М. Спирін, Ю. Г. Запорожченко // Електронне фахове видання. Інформаційні технології і засоби навчання. 2012. №1 (27). – Режим доступу до журналу:
<http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/632/483>
256. Шишкіна М. П. Фундаменталізація навчання інформатичних дисциплін у сучасному високотехнологічному середовищі / М. П. Шишкіна, У. П. Когут // Інформаційні технології в освіті. - 2013. - № 15. – Херсон: ХДУ. - С. 310-318.
257. Шишкіна М. П. Чинники реалізації доступу до електронного навчання в сучасній школі / М. П. Шишкіна // Інформаційні технології і засоби навчання – 2011. – №4(24). Режим доступу: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/502>
258. Шишкіна М. П. Хмаро орієнтоване середовище навчального закладу: сучасний стан і перспективи розвитку досліджень / М. П. Шишкіна, М. В. Попель // Інформаційні технології і засоби навчання [Електронний ресурс]. – 5(37). – 2013. Режим доступу: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/903/676>
259. Шишкіна М. П. Формування фахових компетентностей бакалаврів інформатики у хмаро орієнтованому середовищі педагогічного університету / М. П. Шишкіна, У. П. Когут, І. А. Беззвербний// Проблеми підготовки сучасного вчителя : зб. наук. пр. УДПУ ім. П.Тичини. – Умань : ПП Жовтий О.О. – 2014. № 9(2). – С136-146. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/ppsv_2014_9\(2\)__21.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/ppsv_2014_9(2)__21.pdf).
260. Шишкіна М. П. Методичні аспекти використання системи Махіта при підготовці бакалаврів інформатики / М. П. Шишкіна, У. П. Когут // Інформаційні технології в освіті : зб. наук. пр. – Вип. 20. – Херсон : ХДУ. – 2014 – С.74-83.
261. Шишкіна М. П. Системи комп'ютерної математики у хмаро

- орієнтованому середовищі навчального закладу / М. П. Шишкіна, У. П. Когут, М. В. Попель // Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology, II(14), Issue: 27. – 2014. – Budapest, 2014. P. 75-78.
262. Шишкіна М.П. Методичні рекомендації з використання хмаро орієнтованого компонента на базі системи Maxima у навчанні інформатичних дисциплін / Шишкіна М. П., Когут У. П. – Дрогобич: Ред.-вид. відділ ДДПУ ім. І. Франка, 2014. – 57 с.
263. Шокалюк С. В. Основи роботи в SAGE / Шокалюк С. В. ; за ред. Академіка АПН України М. І. Жалдака. – К. : НПУ імені М.П. Драгоманова, 2008. – 64 с.
264. Шокалюк С. В. Методичні засади комп'ютеризації самостійної роботи старшокласників у процесі вивчення програмного забезпечення математичного призначення : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (інформатика) / С. В. Шокалюк; Національний педагогічний ун-т імені М. П. Драгоманова. – К., 2010. – 261 с.
265. Щоголева Л. Освітній моніторинг як інструмент модернізації управління закладом освіти / Л. Щоголева // Управління освітою. – 2006. – Спецвипуск. – Березень. – С. 3–6.
266. Яблонский С. В. Введение в дискретную математику : Учеб. пособие [для вузов] / Яблонский С. В. — М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит. 1986.— 384 с.
267. Яковлев И. П. Интеграция высшей школы с наукой и производством / Игорь Петрович Яковлев. — Л. : ЛГУ, 1987. — 128 с.
268. Яшанов С. М. Теоретико-методичні засади системи інформатичної підготовки майбутніх учителів трудового навчання : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 / Яшанов С. М. ; Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. - К., 2010. – 529.
269. Яшанов С. М. Формування у майбутніх учителів умінь і навичок самостійної навчальної роботи у процесі використання нових інформаційних технологій : дис... канд. пед. наук: 13.00.09 / Яшанов Сергій Микитович ;

- Національний педагогічний ун-т ім. М.П.Драгоманова. - К., 2003. – 251с.
270. Яшанов С. М. Практикум з освітніх інтернет-технологій : навч.-метод. посіб. для вищ. пед. навч. закл. освіти / С. М. Яшанов. - К. : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2010. - 463 с.
271. Cha J. ICTs for new Engineering Education / J. Cha, B. Koo. // Policy Brief, February 2011.: UNESCO, 2011, 11 p
272. Cloud Computing in Education // Policy Brief, 2010: UNESCO, 2010, 11 p
273. Computing Curricula 2013: Computer Science / The Joint Task Force on Computing Curricula. IEEE Computer Society. Association for Computing Machinery —: <https://www.acm.org/education/CS2013-final-report.pdf>
274. Donnelly R. Applied E-Learning and E-Teaching in Higher Education / R.Donnelly, F.McSweeney. – Hershey, New York, 2009.
275. Mathematical Computation with Maple V: Ideas and Applications/ Ed. by T.Lee. - Ontario, Canada: Birkhauser Boston, 1993. - 199 с. Режим доступу: <http://books.google.com.ua/books?id>
276. Ola Royrvik O. Use of computer algebra systems in Norwegian engineering education / Ola Royrvik O., Hornaes H.P. // International Conference on Engineering Education. Oslo, Norway, August 6-10, 2001. – P. 6E7-12.
277. Stefan Steinhaus. Comparison of mathematical programs for data analysis (Edition 5.04). – Munchen/Germany. – 2008.: [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.scientificweb.de/ncrunch/>.
278. www.mon.gov.ua/images/files/osvita/Evrointehraciya/mon_812.doc
279. Maschietto M. Mathematics learning and tools from theoretical, historical and practical points of view: the productive notion of mathematics laboratories / Michela Maschietto, Luc Trouche. – ZDM 42.1. – 2010. – pp. 33-47.
280. Turner M. Turning software into a service / M. Turner, D. Budgen, P. Brereton // Computer. – 36 (10). – 2003. – pp. 38-44.
281. Vaquero L. M. EduCloud: PaaS versus IaaS cloud usage for an advanced computer science course / Vaquero Luis M. // Education, IEEE Transactions on

- 54.4,2011. – pp. 590-598.
282. Wick D. Free and open-source software applications for mathematics and education / D. Wick // Proceedings of the twenty-first annual international conference on technology in collegiate mathematics. – 2009. – pp. 300-304.
283. Cusumano M. Cloud computing and SaaS as new computing platforms." / Michael Cusumano // Communications of the ACM. – 53.4. – 2010. – pp. 27-29.
284. Blurton C. New directions in Education [Electronic resource] / Craig Blurton // Communication, Information and Informatics Sector / World Communication and Information Report 1999-2000. – [1999]. – P. 46-61. – Mode of access : http://www.unesco.org/webworld/wcir/en/pdf_report/chap2.pdf
285. Engelbrecht J. Teaching Undergraduate Mathematics on the Internet / Johann Engelbrecht, Ansie Harding // Journal of Online Mathematics and its Applications, 2005. – №(58)2. – P. 235-276.
286. Hamilton J. The Engineering Profession : A comparison between the operation of the engineering profession in the United Kingdom and other countries / Sir James Hamilton. – Engineering Council, November 2000. – 83 p.
287. Harvey J. G. Mathematics Testing with Calculators: Ransoming the Hostages / John G. Harvey // Mathematics assessment and evaluation: Imperatives for mathematics educators / Edited by Tomas A. Romberg. – New York : State University of New York, 1992. – P. 139-168.
288. Itmazi J. Comparison and evaluation of Open source learning management systems [Electronic resource] / Itmazi Jamil Ahmad, Gea M. M., Paderewski P. and Gutierrez F. L // A IADIS International Conference -Applied Computing. – 2005. Algarve, Portugal. 22-25 Feb. – Mode of access : http://www.iadis.net/dl/final_uploads/200501c014.pdf
289. Khan B. H. Web-based instruction / Badrul H. Khan. – New Jersey : Educational Technology Publications, 1997. – 366 p.
290. Larson L. C. Developing an Integrated College Audio-Visual Program /

- L. C. Larson // The Phi Delta Kappan. – Feb., 1957. – Vol. 38, No. 5, Raising
Hob with the Status Quo. A Special Issue Devoted to Problems of Higher
Education in a Period of Rapid Growth. – P. 211-221.
291. Merino D. N. Evaluating the Effectiveness of Computer Tutorials Versus
Traditional Lecturing in Accounting Topics / Donald N. Merino, Kate D. Abel
// Journal of Engineering Education. – 2003. – April. – P. 189-194.
292. Pankin J. Blended Learning at MIT [Electronic resource] / Jeff Pankin, John
Roberts, Mike Savio // MIT Training & development. – Cambridge : Training
& development at MIT, 2012. – Mode of access :
http://web.mit.edu/training/trainers/resources/blended_learning_at_mit.pdf
293. Pea R. D. Cognitive technologies for mathematics education / Roy D. Pea
//Cognitive science and mathematics education, 1987. – C. 89-122.
294. Prados J. W. Engineering Education in the United States: Past, Present, and
Future / John W. Prados // International Conference on Engineering Education
(ICEE-98) (Rio de Janeiro, Brazil, August 17-20, 1998). – 1998. – 9 p.
295. Wavrik J. J. Computers and the Multiplicity of Polynomial Roots /
John J. Wavrik // The American Mathematical Monthly : An official journal of
the Mathematical Association of America. – 1982. – Vol. 89, No. 1. – P. 34-36,
45-56.

ДОДАТКИ

Додаток А
КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ РОЗВИТКУ
ДРОГОБИЦЬКОГО ДЕРЖАВНОГО ПЕДАГОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА на період 2007-2017 рр.
(ВИТЯГ)

№	Завдання	Термін виконання	Відповідальний
5. Кредитно-модульна система організації навчального процесу та інформаційно-комунікаційні технології – важливі чинники якісної підготовки фахівців			
5.1.	<p>Функціонування кредитно-модульної системи організації навчального процесу повинно бути спрямоване на:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ адаптацію ідей Європейської кредитної трансферної системи (ECTS) до системи вищої освіти України; ✓ посилення ролі самостійної роботи студентів; ✓ забезпечення гнучкості програм навчання та можливостей навчання студентів за індивідуальними навчальними планами; ✓ на досягнення високої якості підготовки фахівців у відповідності до потреб та вимог ринку праці. <p>Кредитно-модульна система в університеті діє відповідно до «Положення про КМС організації навчального процесу»</p>	постійно	ректорат, декани факультетів, завідувачі кафедр
5.2.	<p>Видавання студентам кожним лектором візитки дисципліни, в якій подаються структура курсу, зміст кожного модуля, перелік робіт, які входять до модульної атестації, методика і критерії оцінювання поточної роботи студента, перелік індивідуальних навчально-дослідницьких завдань, варіанти проведення екзамену за талонами №2 і № К</p>	на початку семестру	лектори курсів
5.3.	<p>Перехід до шкали переведення сумарної оцінки в екзаменаційну оцінку або в оцінку з диференційованого заліку, в якій оцінка "задовільно" виставляється за 60 балів, а не за 50, як було раніше</p>	з 1.09.2009 р.	завідувачі кафедр
5.4.	<p>Забезпечення студентіві можливості формувати індивідуальний план навчання, виходячи зі своїх інтересів, здібностей та майбутньої роботи під керівництвом куратора відповідного напрямку підготовки бакалаврів або керівника магістерської роботи</p>	з 1.09.2008 р.	декани факультетів, навчальний відділ
5.5.	<p>Формування графіка навчального процесу відповідно до складених індивідуальних</p>	з 1.09.2008 р.	декани факультетів

	планів навчання. Друкування календарних планів навчального процесу в університеті на навчальний рік		
5.6.	Надання можливості студентам отримання другої вищої освіти за іншим напрямом або спеціальністю без порушення графіка навчального процесу з основного напрямку підготовки або спеціальності	з 1.09.2008 р.	декани факультетів
5.7.	Створення умов самостійної роботи студентів (реорганізація роботи бібліотеки, підготовка методичного забезпечення, перегляд графіків роботи комп'ютерних касів тощо)	з 1.09.2008 р.	директор бібліотеки, завідувачі кафедр
5.8.	Моральне та матеріальне заохочення кураторів напрямів підготовки на бакалаврському рівні і керівників магістерських програм. Розробити відповідне положення	постійно	навчальний відділ, відділ науки
5.9.	Посилення ролі фундаментальної підготовки у галузях знань: <ul style="list-style-type: none"> ○ педагогічній освіті: психолого-педагогічної, фахової та комп'ютерної; ○ фізичне виховання, спорт і здоров'я людини: психолого-педагогічної, медичної, фахової; ○ мистецтво: фахової, культурологічної, комп'ютерної; ○ гуманітарні науки: фахової, культурологічної, комп'ютерної; ○ економіка та підприємництво: економіко-теоретичної, економіко-математичної та комп'ютерної; ○ менеджмент, адміністрування: економіко-теоретичної, економіко-математичної та комп'ютерної; ○ природничі науки: фахової, комп'ютерної; ○ фізико-матем. науки: фахової, комп'ютерної; ○ системні науки та кібернетика: фахової; ○ інформатика та обчислювальна техніка: фахової 	постійно	директор бібліотеки, завідувачі кафедр
5.10.	Врахування у структурі і змісті навчальних планів підготовки бакалаврів і магістрів необхідності фундаменталізації вищої освіти	постійно	декани факультетів, завідувачі кафедр
5.11.	Узгодження тематики науково-дослідницьких робіт та структури підготовки кандидатів (докторів) наук з вимогою фундаменталізації вищої освіти	постійно	відділ науки, зав.аспірантури, завідувачі кафедр
5.12.	Підготовка фахівців з галузей знань "Системні науки та кібернетика", "Інформатика та обчислювальна техніка"	з 1.09.2007 р.	каф. інформатики, каф. інформаційних систем і технологій
5.13.	Залучення провідних викладачів комп'ютерних кафедр до розробок електронних посібників з фахових дисциплін, ство-	постійно	завідувачі кафедр. інформатики,

	рення авторських колективів (викладач інформатики + викладач фахової дисципліни) для написання електронних посібників з фаху		інформаційних систем і технологій
5.14.	Участь у Всеукраїнському педагогічному експерименті за програмою "Intel@навчання для майбутнього" щодо навчання учителів та майбутніх учителів ефективного застосування інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у навчально-виховному процесі	під час проведення експерименту	каф. інформаційних систем і технологій
5.14.1	Організація навчання викладачів методичних кафедр з вивчення основ ІКТ шляхом створення постійно діючого семінару (серія майстер-класів) з питань впровадження програми "Intel@навчання для майбутнього"	під час проведення експерименту	каф. інформаційних систем і технологій
5.14.2	Розробка навчально-методичних матеріалів щодо застосування ІКТ та їх апробація	2007 – 2008	усі кафедри
5.14.3	Внесення коректив до експериментальних матеріалів щодо застосування ІКТ в навчальному процесі та їх апробація	2008 – 2009	усі кафедри
5.14.4	Вивчення учасниками експерименту "правил використання комп'ютерних програм у навчальних закладах", затверджених наказом МОН України № 903 від 02.12.2004 р. і дотримання Правил у повсякденній роботі	під час проведення експерименту	усі кафедри
5.14.5	Введення курсу "Основи інформаційно-комунікаційних технологій" (далі ІКТ) для студентів підготовки ОКР "бакалавр" – майбутніх педагогів – з метою формування у слухачів базових навичок роботи з комп'ютером та інформаційно-комунікаційними технологіями	з 1.09.2007 р	каф. інформаційних систем і технологій
5.14.6	Включення питань курсу "Основи ІКТ" до програми кваліфікаційного екзамену для студентів-випускників – майбутніх педагогів	з 2008 р.	ректорат, каф. інформаційних систем і технологій

Додаток Б

ПЕРЕЛІК ВНЗ, У ЯКИХ ЗДІЙСНЮЄТЬСЯ ПІДГОТОВКА БАКАЛАВРІВ ЗА
НАПРЯМОМ 6.040302 ІНФОРМАТИКА

№ п/п	Назва ВНЗ	Ліцензований обсяг прийому	
		денна форма	заочна форма
1	Антрацитівський факультет гірництва і транспорту Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля	0	25
2	Вищий навчальний заклад Укоопспілки "Полтавський університет економіки і торгівлі"	50	0
3	Волинський національний університет імені Лесі Українки	50	25
4	Державний вищий навчальний заклад "Запорізький національний університет" Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України	50	50
5	Державний вищий навчальний заклад "Криворізький національний університе"	30	0
6	Державний вищий навчальний заклад "Приазовський державний технічний університет"	25	25
7	Державний вищий навчальний заклад "Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника"	60	60
8	Державний заклад "Луганський національний університет імені Тараса Шевченка"	50	50
9	Державний заклад "Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського"	45	50
10	Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара	60	60
11	Донецький національний університет	85	65
12	Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка	50	25
13	Економіко-гуманітарний факультет Державного вищого навчального закладу "Запорізький національний університет"	40	40
14	Житомирський державний університет імені Івана Франка	50	25
15	Ізмаїльський державний гуманітарний університет	25	0
16	Інститут хімічних технологій Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Рубіжне)	50	50
17	Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка	50	0
18	Київський національний університет імені Тараса Шевченка	220	60
19	Київський університет імені Бориса Грінченка	50	0
20	Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка	30	30
21	Класичний приватний університет	30	30
22	Комунальний заклад «Харківська гуманітарно-педагогічна академія» Харківської обласної ради	50	0
23	Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського	25	25
24	Львівський національний університет імені Івана Франка	110	0
25	Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького	55	30
26	Миколаївський національний університет імені	30	30

	В.О.Сухомлинського		
27	Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»	35	0
28	Національний педагогічний університет імені М.П.Драгоманова	75	25
29	Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"	30	25
30	Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"	140	0
31	Національний університет "Львівська політехніка"	40	40
32	Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя	50	0
33	Одеський національний політехнічний університет	10	0
34	ПВНЗ "Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука"	100	50
35	Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка	25	25
36	Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка	75	75
37	Республіканський вищий навчальний заклад "Кримський гуманітарний університет" (м. Ялта)	30	30
38	Республіканський вищий навчальний заклад "Кримський інженерно-педагогічний університет"	95	55
39	Рівненський державний гуманітарний університет	50	0
40	Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка	30	25
41	Сумський державний університет	100	200
42	Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля	75	75
43	Таврійський національний університет імені В.І.Вернадського	145	145
44	Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка	25	25
45	Харківський національний педагогічний університет імені Г.С.Сковороди	30	30
46	Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна	50	70
47	Харківський національний університет радіоелектроніки	140	0
48	Херсонський державний університет	60	40
49	Хмельницький національний університет	30	0
50	Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича	50	110
51	Чернігівський національний педагогічний університет імені Т.Г. Шевченка	50	0
	Всього	2910	1800

Додаток В

ФРАГМЕНТ ЛАБОРАТОРНОГО ЗАНЯТТЯ НА ТЕМУ "ЗНАХОДЖЕННЯ НАЙКОРОТШИХ ШЛЯХІВ В МЕРЕЖІ"

На *підготовчому* етапі студентам пропонуються завдання та питання теоретичного характеру:

- що таке шлях в орграфі;
- навести способи подання орграфа;
- умова реалізації алгоритму Дейкстри;
- описати схему алгоритму Дейкстри.

На *основному* етапі студентам пропонуються практичні завдання та вправи, наприклад:

8. Нарисувати довільний орієнтований граф, що містить 8 вершин. Знайти найкоротші шляхи від джерела до решти вершин на основі алгоритму Дейкстри.

На *закріплюючому* етапі після ознайомлення з основними функціями системи Махіта для розв'язування оптимізаційних задач на графах студентам пропонуються завдання, які зводяться до побудови та дослідження. Це можуть бути такі задачі.

Приклад. Розглянемо дослідження задачі про розміщення за допомогою моделювання [36].

Постановка задачі. Припустимо, що є система з n населених пунктів і доріг, що їх з'єднують. Розмірами населеними пунктами можна знехтувати, зображуючи їх точками; між населеними пунктами задані відстані (по дорозі). Потрібно оптимально в цій системі розмістити школу.

Вивчення властивостей. Спершу треба визначити, що означає оптимальне розміщення. Очевидно, що початкових відомостей для розв'язування задачі недостатньо – потрібно ще знати, скільки учнів живе в кожному пункті. Нехай відомо такі дані: $p_i, i = 1, 2, \dots, n$ – кількість учнів в i -ому пункті. Припустимо, що існує всього два населених пункти: селище, де живе 100 учнів, та віддалений хутір, де живе 2 учні. Очевидно, зсувати школу у бік хутора було б неправильно, потрібно мінімізувати суму учне-кілометрів.

Школу потрібно розміщувати в населеному пункті. Це твердження за необхідності можна запропонувати студентам довести. Для формального розв'язування цієї задачі використовується теорія графів: населені пункти вважатимуться вершинами графу, ребра – дорогами, що з'єднують населені пункти. Школу потрібно розміщувати у вершині графу. Це означає, що потрібно вибрати місце для школи не з нескінченної кількості множини точок на площині, а з n точок, що робить повний перебір легкоздійсненним з використанням певної мови програмування або СКМ. Для простоти розглянемо випадок, коли $n = 10$. Граф системи продемонстровано на рис. 1.

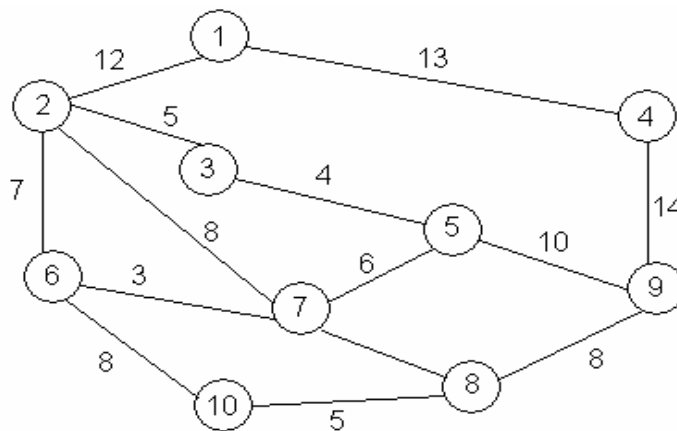


Рис. 1

У середині кола, що зображає вершину, стоїть номер населеного пункту. Кількість учнів у вершинах $i = 1, \dots, 10$ задано відповідно числами $p = \{80, 40, 65, 100, 74, 90, 56, 34, 120, 23\}$. Ребра позначені числами, що характеризують відстані між відповідними населеними пунктами.

Насамперед знайдемо найкоротші ланцюжки з кожної вершини в кожну іншу вершину за допомогою якогось з відомих алгоритмів (наприклад, алгоритм Дейкстри або засобами динамічного програмування). Отримаємо результат, записаний у матриці. Нехай d_{ij} позначає мінімальний шлях між вершинами i та j .

$$\begin{pmatrix} 0 & 12 & 17 & 13 & 21 & 19 & 20 & 29 & 27 & 27 \\ 12 & 0 & 5 & 25 & 9 & 7 & 8 & 17 & 19 & 15 \\ 17 & 5 & 0 & 28 & 4 & 12 & 10 & 19 & 14 & 20 \\ 13 & 25 & 28 & 0 & 24 & 32 & 30 & 22 & 14 & 27 \\ 21 & 9 & 4 & 24 & 0 & 9 & 6 & 15 & 10 & 17 \\ 19 & 7 & 12 & 32 & 9 & 0 & 3 & 12 & 19 & 8 \\ 20 & 8 & 10 & 30 & 6 & 3 & 0 & 9 & 16 & 11 \\ 29 & 17 & 19 & 22 & 15 & 12 & 9 & 0 & 8 & 5 \\ 27 & 19 & 14 & 14 & 10 & 19 & 16 & 8 & 0 & 13 \\ 27 & 15 & 20 & 27 & 17 & 8 & 11 & 5 & 13 & 0 \end{pmatrix}$$

Якщо поставити школу у вершині i , то загальна кількість учне-кілометрів дорівнюватиме сумі добутків i -го рядка матриці на відповідні числа масиву p (скалярному добутку i -го рядка матриці на вектор p). Перебравши всі вершини, знайдемо мінімум цього добутку. У вершині, де досягається мінімум, і потрібно розмістити школу.

При цьому студенти зіштовхуються з проблемою недостатніх математичних знань, вмінь та навичок, наслідком чого є неефективність використання математичного апарату під час розв'язування таких задач, зокрема при побудові та дослідженні різноманітних моделей. Наприклад, у попередній задачі студент може не вміти використати алгоритм Дейкстри або засоби динамічного програмування для знаходження найкоротших ланцюжків з кожної вершини графа в кожну іншу вершину. У такому випадку він може використати СКМ Махіта для знаходження матриці найкоротших шляхів [97].

```
(%i1) load(graphs)$
g:create_graph([1,2,3,4,5,6,7,8,9,10], [[1,2],12],[1,4],13],
[[2,6],7],[2,7],8],[2,3],5],[3,5],4],[4,9],14],[5,7],6],
[[5,9],10],[6,7],3],[6,10],8],[7,8],9],[8,9],8],[8,10],5])$
print_graph(g)$
```

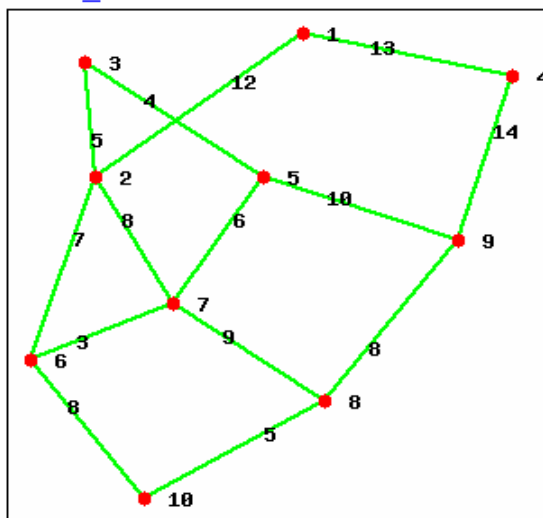
Graph on 10 vertices with 14 edges.

Adjacencies:

```
10 : 8 6
9 : 8 5 4
8 : 10 9 7
7 : 8 6 5 2
6 : 10 7 2
5 : 9 7 3
4 : 9 1
3 : 5 2
2 : 3 7 6 1
1 : 4 2
```

```
(%i4) draw_graph(g, show_vertex_size=2,
edge_color=green,
show_weight=true,
edge_width=2,
show_id=true,
text_color=brown)$
```

(%t4)



Складемо програму, за допомогою якої реалізується повний перебір всіх можливих варіантів і вибирається той, який задовольняє умові задачі:

```
(%i5) p:[80,40,65,100,74,90,56,34,120,23]$  
n:10$  
mn:10^4$  
for i thru n do  
  (s:0,  
  for j thru n do  
    (g1:shortest_weighted_path(i,j,g),  
    s:s+g1[1]*p[j]),  
    if s<mn then (mn:s,k:i))$  
  print("школа розміщується у населеному пункті №",k)$  
школа розміщується у населеному пункті № 5
```

Звідси видно, що школу потрібно розташовувати у населеному пункті з номером 5.

Додаток Д
ПРОГРАМА КУРСУ "ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ"
Дрогобицький державний педагогічний університет
імені Івана Франка

Затверджую
Ректор Дрогобицького державного
педагогічного університету
імені Івана Франка
_____ В.Г. Скотний
„26” __січня__ 2011 р

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ

ПРОГРАМА

для підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "Бакалавр"
галузі знань 0403 "Системні науки та кібернетика"
напряму підготовки 6.040302 "Інформатика"

Дисципліна: за вибором ВНЗ

Програму уклали: доцент, канд. техн. наук Сікора О.В., викл. Когут У.П.

Рецензенти:
декан базової вищої освіти Інституту прикладної математики і фундаментальних наук Національного університету "Львівська політехніка", кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри прикладної математики

Б.Й. Бандирський

завідувач кафедри інформаційних систем і технологій, канд. фіз.-мат. Наук Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка

В.Г. Григорович

Затверджено
На засіданні кафедри інформатики та обчислювальної математики
(протокол №_11_від_30_12_2010р.)

Затверджено
На засіданні науково-методичної ради університету
(протокол №_1_від_13__01__2011 р.)

Затверджено
На засіданні вченої ради університету
(протокол №_1_від__15__01__2011 р.)

Дрогобич, 2011 р.

1. Пояснювальна записка

Під операцією розуміють будь-яку дію людини, спрямовану на досягнення певної мети. Кожна людина в житті змушена приймати рішення. Їх так багато, що тільки найважливіші та трудомісткі стають предметом дослідження. Прийняття рішення – це головна функція управління діяльністю, якою повинна оволодіти кожна людина, яка працює як в бізнесі, так і в науці. Усе це створює високі вимоги до планування і управління процесами, для підвищення ефективності яких необхідно використовувати сучасну методологію моделювання та інструментарій прийняття управлінських рішень. Однією з дисциплін, що широко застосовуються у практиці розв'язування економічних задач, є дослідження операцій.

Метою дослідження операцій є обґрунтування прийняття рішень з управління організаціями; формування практичних навичок прийняття рішень при різних факторах впливу з використанням сучасних технологій та розробка програмного забезпечення на базі отриманих теоретичних знань.

Завдання навчання курсу "Дослідження операцій":

- розкрити значення предмету в загальній і професійній освіті людини;
- сформулювати проблему та мету навчання, що дасть змогу знайти оптимальне рішення;
- сформувати вміння побудови математичної моделі управління системи і її аналізу;
- навчити студентів визначати альтернативні рішення;
- виробити у студентів базові навички аналізу альтернативних рішень;
- навчити студентів вибирати ефективні рішення серед усіх інших;
- навчити застосовувати програмне забезпечення для реалізації поставленої мети.

В процесі подання лекційного курсу передбачається ознайомлення з основними поняттями "Дослідження операцій", загальними підходами і раціональними процедурами прийняття рішень, побудовою математичної моделі сис-

теми, що досліджується, та ознайомлення з методами розв'язування поставленої задачі та відповідними алгоритмами.

При виконанні лабораторних робіт практично застосовуються освоєні раніше теоретичні відомості. Студенти одержують навички роботи з комп'ютером, формуються міцні знання та вміння працювати з різними алгоритмами дослідження операцій щодо організаційних систем.

Місце у структурно-логічній схемі: курс вивчається після оволодіння дисциплінами "Основи інформатики та обчислювальної техніки", "Алгоритмізація та основи програмування", "Технології програмування", "Методи оптимізації".

У робочій програмі навчальної дисципліни вказуються питання, що виносяться на самостійне опрацювання.

2. ЗМІСТ ПРОГРАМИ

РОЗДІЛ 1

Тема 1. Зміст курсу "Дослідження операцій". Історія виникнення і сучасний статус дослідження операцій. Дослідження операцій як дисципліна і як діяльність. Моделі в дослідженні операцій. Переваги і недоліки використання моделей. Принципи моделювання. Оцінювання придатності моделі.

Тема 2. Характеристика системи комп'ютерної математики Maxima. Основні математичні функції та константи, синтаксис. Теорія ігор та матричні ігри. Приклади ігрових задач. Основні поняття теорії ігор: гравці, стратегія гравців, функція виграшу гравців, відомості доступні гравцям, ігри в розгорнутій і нормальній формі, антагоністичні і неантагоністичні ігри. Постановка матричних ігор. Методи розв'язування матричних ігор. Теорема про стратегії. Геометричний розв'язок. Зведення матричної гри до задачі лінійного програмування. Реалізація ігрових задач засобами СКМ Maxima.

Тема 3. Основні поняття теорії графів. Неорієнтовані та орієнтовані графи. Способи задання графа. Зв'язність графа. Дерева. Побудова каркасу мінімальної вартості. Задача про знаходження найкоротшого шляху між парами вершин.

Задача з одним джерелом. Задача комівояжера. Метод гілок та меж. Опис команд пакету *graphs*. Моделювання оптимізаційних задач на графах

Перелік лабораторних робіт

1. Основи синтаксису системи Махіма. Стандартні математичні функції та операції системи Махіма.
2. Знаходження оптимального розв'язку гри серед змішаних стратегій. Геометрична інтерпретація гри 2×2 . Зведення матричної гри до задачі лінійного програмування засобами Махіма.
3. Команди системи Махіма для розв'язування задач теорії графів. Побудова каркасу мінімальної вартості. Алгоритм Прима.
4. Побудова каркасу мінімальної вартості. Алгоритм Крускала.
5. Моделювання оптимізаційних задач на графах засобами Махіма Алгоритм Дейкстри.
6. Моделювання оптимізаційних задач на графах засобами Махіма. Алгоритм Флойда.
7. Задача комівояжера. Метод редукції рядків і стовпців та усереднених коефіцієнтів.

Основні знання та вміння, які повинен набути студент після оволодіння змістом навчання із розділу 1

Студенти повинні знати:

- призначення та класифікацію задач дослідження операцій;
- основні поняття дослідження операцій;
- типи помилок при прийнятті рішень;
- причини помилок і шляхи їхнього попередження;
- методи отримання кількісних оцінок дослідження операцій;
- алгоритми розв'язування задач з теорії ігор;
- способи подання неорієнтованих та орієнтованих графів;
- алгоритми роботи з графами;

Студенти повинні вміти:

а) загальні компетентності:

- описувати об'єкти своєї діяльності з використанням методів системного підходу;
- будувати математичні моделі досліджуваних об'єктів;
- використовувати основні етапи дослідження;
- виявляти причини помилок і шляхи їх попередження.

б) компетентності, з предмету:

- класифікувати основні типи моделей;
- визначати етапи дослідження;
- будувати математичні моделі досліджуваних об'єктів і проводити їх аналіз;
- застосовувати методи дослідження операцій і принципи прийняття рішень у своїй практичній діяльності;
- знаходити нижню та верхню ціну гри, визначати існування сідлової точки;
- знаходити оптимальний розв'язок гри серед змішаних стратегій;
- будувати каркаси мінімальної вартості;
- знаходити найкоротші відстані в мережі;
- робити відповідні висновки на основі отриманих результатів.

РОЗДІЛ 2

Тема 1. Динамічне програмування. Введення в теорію динамічного програмування. Характеристики проблем динамічного програмування. Принцип оптимальності Р.Беллмана. Аналіз і сфера застосування методів, заснованих на принципі Р.Беллмана. Чисельні алгоритми розв'язування задач динамічного програмування.

Тема 2. Моделі динамічного програмування. Детермінована задача управління запасами. Задача завантаження транспортного засобу. Обчислювальна схема динамічного програмування. Визначення оптимального шляху в мережі. Розв'язування задач динамічного програмування з використанням СКМ Maxima.

Перелік тем лабораторних робіт

1. Задачі динамічного програмування. Їх класифікація.
2. Розв'язування задачі розподілу обмежених ресурсів засобами Maxima.
3. Задача завантаження транспортного засобу.

Основні знання та вміння, які повинен набути студент після оволодіння змістом навчання із розділу 2

Студенти повинні знати:

- зміст основних понять динамічного програмування;
- класифікацію задач динамічного програмування;
- детерміновані методи пошуку оптимальних розв'язків;
- критерії прийняття рішень в умовах невизначеності;
- алгоритми розв'язування задач динамічного програмування.
- основні галузі застосування понять та фактів, що вивчаються;
- призначення та основні використання математичних пакетів.

Студенти повинні вміти:

а) загальні компетентності:

- класифікувати задачі динамічного програмування;
- описувати об'єкти дослідження;
- обґрунтовувати рішення, що приймаються;
- розв'язувати задачі динамічного програмування;
- застосовувати отримані знання на практиці.

б) компетентності, з предмету:

- використовувати якісні методи дослідження;
- розв'язувати задачі розподілу обмежених ресурсів;
- застосовувати обчислювальні схеми до розв'язування задач динамічного програмування;
- розв'язувати задачу завантаження транспортного засобу;
- аналізувати отримані результати;

- застосовувати отримані знання на практиці.
- будувати та досліджувати економіко-математичних моделі;
- розв’язувати економічні та управлінські задачі за допомогою СКМ;
- застосовувати СКМ для розв’язування різноманітних математичних задач.

3. КРИТЕРІЇ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ ТА ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ

Оцінювання досягнутих успіхів за семестр проводиться у системі оцінювання університету, після чого переводиться у національну шкалу оцінювання та шкалу ECTS відповідно до таблиці.

Шкала оцінювання (в балах)	Національна шкала оцінювання	Сумарна модульна оцінка (в балах)	Оцінка за шкалою ECTS
90 – 100	«відмінно»	90 – 100	A
75 – 89	«добре»	82 – 89	B
		75 – 81	C
60 – 74	«задовільно»	67 – 74	D
		60 – 66	E
0 – 59	«незадовільно»	40 – 59	FX
		0 – 39	F

4. ЛІТЕРАТУРА

1. Беллман Р. Динамическое программирование / Беллман Р. / М. – 1960. – 400 с.
2. Боровик О. В. Дослідження операцій в економіці : навч. посібник / Боровик О.В., Боровик Л.В. – К. : Центр учбової літератури, 2007. – 424 с.
3. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій / Зайченко Ю. П. / – К. : ЗАТ «ВПОЛ», 2000. – 688 с.
4. Кутковецький В. Я. Дослідження операцій : навч. посібник / В. Я. Кутковецький / – К. : Видавничий дім "Професіонал", 2004. – 350 с.
5. Понтрягин Л. С. и др. Математическая теория оптимальных процессов, М., Наука, 1983. – 392 с.

Додаток Е

АНКЕТА

для викладачів, які навчають інформатичних та природничо-математичних дисциплін у вищих навчальних закладах

П.І.Б. : _____

Кафедра: _____

Дисципліни, які вивчаються та на якому курсі: _____

1. З яким твердженням Ви згодні?
 - a. Систематичне використання СКМ в процесі навчання Ваших дисциплін є необхідним
 - b. Використання СКМ є швидше непотрібним, ніж потрібним
 - c. У використанні СКМ немає ніякої необхідності
 - d. Використання СКМ є фактором, який заважає нормальній організації навчання Вашої дисципліни.
2. Як Ви оцінюєте засвоєння студентами навчального матеріалу на заняттях з використанням СКМ?
 - a. Засвоюють всі студенти
 - b. Засвоює переважна більшість студентів
 - c. Засвоює приблизно половина студентів
 - d. Засвоює невелика частина студентів
 - e. Ніхто не засвоює
3. Чи вважаєте Ви обґрунтованим використання СКМ для вивчення дисципліни, якої Ви навчаєте?

Так	Ні	Не знаю
-----	----	---------
4. Яка форма використання СКМ на заняттях здається Вам найбільш ефективною і яка підходить особисто для Вас?
 - a. Комп'ютерні навчальні програми
 - b. Комп'ютеризовані посібники і задачники

- c. Фрагменти матеріалу навчальних курсів у вигляді електронних файлів, розрахованих на одне або кілька практичних занять, але об'єднаних одним стандартним доповненням, в якому охоплюється система понять, що використовуються в даному розділі навчального курсу
 - d. Фрагменти матеріалу навчальних курсів у вигляді електронних файлів, розрахованих на одне або кілька практичних занять, які використовуються під час звернення до вбудованих функцій системи і є автономними
 - e. Вільна робота в середовищі СКМ без попередньої підготовки яких-небудь матеріалів
5. Чи використання СКМ підвищує ефективність навчання?
- | | | |
|-----|----|---------|
| Так | Ні | Не знаю |
|-----|----|---------|
6. Чи впливає використання СКМ на методику навчання?
- | | |
|--------|----|
| 1. Так | Ні |
|--------|----|
7. Як Ви оцінюєте роль використання СКМ на заняттях?
- a. Допомагає студентам краще зрозуміти матеріал
 - b. Допомагає студентам краще запам'ятати навчальний матеріал
 - c. Підвищує інтерес студентів до предмету, який вивчається
 - d. Не відіграє ніякої ролі
 - e. Відволікає увагу
 - f. Заважає сприймати навчальний матеріал, не дає зосередитись
8. Чи вважаєте Ви за доцільне і чи готові Ви розробляти ППЗ в середовищі СКМ?
- | | | |
|-----|----|---------|
| Так | Ні | Не знаю |
|-----|----|---------|
9. Чи вважаєте Ви за доцільне централізовану розробку і розповсюдження ППЗ і їх використання в готовому вигляді?
- | | | |
|-----|----|---------|
| Так | Ні | Не знаю |
|-----|----|---------|

Додаток Ж

АНКЕТА

для студентів 1–4 курсів

Спеціальність _____

Курс _____

1) Чи скорочує використання СКМ час, який затрачається на вивчення матеріалу?

Так

Ні

2) Як Ви оцінюєте роль використання СКМ на заняттях?

- використання СКМ допомагає краще зрозуміти навчальний матеріал
- використання СКМ допомагає краще запам'ятати навчальний матеріал
- використання СКМ підвищує інтерес до предмету
- Не відіграє ніякої ролі
- Є засобом розваги
- Відволікає увагу
- Заважає сприймати навчальний матеріал, не дає зосередитись

3) Чи хотіли б Ви, щоб заняття з використанням СКМ проводились частіше?

Так

Ні

4) Що Вас найчастіше приваблює в СКМ? (можна вказати кілька варіантів)

- Великі обчислювальні характеристики в поєднанні з простотою у використанні і швидкодією
- Розвинута графіка
- Можливість поєднання режимів обчислення і програмування
- Можливість самоконтролю
- Розвинута довідкова система і наявність багатьох прикладів
- Різноманітність форм подання повідомлень

- Ніщо не приваблює

5) Чи вважаєте за необхідне для майбутнього вчителя володіти прийомами роботи і методикою використання СКМ?

Так

Ні

Не знаю

6) Яка форм

а застосування СКМ на заняттях здається Вам найбільш ефективною і якій віддаєте переваги особисто Ви (можна вказати кілька варіантів)?

- Комп'ютерні програми навчального призначення
- Комп'ютеризовані посібники і задачки
- Фрагменти матеріалу навчальних курсів у вигляді електронних файлів, розрахованих на одне або кілька практичних занять, але об'єднаних одним стандартним доповненням, де охоплюється система понять, які використовуються в даному розділі навчального курсу
- Фрагменти матеріалу навчальних курсів у вигляді електронних файлів, розрахованих на одне або кілька практичних занять, в яких використовуються тільки вбудовані функції системи і які є автономними
- Вільна робота в середовищі СКМ без попередньої підготовки яких-небудь матеріалів
- Поєднання цих форм.

ДОДАТОК 3

СИСТЕМА ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ БАКАЛАВРІВ ІНФОРМАТИКИ

Антека розроблена на основі стандартів ІКТ-компетентності вчителів, визначених ЮНЕСКО (ICT competency standards for teachers) (ICT competency standards for teachers: policy framework, [Електронний ресурс]. <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001562/156207e.pdf>. – Заголовок з екрана; ICT competency standards for teachers: competency standards modules, [Електронний ресурс]. <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001562/156210e.pdf> – Заголовок з екрана).

Мета: з'ясування стану та рівня сформованості інформаційно-комунікаційних компетентностей фахівців напряму підготовки "Інформатика*"

Бланк анкети

Прізвище,

ініціали

Група _____

1. Як Ви вважаєте, який у Вас рівень підготовки для використання комп'ютера в аудиторній та самостійній роботі?
 високий
 достатній
 середній
 низький
2. На якому рівні Ви володієте знаннями з інформатики за програмою навчального закладу?
 на високому
 на достатньому
 на середньому
 на низькому
3. Як Ви оцінюєте Ваше вміння використовувати технічні засоби на заняттях?
 високий
 достатній
 середній
 низький
4. Як Ви оцінюєте Ваше володіння основними програмами й операціями під час використання комп'ютера (робота з прикладним програмним забезпеченням)?
 високе
 достатнє
 середнє
 низьке

5. Як Ви оцінюєте Ваше володіння програмним забезпеченням, тими як web-браузер, програми для комунікації та обміну даними?
- високе
 - достатнє
 - середнє
 - низьке
6. Як Ви оцінюєте Ваше володіння інструментальним програмним забезпеченням (програми та середовища для програмування)?
- високе
 - достатнє
 - середнє
 - низьке
7. Яке Ви маєте уявлення про програмні вимоги до навчання інформатичних дисциплін і про встановлені методи оцінювання навчальних досягнень?
- високе
 - достатнє
 - середнє
 - низьке
8. На якому рівні Ви володієте технічною підготовкою і знанням ресурсів електронної мережі з метою здобуття знань, необхідних для Вашого професійного зростання?
- на високому
 - на достатньому
 - на середньому
 - на низькому
9. Як Ви оцінюєте власне вміння писати наукові тексти?
- високе
 - достатнє
 - середнє
 - низьке
10. Якою мірою у Вас виражений недолік у компетентностях, безпосередньо пов'язаних із профілем професійної діяльності?
- високою
 - достатньою
 - середньою
 - низькою
11. Якою мірою Ви знаєте де, коли і як слід (або не слід) використовувати СКМ при розв'язуванні прикладних задач?
- високою
 - достатньою
 - середньою
 - низькою
12. Як Ви оцінюєте рівень знань з СКМ і здатністю застосовувати їх гнучко і різних ситуаціях?

- високий
- достатній
- середній
- низький

13. На якому рівні Ви можете самостійно опанувати функціональні характеристики СКМ і гнучко використовувати її у різних ситуаціях?

- на високому
- на достатньому
- на середньому
- на низькому

14. Як Ви оцінюєте свою можливість і схильність до експериментування і безперервного навчання?

- високо
- достатньо
- середньо
- низько

15. Якою мірою Ви в змозі використовувати ІКТ для створення професійних співтовариств?

- високо
- достатньо
- середньо
- низько

ДОДАТОК Л

Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка

Контрольна робота з курсу "Системи комп'ютерної математики" для студентів ОКР "Бакалавр" галузі знань "Системні науки та кібернетика" напряму підготовки "Інформатика"

ВАРІАНТ № 1

Завдання 1

1. Система Mathematica: Основні типи даних та об'єктів. Арифметичні оператори та функції.

Завдання 2

1. Результат звернення до функції **Mod[a,b]** – це ...
2. Результат звернення до функції **Limit [f(x), x→x0, Direction → -1]** – це ...
3. Результат звернення до функції **Simplify[expr]** – це ...
4. Результат звернення до функції **D[f, {x, n}]** – це ...

Завдання 3

1. Знайти найменше ціле число, яке б було більшим за результат ділення числа m на число n :

m – найбільший спільний дільник чисел 10 і 15;

n – остача від ділення чисел 10 і 8.

2. Розкласти раціональний дріб на елементарні дроби двома способами:

$$\frac{x^3}{(x+2)(x-5)(x-1)(x+1)}$$

3. Знайти суму найбільших коренів рівнянь: $x^2 + 2x - 3 = 0$ та $x^2 - 12x + 10 = 0$.

4. Знайти проміжки зростання та спадання функції $y = \frac{x+1}{x^2+3x-4}$, використовуючи похідну.

5. Обчислити площу фігури, обмеженої лініями $y_1 = x^2$ та $y_2 = x+1$

Завідувач кафедри інформатики та ОМ,
кандидат фіз.-мат. наук, доцент

І.І.Лазурчак

Завдання виконане студентом ___ курсу, групи _____

прізвище, ім'я та по батькові студента

“ _____ ” _____ 2014 р.

_____ підпис студента

Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка

Контрольна робота з курсу "Системи комп'ютерної математики" для студентів ОКР "Бакалавр" галузі знань "Системні науки та кібернетика" напряму підготовки "Інформатика"

ВАРІАНТ № 2

Завдання 1

1. Система Mathematica: Основні арифметичні та логічні функції.

Завдання 2

1. Результат звернення до функції **Floor[x]** – це ...
2. Результат звернення до функції **Collect[expr, x]** – це ...
3. Результат звернення до функції **FindRoot [f(x) == a, {x, x0}]** – це ...
4. Результат звернення до функції **Product[f, {i, imin, imax}]** – це ...

Завдання 3

1. Задати чотиризначне натуральне число за допомогою генератора випадкових чисел. Знайти середнє арифметичне цифр цього числа.
2. Знайти суму коренів рівняння $x^2 + 5x + 6 = 0$.
3. Використовуючи розклад підінтегральної функції в ряд Тейлора, обчислити $\int_0^1 e^{-x^2} dx$ (для обчислення взяти 10 перших членів).
4. Дослідити функцію $y = 3 + 8x - x^2 + x^5$ на екстремум.
5. Знайти довжину дуги параболи $5y = x^2$, заключної всередині кола $x^2 + y^2 = 6$.

**Завідувач кафедри інформатики та ОМ,
кандидат фіз.-мат. наук,
І.І.Лазурчак**

доцент

Завдання виконане студентом _____ курсу, групи _____

_____ прізвище, ім'я та по батькові студента

“ _____ ” _____ 2014 р.

_____ підпис студента

ДОДАТОК М
ДРОГОБИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ім. І. ФРАНКА

Напрямок підготовки ІНФОРМАТИКА семестр 8

Навчальна дисципліна Дослідження операцій

ВАРІАНТ № 1

Теоретичне завдання 1

(розраховане на виявлення глибини засвоєння окремих проблем теми, виведення формул та їх аналіз. Максимальна кількість балів – 12)

1. Зміст курсу "Дослідження операцій". Історія виникнення і сучасний статус дослідження операцій.

Теоретичне завдання 2

(потребує короткої відповіді. Максимальна кількість балів – 8)

2. Алгоритм Крускала.

Практичне завдання 1

(при оцінюванні враховується наявність математичного аналізу умови задачі, побудови малюнка та його якість, уміння розв'язувати задачу у загальній постановці, уміння робити перевірку розв'язку. Правильно розв'язана задача оцінюється 10 балами)

3. Визначити верхню і нижню ціни гри, знайти мінімаксні стратегії або змішані стратегії для пошуку оптимальних розв'язків.

$$P = \begin{pmatrix} 8 & 9 & 9 & 4 \\ 6 & 5 & 8 & 7 \\ 3 & 4 & 5 & 6 \end{pmatrix}$$

Лектор _____

підпис

прізвище та ініціали

Завідувач кафедри інформатики та ОМ _____

підпис

прізвище та ініціали

Завдання виконане студентом _____ курсу, групи _____

—

прізвище, ім'я, по батькові

« _____ » _____ 201__ р.

Додаток Н

ВИХІДНИЙ КОД ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ АЛГОРИТМУ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ПРО РЮКЗАК

```
f(x1,x2,x3):=10*x1+23*x2+28*x3$
k11:[4,3,2]$
v:[3,4,6]$
g:14$
ob1(x1,x2,x3):=3*x1+4*x2+6*x3$
a4:{}$
a5:{}$
a1:[]$
a:0$
b:v[2]-2$
x3:0$
for x2:0 thru 3 do (
for x1:0 thru 4 do
(block([],
if b>g then b:g,
if b>14 then b:14,
if (a<=g) and (b<=g) and (ob1(x1,x2,0)<=g) then
a1:append(a1,[[a,b,x1,x2,f(x1,x2,x3)]]),
c:min(v[1],v[2])-1,
if x2=0 then block([],a:b+1,b:b+v[2]-1) else
block([],a:b+1,b:a+c)
)),
a5:union(a5,a4),
a4:setdifference(setify(a1),a5),
/*print(matrix(listify(a4))),*/
print(a4),
print("-----"),
a:(x2+1)*v[2],
b:a+2
)
$
a1:sort(a1)$
a2:[]$
a:0$
b:2$
k:0$
k1:0$
i:1$
i1:0$
i2:0$
while i+k+k1<g do (
maxf:0,k:0,
if i+k+k1<=13 then
block([],
while (a1[i+k+k1][1]<=a) and (a<=b) and (b<=a1[i+k+k1][2]) do
(if a1[i+k+k1][5]>maxf then block([],
maxf:a1[i+k+k1][5],
i1:a1[i+k+k1][3],
i2:a1[i+k+k1][4])),
```

```

k:k+1
),
maxf1:maxf,
a2:append(a2, [[a,b,i1,i2,maxf]]),
if a1[i+k+k1][1]=a1[i+k+k1][2] then block([],a:a1[i+k+k1][1],
b:a1[i+k+k1][2])
else block([],a:b+1,b:a+1),
if k>1 then k1:k1+k-1 else k1:0
),
i:i+1
)$
a2;
kill(x3)$
a3:[]$
a4:{}$
a5:{}$
for x3:0 thru k1[3] do (
b:v[3]-1,
a:0,
for i:1 thru length(a2) do (
if a<g and b<g then block([],
if x3=0 then block([],a:a2[i][1],b:a2[i][2]) else
block([],a:a2[i][3]*v[1]+a2[i][4]*v[2]+x3*v[3]),
if a<g then block([],if i+1<=length(a2) then
b:a2[i+1][3]*v[1]+a2[i+1][4]*v[2]+x3*v[3]-1 else
b:a2[i][3]*v[1]+a2[i][4]*v[2]+x3*v[3]-1) else block([],b:g),
a3:append(a3, [[a,b,a2[i][3],a2[i][4],x3,f(a2[i][3],a2[i][4],x
3)]]))
/*if a>=g or b>=g then exit*/
)
),
a5:union(a5,a4),
a4:setdifference(setify(a3),a5),
print(a4),
print("-----")
)$
maxf:0$
for i:1 thru length(a3) do (
if a3[i][6]>maxf then block([],maxf:a3[i][6],zz:a3[i])
)$
print("x1=", zz[3], " x2=", zz[4], " x3=", zz[5], " f=",
zz[6])$

```

ДОДАТОК П

ДРОГОБИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені ІВАНА ФРАНКА

Кафедра інформатики та обчислювальної математики

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні кафедри

" ____ " _____ 2014
Завідувач кафедри _____

Протокол № ____
Лазурчак І.І.

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

дисципліни за вибором ВНЗ

“Дослідження операцій”

**для напряму підготовки 6.040302 "Інформатика"
освітньо-кваліфікаційного рівня "Бакалавр"**

Інститут фізики, математики та інформатики
2014 / 2015 навчальний рік

курс четвертий
семестр 2

Робоча програма складена на основі програми навчальної дисципліни "Дослідження операцій", затвердженої Вченою радою ДДПУ ім. І.Франка (протокол №12 від 17.12.2014.).

Робочу програму склала канд. техн. наук, доц. Сікора О.В., викл. Когут У.П..

Дані про вивчення дисципліни:

Форма навчання	курс	семестр	лекції (год)	практ. (год)	лабор. (год)	всього ауд. занять (год)	сам. робота (год)	всього (год) / кредитів ECTS	заліки (се- местри)	екзамени (семестри)
денна	4									
		2	32	–	16	48	78	126/ 3,5	–	2

Кількість годин у 1 семестрі:
лекційних – 0
практичних – 0
лабораторних – 0
самостійної роботи – 0
Разом – 0

Кількість годин у 2 семестрі:
лекційних – 32
практичних – 0
лабораторних – 16
самостійної роботи – 78
Разом – 126

Передекзаменаційних консультацій - 2
Семестрових консультацій - 0

Кількість кредитів у 1 семестрі – 0, у 2 семестрі – 3,5
Форма підсумкового контролю у 1 семестрі
Форма підсумкового контролю у 2 семестрі – **екзамен**

.1. Вступ та розподіл годин з дисципліни за видами навчальної роботи

Місце у структурно-логічній схемі:

Вивчається після оволодіння курсів "Методи оптимізації", "Алгоритмізація та основи програмування", "Технології програмування".

Мова навчання : українська

2 семестр

№ п/п	Назва розділу, теми	Всього годин	З них				Прим
			лекцій	практичних	лабораторних	сам. робота	
	РОЗДІЛ 1. Принципи дослідження операцій. Теорія ігор. Моделювання оптимізаційних задач на графах.	68	20		12	40	
1.	Зміст курсу "Дослідження операцій"		2				
2.	Характеристика системи комп'ютерної математики Maxima. Основні математичні функції та константи, синтаксис.		2				
3.	Теорія ігор та матричні ігри. Основні поняття теорії ігор. Розв'язування ігрових задач з використанням СКМ Maxima.		6				
4.	Моделювання оптимізаційних задач на графах. Основні поняття теорії графів. Опис команд пакету graphs.		6				
5.	Аналіз методів розв'язування задачі комівояжера		4				
	РОЗДІЛ 2. Динамічне програмування	58	12		4	38	
6.	Динамічне програмування. Введення в теорію динамічного програмування.		4				
7.	Моделі динамічного програмування. Реалізація задач динамічного програмування засобами СКМ Maxima.		6				
8.	контрольна робота		2				

1.2. Тематичний план лекцій

2 семестр

№ п.п.	Розділи курсу і теми лекцій. Основні питання лекцій	Кількість годин	Календарні терміни	Питання, що виносяться на самостійне опрацювання	Література до розділів і тем:	Примітка
					а) основна	
					б) додаткова	
РОЗДІЛ 1. Принципи дослідження операцій. Теорія ігор. Моделювання оптимізаційних задач на графах.						
1.	Лекція 1 Зміст курсу "Дослідження операцій". Переваги і недоліки використання моделей. Принципи моделювання. Оцінювання придатності моделі.	2	1 тиждень семестру		а) 1,2,3 б) 2, 7, 4	
2.	Лекція 2 Характеристика системи комп'ютерної математики Maxima. Основні математичні функції та константи, синтаксис. Теорія ігор та матричні ігри. Основні поняття теорії ігор. Постановка матричних ігор.	2	2 тиждень семестру		а) 11, 6 б) 18, 4	
3.	Лекція 3 Методи розв'язування матричних ігор. Теорема про стратегії. Геометричний розв'язок.	2		Економічні задачі, які зводяться до матричних ігор	а) 11, 9 б) 13	
4.	Лекція 4 Зведення матричної гри до задачі лінійного програмування.	4	4 тиждень семестру			

5.	Лекція 5 Основні поняття теорії графів. Неорієнтовані та орієнтовані графи. Способи подання графа. Зв'язність графа. Опис команд пакету graphs.	2		Обхід графів. Пошук у глиб у простому зв'язному графі.		
6.	Лекція 6 Моделювання оптимізаційних задач на графах. Побудова каркасу мінімальної вартості (Алгоритми Прими та Крускала)	2	7 тиждень семестру			
7.	Лекція 7 Задача про знаходження найкоротшого шляху між парами вершин. Задача з одним джерелом. (Алгоритми Дейкстри та Флойда)	2		Пошук у шир у простому зв'язному графі.	а) 11, 9 б) 10	
8.	Лекція 8 Задача комівояжера. Метод гілок та меж.	2	9 тиждень семестру			
9.	Лекція 9 Задача комівояжера. Метод редукції рядків і стовпців. Метод усереднених коефіцієнтів.	2	10 тиждень семестру		а) 11, 9 б) 10, 18	
РОЗДІЛ 2. Динамічне програмування						
10.	Лекція 10 Динамічне програмування. Введення в теорію динамічного програмування.	2	11 тиждень семестру		а) 11 б) 18	
11.	Лекція 11 Характеристика проблем динамічного програмування. Принцип оптимально-	2				

	сті Р. Беллмана. Аналіз і сфера застосування методів, заснованих на принципі Р.Беллмана.					
12.	Лекція 12 Чисельні алгоритми розв'язку задач динамічного програмування.	2	13 тиждень семестру	Задача оптимальної заміни обладнання		
13.	Лекція 14 Моделі динамічного програмування. Задача управління запасами.	2		Динамічне програмування в оргграфі.	а) 11, 15 б) 9, 3, 8	
14.	Лекція 15 Задача завантаження транспортного засобу. Обчислювальна схема динамічного програмування.	2	15 тиждень семестру	Задачі заміни устаткування та оптимального розподілу обмеженого ресурсу в термінах графа.	а) 11, 10 б) 16, 14	
15.	Лекція 16 контрольна робота	2	15 тиждень семестру			

3.5. Тематичний план лабораторних занять

2 семестр

№ п.п	Теми лабораторних робіт	Кількість годин	Місце проведення
1.	Основи синтаксису системи Махіма. Стандартні математичні функції та операції системи Махіма.	2год	ауд 28.
2.	Платіжна матриця гри. Визначення верхньої та нижньої ціни межі гри. Гра з сідловою точкою.	2год	ауд 28.
3.	Знаходження оптимального розв'язку гри серед змішаних стратегій засобами системи Махіма. Геометрична інтерпретація гри 2*2. Зведення матричної гри до задачі лінійного програмування.	2год	ауд 28.
4.	Команди системи Махіма для розв'язування задач теорії графів. Алгоритми виокремлення каркасу (алгоритм Прима).	1 год	ауд 28.
5.	Алгоритми виокремлення каркасу (алгоритм Крускала).	1 год	
6.	Моделювання оптимізаційних задач на графах засобами Махіма. Алгоритм Дейкстри.	1 год	ауд 28.
7.	Моделювання оптимізаційних задач на графах засобами Махіма. Алгоритм Флойда.	1 год	
8.	Знаходження розв'язку задачі комівояжера методом редукції рядків і стовпців та усереднених коефіцієнтів засобами системи Махіма.	2год	ауд 28.
9.	Розв'язування задачі розподілу обмежених ресурсів методом динамічного програмування з використанням системи Махіма.	2 год	ауд 28.
10.	Розв'язування задачі завантаження транспортного засобу з використанням системи Махіма..	2 год	ауд 28.

Перелік навчально-методичної літератури

1. Абрамов Л. М., Капустин В. Ф. Математическое программирование. Л., Изд-во Ленинград. ун-та, 1976. — 184 с.
2. Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах. — М. : Высш. шк., 1985.
3. Бартіш М. Я., Дудзяний І. М. Дослідження операцій. Частина 2. Алгоритми оптимізації на графах. — Л. : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. — 120 с.
4. Бартіш М. Я., Роман Л. Л. Теорія ігор. — Л. : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2005. — 120 с.
5. Боровик О. В., Боровик Л. В. Дослідження операцій в економіці : навч. посібн. — К. : Центр учбової літератури, 2007. — 424 с.
6. Дослідження операцій в економіці : підручник / за ред. І. К. Федоренко, О. І. Черняка. — К. : Знання, 2007. — 558 с.
7. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій. Вид. 5. — К. : ВІПОЛ, 2001. — 684 с.
8. Катренко А. В. Дослідження операцій. — Л. : "Магнолія Плюс", 2004. — 549 с.
9. Кутковецький В. Я. Дослідження операцій : навч. посібн. — К. : Видавничий дім "Професіонал", 2004. — 350 с.
10. Оспіщев В. І., Пруненко Д. О., Бурко Д. Л., Єрмак О. М., Санько Я. В. Дослідження операцій : навч. посібн. / за ред. В. І. Оспіщева. — Х. : ХНАМГ, 2008. — 136 с.
11. Ржевський С. В., Александрова В. М. Дослідження операцій. — К. : Академвидав, 2006. — 560 с.
12. Таха Х. Введение в исследование операций. — М. : Мир, 1985. — Т. 1, 2.

Засоби для проведення поточного та підсумкового контролю

Розроблено контрольні роботи (по 25 варіантів), інструкції до лабораторних робіт, екзаменаційні білети

