



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ВІДДІЛЕННЯ ЗАГАЛЬНОЇ
СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

ІНСТИТУТ ПЕДАГОГІКИ



ВЕРЛАНЬ А.Ф., ЛЯШЕНКО О.І.

ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ З АДАПТИВНИМ УПРАВЛІННЯМ ПРОЦЕСАМИ СПРИЙМАННЯ ЗНАНЬ

Монографія



Київ
Педагогічна думка
2021

УДК 004.78/.8(02)

В33

Рекомендовано Вченою радою
Інституту педагогіки НАПН України
(протокол № 4 від 25 березня 2021 р.)

Рецензенти:

Паладін О.В., доктор технічних наук, професор, дійсний член НАН України,
заступник директора Інституту кібернетики НАН України

Спірін О.М., доктор педагогічних наук, професор, член-кореспондент НАПН
України, проректор з цифровізації Університету менеджменту освіти НАПН
України

В33 Верлань А.Ф., Ляшенко О.І.

Інформаційні системи з адаптивним управлінням процесами сприймання
знань: Монографія. – Київ: Педагогічна думка, 2021. – 230 с.

<https://doi.org/10.32405/978-966-644-587-5-2021-230>

ISBN 978-966-644-587-5

Розглянуто проблеми інформаційного обміну в системах, що складаються з персоналу та інтелектуальних програмних засобів (ГІС – гібридні інтелектуальні системи). Запропоновано моделі діалогового спілкування та адаптивні механізми, що визначають і враховують індивідуальні переваги персоналу в процесах асиміляції знань. Удосконалено теорію інтеррогативної взаємодії, на основі якої розроблено метод синтезу тестів для контролю знань з використанням онтологічних моделей. Описано реалізацію компонентів ГІС з використанням концепції інтелектуальних програмних агентів.

УДК 004.78/.8(02)

ISBN 978-966-644-587-5

© Верлань А.Ф., Ляшенко О.І., 2021

© Інститут педагогіки НАПН України, 2021

© Педагогічна думка, 2021

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ КОГНІТИВНИМИ ІНФОРМАЦІЙНИМИ ПРОЦЕСАМИ В СИСТЕМІ „КОРИСТУВАЧ- КОМП'ЮТЕР”	10
1.1.ІНФОРМАЦІЙНІ АСПЕКТИ ВИБОРУ АЛЬТЕРНАТИВ І ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УПРАВЛІНСЬКІЙ ДІЯЛЬНОСТІ	10
1.2.ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ ТА ЇХ АДАПТИВНІ МОЖЛИВОСТІ. ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ СПРИЙМАННЯ ЗНАНЬ	20
1.3.ЗАСОБИ І МЕТОДИ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЗМІСТУ В НАВЧАЛЬНИХ СИСТЕМАХ З ГІБРИДНИМ ІНТЕЛЕКТОМ	27
1.4.МЕТОДИ АДАПТАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДО ІНДИВІДУАЛЬНИХ ПЕРЕВАГ ЛЮДИНИ	35
ВИСНОВКИ	39
РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ДІАЛОГОВИХ ЗАСОБІВ ВЗАЄМОДІЇ ДЛЯ ЗДОБУТТЯ ТА ОБРОБКИ ЗНАНЬ У ГІБРИДНИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ	44
2.1.ПЕРЦЕПТИВНИЙ ЦИКЛ ЛЮДИНИ І ДІАЛОГОВИЙ ПРОЦЕС	44
2.2.ФОРМАЛЬНО-ЛОГІЧНА МОДЕЛЬ ДІАЛОГУ	52
2.3.ДІАЛОГ ЯК ПОСЛІДОВНІСТЬ СИТУАЦІЙ "ПИТАННЯ – ВІДПОВІДЬ"	57
2.4.ВИКОРИСТАННЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ДЛЯ ВИБОРУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПОВЕДІНКИ ПАРТНЕРІВ, ЩО ВЕДУТЬ ДІАЛОГ	64
ВИСНОВКИ	73
РОЗДІЛ 3 ІНФОРМАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В АДАПТИВНИХ ГІС "ЕЛЕКТРОННОГО" НАВЧАННЯ	75
3.1.ІНФОРМАЦІЙНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ГІБРИДНІ СИСТЕМИ "ЛЮДИНА – МАШИНА"	75
3.2.ІНФОРМАЦІЙНІ ТА КОМУНІКАЦІЙНІ СКЛАДОВІ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ	77
3.3.МОДЕЛЮВАННЯ УЧНЯ ТА ТЬЮТОРА В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ НАВЧАННЯ	79
3.4.МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЗНАНЬ У ГІС ДЛЯ НАВЧАННЯ Й ТЕСТУВАННЯ	88
ВИСНОВКИ	101
РОЗДІЛ 4 МОДЕЛІ АДАПТАЦІЇ ГІС ДО КОГНІТИВНОГО РІВНЯ ЛЮДИНИ	103
4.1.КОГНІТИВНІ І МОТИВАЦІЙНІ КОМПОНЕНТИ НАВЧАННЯ	103

4.2.ВИЗНАЧЕННЯ СТИЛЬОВИХ ТА ПРОДУКТИВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК	111
4.3.КОМП'ЮТЕРНА ДІАГНОСТИКА КОГНІТИВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК	119
4.4.АДАПТАЦІЯ НАВЧАЛЬНИХ ЕПІЗОДІВ ДО ПЕРЕВАГ КОРИСТУВАЧА	126
4.5.АДАПТАЦІЯ ГІС З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ МАРКЕТИНГОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПЕРЕВАГ СПОЖИВАЧІВ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОСЛУГ	132
4.6.РОЗШИРЕННЯ ЕРОТЕМАТИЧНОЇ ЛОГІКИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕСТУВАННЯ ЗНАНЬ	138
4.7.АРХІТЕКТУРА ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ СИСТЕМИ ТЕСТУВАННЯ ЗНАНЬ У СКЛАДІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ТЬЮТОРА	139
ВИСНОВКИ	141
РОЗДІЛ 5	143
АРХІТЕКТУРА ДІАЛОГОВОЇ ГІБРИДНОЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СППР	
5.1.ГРУПА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АГЕНТІВ ТА ДІАЛОГ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У СКЛАДІ ГІС	143
5.2.БАГАТОАГЕНТНА СИСТЕМА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ	148
5.3.ОБ'ЄКТНА МОДЕЛЬ ДІАЛОГОВОГО ПРОЦЕСУ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ	153
ВИСНОВКИ	156
РОЗДІЛ 6	158
РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ДІАЛОГОВОГО АДАПТИВНОГО СЕРЕДОВИЩА ГІС	
6.1.РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОГО ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АГЕНТА ДЛЯ АДАПТАЦІЇ ДО КОГНІТИВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОРИСТУВАЧА	158
6.2.ВИБІР ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ЗАСОБІВ СТВОРЕННЯ ОНТОЛОГО-ОРІЄНТОВАНИХ КОМПОНЕНТІВ СИНТЕЗУ ТЕСТІВ ГІС НАВЧАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	162
6.3.CASE-ЗАСОБИ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ АРХІТЕКТУРИ ГІС	167
6.4.РЕАЛІЗАЦІЯ БАЗИ ДАНИХ ТА ПРОГРАМНОГО SN-АГЕНТА ПІДТРИМКИ МЕРЕЖІ ПОНЯТЬ ДЛЯ СИНТЕЗУ ТЕСТІВ	173
6.5.СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНИХ АГЕНТІВ СИНТЕЗУ ТЕСТІВ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ РІВНЯ ЗНАНЬ	186
6.6.ПРОГРАМНІ АГЕНТИ СППР ДЛЯ АДАПТАЦІЇ ГІС З ВИКОРИСТАННЯМ РІВНЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ДАНИХ	195
6.7.МОНІТОРИНГ СТАНУ КОРИСТУВАЧА В ГІС ЗА ЙОГО ПРОСОДИЧНИМИ ОЗНАКАМИ	201
ВИСНОВКИ	209
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	210

ВСТУП

Суспільна та господарська діяльність в сучасному світі здійснюється не індивідами, а організаціями, а це вимагає високого рівня суспільної кооперації. Права власності, контракт і комерційне право – необхідні інститути для створення сучасної, ринково орієнтованої економіки, але в той же час суспільство має можливість істотно скоротити операційні витрати, якщо ці інститути підкріплені соціальним капіталом і довірою [1]. Рівень довіри в суспільстві впливає на структуру й динаміку економічних відносин і темпів розвитку. Таким чином, класична економічна теорія, яка ґрунтується на раціональності, не завжди адекватно пояснює різницю в розвитку, наприклад, фамілістичних ("родинних") суспільств порівняно з тими, що мають централізований характер управління з державною підтримкою. Донедавна роль локомотивів прогресу в економіці належала великим компаніям, і підтримка державою індустріальних гігантів у США і Німеччині в другій половині XIX століття забезпечила для цих країн провідні ролі у світовій економіці. Однак не так давно ситуація змінилась на протилежну: Стів Джобс і Стів Возняк створили "в гаражі" персональний комп'ютер, з якого почалась технологічна революція. Це привело, наприклад, до спрямування потужностей такого гіганта, як ІВМ, зовсім на інші ринки. Не можна стверджувати, що в інших галузях можливо почати технологічну революцію в гаражі, навпаки, створення програмного продукту сьогодні є бюрократизованим і надзвичайно багатоступеневим процесом. Але теоретики економічного розвитку вважають, що важливість масштабу малих/великих компаній може змінитися дуже непередбачуваним чином. Скоріше за все, у майбутньому оптимальну форму організації в промисловості складатимуть переважно не малі чи великі компанії, а мережні структури, що поділяють переваги і одних, і других. Якщо так буде, суспільства з великим рівнем довіри отримають переваги. Мережний принцип надасть переваги внаслідок скорочення операційних витрат тоді, коли учасники мереж слідуватимуть набору неформальних правил торгових відносин, прийняття рішень і втілення цих рішень у життя. Такі правила або скоротять витрати, або не потребуватимуть їх зовсім. Прикладом може бути "полегшене виробництво", де право прийняття рішення делеговане на низовий рівень. У майбутньому можливий як такий розвиток, коли роль лідера належатиме великим складно організованим корпораціям, так і такий, коли ця роль належатиме малим, рухомим, новаторським підприємствам. Однак у кожному разі вплив культурних відмінностей на схильність до соціалізованості матиме значний, але на даний час невизначений вплив на економіку [1].

Перехід суспільства до постіндустріальної стадії розвитку виявив значні протиріччя в економіці більшості розвинених країн. Якщо в індустріальному суспільстві спроможність підприємства досягти економічного успіху визначалася власністю на матеріально-речовинні та фінансові ресурси виробництва й ґрунтувалася на багатстві в традиційно фінансовому його розумінні, основним критерієм якого виступали гроші, то в постіндустріальному – як на окремому підприємстві, так і в суспільстві в цілому – виникає нове розуміння багатства,

пов'язане з його поступовим відторгненням від традиційних критеріїв – грошей і власності.

Багатство, за Е. Тоффлером, втрачає матеріальне втілення, воно перетворюється в "символічний капітал" – знання, які, у вигляді інформації розповсюджуючись по всьому світові, стають "супер-символічною формулою грошей" і повною мірою відповідають економіці "третьої хвилі" [2].

Це зумовлює необхідність розробки нової концепції управління вітчизняними підприємствами, яка має ґрунтуватися на основних засадах сучасної економічної теорії. Найповніше відповідає постіндустріальному способу господарювання інституційна економічна теорія [3], котра досліджує проблеми **взаємодії індивідуумів, підприємств та інститутів**, які координують діяльність ринкових суб'єктів господарювання. Ця теорія більше за інші пристосована для розв'язання протиріч застосування в процесах виробництва таких ресурсів постіндустріального суспільства, як інформація та знання.

Однак, незважаючи на велику кількість наукових праць та значні досягнення в галузі обґрунтування теоретичних засад управління інтелектуальним капіталом на макроекономічному рівні, проблема забезпечення формування інтелектуального капіталу підприємства розроблена не досить повно, вимагає уточнення та розвитку.

У неокласичній економічній теорії поведінка підприємства описується з застосуванням виробничої функції та зводиться до максимізації прибутку, а ринок стає універсальним механізмом розподілу обмежених ресурсів між альтернативними напрямками їх використання. Представники цієї школи тривалий час намагалися точно описати дії індивідуумів, які здійснюють раціональний вибір ресурсів у будь-якій ситуації за їх обмеженості відповідно до закону попиту-пропозиції.

Ця теорія побудована на припущенні про обмеженість ресурсів. Конкуренція в неокласичних моделях – це досконалий механізм ціноутворення, який має здатність забезпечувати найвищу ефективність використання ресурсів та максимізацію суспільного добробуту. У цьому контексті права власності повністю і беззаперечно визначені, щодо інформації, то вважається, що її можна безкоштовно і легко здобути.

Детальніша перевірка цих припущень на практиці показала недосконалість неокласичного підходу, оскільки структура сучасного ринку не відповідає умовам досконалої конкуренції. Ринкова інформація розподіляється далеко не рівномірно; вибір і поведінка учасників угод *не завжди підпорядковані вимогам раціональності*. Значні проблеми з'явилися завдяки дослідженням особливостей використання в процесах виробництва таких ресурсів, як інформація та знання.

Ресурсам постіндустріального суспільства не властиві обмеженість та рідкість, вони не мають речовинної форми, тому для вирішення питань їх використання в процесах виробництва вітчизняними підприємствами необхідне застосування методологічних засад інших напрямів економічної теорії. Однією з них є інституційна економіка, засади якої запропонував Р. Коуз, лауреат Нобелівської премії з економіки 1991 р. за відкриття і прояснення точного сенсу трансакційних витрат і прав власності в інституційній структурі та функціонуванні економіки.

Представники інституційності обрали об'єктом своєї уваги реальні економічні відносини реальних організацій та індивідів. Так, за Д. Нортон, головна роль інституції в суспільстві полягає в тому, щоб зменшити **невизначеність** шляхом

встановлення постійної структури людської взаємодії [4]. На відміну від неокласичної економічної теорії, в інституційній розглядають ринковий механізм як соціальний інститут, який відбиває особливості тієї економічної системи, в якій функціонує підприємство. Ці особливості в економіці та діяльності підприємств визначаються не стільки ринковими вимогами, скільки тією системою цінностей, що панує в певний період.

Тобто інституційна економіка розглядає підприємство як організацію з внутрішньою структурою інтересів, підґрунтям якої стає взаємодія між людьми. Вона зумовлена інститутами як сукупністю формальних й / чи неформальних правил, створених людьми, а також механізмів, які забезпечують дотримання цих правил.

Розвиваючи інституційний напрям, нова (інституційна) економічна теорія, чи "теорія трансакційних витрат", досліджує проблеми впливу інститутів на ефективність використання обмежених ресурсів та економічне зростання, вводить поняття специфічності активів, інформаційних і трансакційних витрат. Інформаційні витрати пов'язуються з пошуком та отриманням інформації про умови угоди й ситуації на ринку, трансакційні – з укладанням та здійсненням цієї угоди.

Нова інституційна економіка акцентує увагу не тільки на резервах і можливостях посилення взаємодії інститутів та індивідів унаслідок інформаційних і трансакційних витрат, але й ураховує *існування когнітивних обмежень, здатності індивідів та організацій одержувати, переробляти й використовувати* зростаючі обсяги інформації та знань. Найбільшу розвиненість програма нової інституційної економіки отримала в роботах представників економіки угод (конвенцій) – Л. Болтянські, Л. Тевено, Ф. Емар-Дюверне, Р. Буайє, М. Аглієтта, О. Фаворо [5, 6].

За висновками прихильників конвенціоналізму, основою динаміки інституційної системи стає пошук та досягнення компромісу між принципами й нормами, на яких ґрунтуються дії індивідуумів, організацій та ринку. Особливого значення досягнення компромісу набуває в умовах змін суспільних формацій, коли розвинений світ переходить від індустріального суспільства, заснованого на владі фінансового капіталу, до постіндустріального, заснованого на владі інформації та знань.

Зростаючі обсяги інформаційних ресурсів у процесах виробництва товарів та послуг у постіндустріальному суспільстві сприяють новому розумінню капіталу як фактора виробництва.

Як зазначає Р. Цвильов, саме інформація надає економічного змісту відомій тріаді факторів виробництва: праця – капітал – земля. Капітал, якщо мати на увазі його речовинну форму, за суттю являє собою уречевлену інформацію, а капітал у грошовій формі – накопичену інформацію про його речовинну форму [7].

Як економічну категорію капітал трактують по-різному: як створені людиною ресурси, що використовуються для виробництва товарів та послуг; як суму накопичених матеріальних благ; як певні суспільні відносини.

Із розвитком суспільства в економічній думці це первинно абстрактне та узагальнене поняття капіталу поступово трансформувалося відповідно до умов

господарювання. Категорія "капітал" у кожній новій формі набувала рис, адекватних економічній парадигмі свого часу.

Так, якщо меркантилісти розуміли під капіталом різного роду багатство, тобто золото, гроші та різні скарби, то фізіократи в якості капіталу розглядали землю та вкладені в неї кошти.

Але найповніше та детальніше категорію "капітал" розглянуто в марксистській теорії. Тут капітал – це не просто сума матеріальних й виробничих засобів, вартість, що приносить додаткову вартість, а ще й певні суспільні відносини, які належать до певної історичної формації.

За К. Марксом, капітал є засобом експлуатації найманих працівників, а виробничі відносини в капіталістичному суспільстві розглядаються як відносини з приводу розподілення доданої вартості, яка і виступає головним засобом створення капіталу. Такі виробничі відносини втілені в речах і надають їм специфічного суспільного характеру. Це означає, що за певних суспільних відносин капітал, втілений у речах, є матеріальним носієм виробничих відносин. Причому капітал, послідовно проходячи різні стадії, змінює свою форму: з виробничої переходить у товарну, з товарної – у грошову, з грошової – знову в товарну.

Тобто капітал – це вартість, авансована у виробництво з метою одержання додаткової вартості, це вартість, яка внаслідок експлуатації створює додаткову вартість.

Із вищенаведеного випливає, що еволюція категорії капіталу досить тривала. Із розвитком економічної думки ця категорія набувала нових ознак і наприкінці ХХ ст. капітал стали пов'язувати не тільки з грошима й засобами експлуатації, але і з певними спроможностями людини.

Як наслідок об'єктивних змін, пов'язаних із соціалізацією та інформатизацією суспільства, виникла категорія людського, а згодом й інтелектуального капіталу.

Звичайно до нього відносять наукові кадри, кваліфікацію персоналу, заводські марки, товарні знаки, деякі види нематеріальних активів, занесених до бухгалтерської звітності, спроможність підприємства до використання нових технологій, зв'язки з клієнтами й постачальниками та ін.

Якщо розглядати підприємство як соціальну спільноту, що поєднує групи людей, свідомо об'єднаних для реалізації своїх інтересів у взаємодії з ринком, оскільки в постіндустріальному суспільстві ця взаємодія набуває все більшого інтелектуального змісту, то в сучасних умовах інформація та спеціалізовані знання стають вирішальними факторами в досягненні економічного успіху. З цього випливає, що, так само як економіка вимагає мережної організації ІТ-систем, так і в ІТ-системах зростає роль взаємодії термінальних елементів системи, таких як користувач, або робочих станцій з інтелектуальними програмними засобами. Дослідження та розробки інформаційних систем повинні враховувати індивідуальні особливості цих "термінальних елементів", щоб відповісти на виклики сучасних тенденцій в економічній та гуманітарній сферах суспільного життя.

У сферах застосування інформаційних технологій автоматизованих систем навчання та організаційного управління можна виділити клас людино-машинних

об'єктів, в яких відбуваються процеси пошуку, сприймання, переробки, передавання інформації, на ефективність яких впливають особистісні характеристики слухача (студента, учня) чи користувача-менеджера. Ці характеристики стосуються як психофізичних даних, так і набутого професійного досвіду і рівня знань, що притаманні кожному й є унікальними для кожного індивіда. Комп'ютерні засоби дослідження окремих характеристик користувача існують, але дані такого роду ще недостатньо використовуються в системах навчання та організаційного управління для підвищення рівня персональності зазначених систем і адаптації їх до інформаційного, мотиваційного рівня й особистісних стилів учасників людино-машинної (або ергатичної) системи. Особливого значення проблема адаптації інформаційних систем до когнітивного рівня користувача набуває в сучасному світі, коли економічна теорія теж відмовляється від "раціональних" засад і висуває на перший план роль особистості та її соціокультурних переваг, які необхідно враховувати в менеджменті в усіх сферах суспільного життя.

Найвідоміші підходи до врахування індивідуальних відмінностей та рівня знань у менеджменті і навчанні – це вияв професійних особливостей, навчальних стилів і перцептивних переваг попереднім тестуванням. Розвинуті також інформаційні технології контролю стану операторів ергатичних систем (наприклад, пілотів) за психофізіологічними даними. Однак проблема динамічного моніторингу та оперативного адаптивного управління антропомашинними партнерами в сучасних автоматизованих інформаційних системах майже не вирішувалась і не реалізована в сучасних технологіях.

У цій праці розглядаються моделі, підходи до їх реалізації та створення програмних систем для визначення сталих особливостей і переваг людини, їх поточного стану, що впливають на ефективність інформаційних процесів у межах людино-машинних комп'ютерних систем. Останнім часом утворення, до складу яких входять інтелектуалізовані програмні засоби та їх користувачі, визначаються як "гібридні інтелектуальні системи" – ГІС.

Метою таких "інтелектуальних колективів" є досягнення результатів у навчальному процесі та прийнятті рішень для забезпечення оптимальної поведінки в суспільній діяльності – освіті, бізнесі, технічних та соціальних сферах. Один із шляхів забезпечення оптимальних процесів ГІС полягає в тому, щоб пристосувати – або адаптувати – інформаційне середовище ГІС відносно особливостей кожного користувача. Ідеальною була б система, що виконувала б моніторинг когнітивного стану особи (користувача) за допомогою також „ідеальних” датчиків, розміщених в його психофізіологічній сфері, а далі виконувала зміни від темпу і структури надання даних людині до кольору і розміру шрифтів чи тривалості повідомлень.

РОЗДІЛ 1

1. ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ КОГНІТИВНИМИ ІНФОРМАЦІЙНИМИ ПРОЦЕСАМИ В СИСТЕМІ „КОРИСТУВАЧ-КОМП'ЮТЕР”

1.1. Інформаційні аспекти вибору альтернатив і прийняття рішень в управлінській діяльності

Перший інформаційний бар'єр, пов'язаний з необхідністю функції управління, визначеного акад. В. М. Глушковым [8], виокремив менеджмент як специфічну діяльність людини. Однією із складових менеджменту є СИНТЕЗ (пошук) рішень у контексті управління об'єктами (системами) в різних галузях, у тому числі в економіці. Особа, що приймає рішення (ОПР), генерує їх після збору та опрацювання інформації, що стосується відповідної предметної області. Досвід управління економічними об'єктами та ресурсами свідчить про те, що одне із головних джерел інформації для ОПР – інтелектуальні ресурси. Такі ресурси можуть належати людині (знаходяться в її пам'яті) або бути розміщеними на носіях штучної інтелектуальної системи, що базується на ЕОМ. В обох випадках ОПР для збору інформації користується деякими комунікативними засобами для взаємодії зі знаннями та фактичними даними, що зберігаються в інтелектуальних системах. Серед методів прийняття рішень є такі, що здійснюються як реалізація деякого комунікативного процесу [9].

Спілкування в контексті придбання інформації розглядається як спосіб, за допомогою якого інтелект, інтелектуальна система (наприклад, ОПР) впливає на партнера, звертається до нього для того, щоб отримати інформацію про зовнішнє середовище або про деякий віртуальний світ.

Упровадження ЕОМ та економіко-математичних методів і моделей для створення управлінських систем – один з основних чинників підвищення ефективності виробництва в Україні, забезпечення розвитку економіки країни з метою досягнення світового рівня. Проте в цій галузі спостерігається значне відставання від світового досвіду. Практично всі вітчизняні технічні й технологічні засоби комп'ютеризації виявилися непридатними для використання в сучасних умовах і замінюються на відповідні зарубіжні зразки, як правило, застарілих типів. Тому проблема впровадження ЕОМ і економіко-математичних методів та моделей в економіку України має не кількісний, а якісний характер, тобто полягає не в збільшенні кількості апаратних чи технологічних засобів комп'ютеризації, а в їх якісній заміні, зокрема у впровадженні інформаційних інтелектуальних систем [10, 11].

Аналіз досвіду впровадження та використання управлінських інформаційних систем – УІС (або автоматизованих систем управління підприємством – АСУП) в Україні показав, що комп'ютерною підтримкою забезпечено діяльність низових та середніх ланок управління виробництвом, характерною ознакою якої є повністю формалізовані процедури підготовки рішень. Керівникам вищого рангу притаманна робота в умовах неструктурованих або слабо структурованих проблем, в яких не завжди задані залежності між важливими характеристиками, а прийняття

управлінських рішень значною мірою базується на творчому підході, інформованості, кваліфікації, таланті, інтуїції та інших рисах керівників. Комп'ютерна підтримка такої діяльності в Україні практично відсутня.

У США з початку 70-х років почали інтенсивно проводитися роботи з автоматизованої підтримки прийняття управлінських рішень, у результаті чого створені й успішно використовуються нові людино-машинні системи – системи підтримки прийняття рішень (СППР). У зарубіжній літературі ці системи відомі під назвою Discussion Support System (DSS). СППР можна визначити як інтерактивну комп'ютерну систему, призначену для підтримки різних видів діяльності при прийнятті рішень із слабо структурованих і неструктурованих проблем. Інтерес до СППР як до перспективної галузі використання ЕОМ, економіко-математичних методів і як до інструментарію підвищення ефективності праці у сфері управління економікою постійно зростає. Розробка та реалізація СППР перетворилися за кордоном у бізнес, що швидко розвивається.

Усе це поставило перед наукою важливе й актуальне завдання теоретичної розробки і програмної реалізації програми підтримки прийняття індивідом оптимальних рішень. Процедури "прийняття рішень" існують у практиці людської діяльності майже від стародавніх часів. Можливо, вони навіть ровесники свідомої діяльності людини. Проте теоретичний інтерес до цих процедур виник у 60-х роках ХХ ст. Нині вже виконано велику кількість робіт та видано монографії науковцями і фахівцями як нашої країни, так і закордонними. Такі роботи заклали основи для подальшого просування в цьому напрямі.

Прийняття рішення є процесом, який за своєю складністю та характером порівнюваний з процесом мислення в цілому. У роботі [10] під "прийняттям рішення" автор розуміє одноразовий акт вибору деякої альтернативи з визначеної їх множини. Однак у цій роботі зроблене узагальнення щодо процесу рішення "як послідовності виборів таких альтернатив. Дослідження в цьому напрямі, без сумніву, буде стимулом і для фундаментальних математичних досліджень, і для практичного застосування" [там же].

Одна з класифікацій проблеми прийняття рішень запропонована лауреатом Нобелівської премії Г. Саймоном. Згідно з цією класифікацією, всі проблеми прийняття рішень поділяють на три класи.

Перший клас складають *добре структуровані (цілком формалізовані, кількісно сформульовані)* проблеми, в яких залежності між змінними визначені настільки детально, що вони можуть бути подані числами або символами, тому легко стандартизуються й програмуються. У традиційних інформаційних системах (автоматизованих системах управління) такого типу задачі автоматизовані, як правило, повністю (бухгалтерський облік, підготовка виробництва, кадри, складський облік і т. ін.). Слова "добре структуровані проблеми" не означають, що ці проблеми прості. Вони використовують досить складний математичний апарат, наприклад методи дослідження операцій, і в багатьох випадках їх розв'язання пов'язане із значними труднощами.

Другий клас складають *неструктуровані (неформалізовані, якісно виражені)* проблеми (задачі), для яких описано лише важливі ресурси, ознаки й

характеристики, а кількісні залежності між ними невідомі. Розв'язання таких задач містить неформальні процедури, які базуються на неструктурованих, з високим рівнем невизначеності, інформації. До таких задач належить значна частина проблем прогнозування, перспективного планування, організаційного управління. Більшість неструктурованих проблем вирішується за допомогою евристичних методів, в яких відсутня будь-яка впорядкована логічна процедура пошуку розв'язання, а сам метод цілком залежить від особистих характеристик людини (інформованості, кваліфікації, таланту, інтуїції тощо).

Третій клас складають *слабо структуровані (напівструктуровані, змішані)* проблеми, що мають як кількісні, так і якісні елементи, причому маловідомі й невизначені акценти проблеми, як правило, домінують. Для таких задач характерна відсутність методів розв'язання на основі безпосередніх перетворень даних.

Методи вирішення проблем розглядаються дослідниками та авторами досить по-різному. Можна відмітити, що критерії класифікації методів залежать від рівня узагальнення самої проблеми "генерації" рішення. Виділимо два таких рівні.

- **Перший рівень.** Спеціалісти з організаційного менеджменту розглядають процес вирішення проблеми як реалізацію деякої економіко–математичної моделі. Так, у [12] наводиться перелік "найбільш загальноприйнятої класифікації моделей процесу прийняття управлінських рішень".

Більш прикладний характер мають методи розв'язання проблем, які викладені в [13]. Ще більш узагальненими є моделі та методи, які виходять з поведінки суб'єктів, що діють у рамках економічної необхідності. У [14] з цієї точки зору розглядаються класичні та неокласичні поведінкові моделі прийняття рішень. "Ці моделі описують поведінку з прийняття саме управлінських рішень" [14, с. 502].

Континуум поведінки, направленої на прийняття рішень, наведений на рис. 1.1.

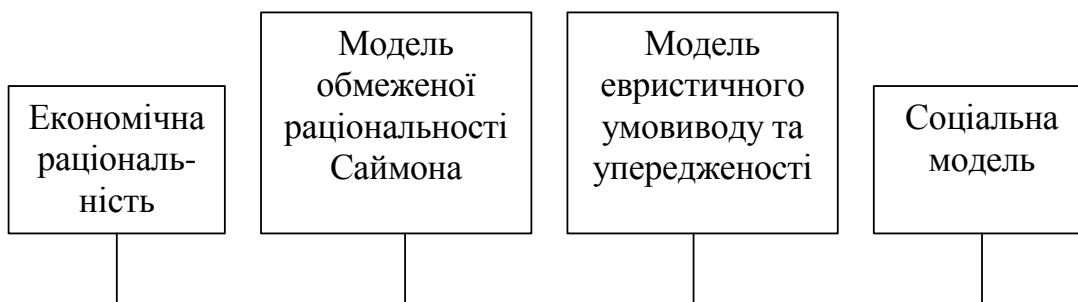


Рис. 1.1. Континуум поведінки прийняття рішень

- **Другий рівень** – це підхід до проблеми прийняття рішення більш узагальнено, без урахування семантики конкретної сфери управління. Одними з перших внесок у загальну теорію рішення проблем зробили Д. Пойа та інші математики

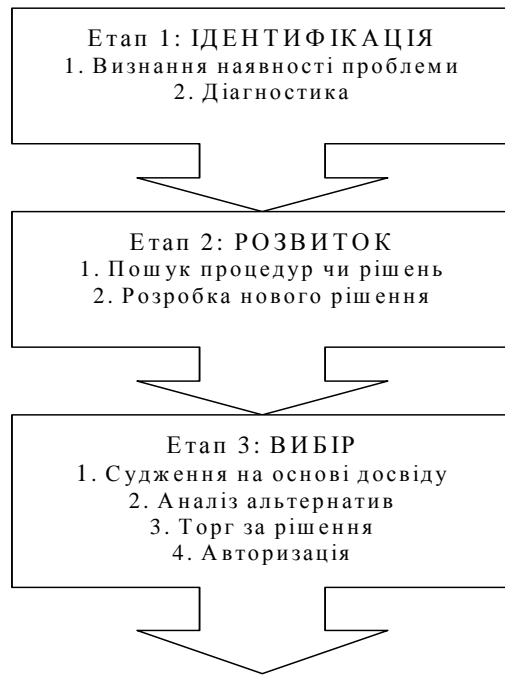


Рис. 1.2. Етапи прийняття рішень

[15]. На цій основі Герберт Саймон виділив три основні етапи процесу прийняття рішень [14]:

- *Розвідувальний етап.* Саймон описує цей етап як послідовний аналіз навколишнього середовища в **пошуках** умов, що визначають прийняття рішення.
- *Проектувальна діяльність.* На цьому етапі відбуваються пошук, розробка й аналіз можливих планів дій.
- *Здійснення вибору.* Третій і останній етап – остаточний **вибір** певного плану дій із усіх наявних варіантів.

Більш розгорнуто та більш емпірично обґрунтовано подано етапи формування рішення за Мінцбергом [14, с. 499]. На рис. 1.2 коротко наводиться зміст етапів прийняття рішень.

Підкреслимо, що й у Мінцберга, і в Саймона можна виділити окремі попередні кроки, які ведуть до здійснення **вибору** при прийнятті рішення. Ці кроки за змістом є **процедурами збирання інформації**. Крім того, треба відзначити, що прийняття рішення є динамічним процесом, тобто на кожному етапі можуть мати місце "петлі" зворотного зв'язку. Під час повтору етапів теж відбувається збір нової або перетворення інформації, яка вже є в розпорядженні особи, що приймає рішення. Часто ці процеси виконуються шляхом інтерактивного обміну інформацією. Розпізнавання та діагностику проблеми можна визначити більш формально. З точки зору загальних підходів до управління цей етап вирішення проблеми відноситься до контролю за станом економічного об'єкта, який є суб'єктом системи управління [16].

Класична теорія прийняття рішень виходить з понять раціональності та визначеності. Найчастіше під раціональністю мається на увазі правильно вибраний шлях для досягнення заданої мети. Однак таке просте визначення раціональності ускладнюється багатьма обставинами. Перш за все, часто важко відрізнити шлях від

мети, тому що вона може бути початком шляху до нових цілей. Такий взаємозв'язок (ієрархія "шлях – мета") рідко є повністю інтегрованим ланцюжком. Часто взаємозв'язок між діяльністю економічного об'єкта та цілями системи управління є досить непевним, кінцеві цілі визначені не повністю, існують внутрішні конфлікти між кінцевими цілями та засобами їх досягнення. У [17] для визначення причин неефективних рішень пропонується розглядати кілька типів раціональностей.

Нові напрями досліджень пов'язують вибір альтернатив людиною з її поведінкою. Можна констатувати факт відродження інтересу до поведінкових аспектів прийняття рішень [18, 19, 20]. У той час як класична теорія прийняття рішень виходить із понять раціональності та визначеності, новий напрямок базується на вивченні поведінкових аспектів і притримується іншої точки зору. Теоретики, які працюють у цьому напрямку, стверджують, що для особистості притаманні когнітивні обмеження, а складність організацій і світу в цілому змушують людей діяти в умовах невизначеності і навіть неоднозначності, а також в умовах нестачі інформації [14, с. 500]. Унаслідок потреби враховувати невизначеність і неоднозначність реального світу було розроблено декілька моделей прийняття рішень. Важливий внесок у проблеми вивчення природи прийняття рішень ОПР вносять методи наукового напрямку "штучний інтелект", які забезпечують імітацію когнітивної поведінки людини [21].

Штучний інтелект (ШІ) – це здатність машин робити те, що вимагає інтелект. Значна частина досліджень ШІ сьогодні направлена на відкриття та опис когнітивних процесів людини з тим, щоб їх можна було моделювати на швидкісних комп'ютерах. Уперше ідея розробки комп'ютерної програми, яка імітує процес вирішення задачі людиною, була запропонована Ньюелом і вже з нобелівським лауреатом Саймоном (Newell A., Simon H.) і втілена в програмі General Problem Solver (GPS, або Універсальний Вирішувач Задач). Розвиваючи базисні ідеї GPS, 1987 року Ньюел запропонував Вирішувач Задач, який названий Soar і сьогодні є найбільш розвинутою й універсальною системою такого типу. GPS можна вважати однією з перших інтелектуальних СППР [22].

У GPS був закладений важливий принцип, відповідно до якого визначення задачі, яка потребує вирішення, є відмінність між двома станами, наприклад А та В. Стан А визначається як те, що вже існує, а стан В – як бажана мета. Вирішити задачу означає виконати певні перетворення над А так, щоб воно стало ідентичним В. Розглянемо типову задачу Ньюела і Саймона, яка наведена в [23, с. 464]. При цьому запишемо послідовність запитань і відповідей, які належать авторам, так, щоб вони розташовувались кожне в окремому рядку:

(Q) Я хочу влаштувати мого сина в дитячу школу. Яка різниця між тим, що я маю, і тим, що я хочу?

(A) Різниця у відстані.

(Q) Що змінює відстань?

(A) Мій автомобіль.

(Q) Мій автомобіль не працює. Що треба, щоб примусити його працювати?

(A) Новий акумулятор.

(Q) Де є новий акумулятор?

(A) У ремонтній майстерні.

(Q) Я хочу, щоб у майстерні мені поставили новий акумулятор, але там не знають, що він мені потрібен. У чому ускладнення?

(A) У зв'язку (комунікація з майстернею).

(Q) Що забезпечує зв'язок?

(A) Телефон.

Цей діалог продовжується до того часу, поки не буде отримана інформація, що забезпечить рішення, або яка сама стане рішенням. Підкреслимо, що послідовністю вирішення задачі є послідовність запитань та відповідей, які крок за кроком ведуть до здійснення мети ОПР.

Моделі раціонального вибору та їх реалізація в СППР.

Як уже зазначалось, важливим етапом процесу вирішення проблем є **вибір**. Сьогодні проблемі вибору в економічній діяльності присвячений ряд досліджень. Одним з нових напрямків, наприклад, є дослідження мікроекономічних систем шляхом розробки моделей задач виробничо-споживчого вибору [24 , 25]. Пропонуються підходи до узагальнення механізмів вибору на основі елементів фундаментальної теорії вибору [26, 27]. Уже деякий час ведуться теоретичні та прикладні дослідження в галузі раціонального вибору, який ґрунтується на класичній раціональності. Теоретичні засади вибору варіантів (найкращого вибору, раціонального вибору, колективного вибору, вибору з різними умовами й обмеженнями та ін.) створювали в різних галузях знань учені різних часів, серед яких Лаплас, Лагранж, Фур'є, Даламбер, Ероу, Самуельсен, Айзерман, Фішберн, Ємельянов. Відомо, що головним завданням економіки є раціональна діяльність, тобто розподіл обмежених ресурсів для досягнення поставленої мети. Економіка розглядається як наука про застосування раціональної діяльності господарських інститутів. Тому "Перехід до ринкової економіки поставив перед теоретиками та практиками мікроекономічних досліджень проблему розробки модельних конструкцій і механізмів *раціонального вибору і регулювання процесів*" [26], с. 66]. На рис. 1.3 наведена класифікація задач вибору з використанням формату SPD-діаграми.

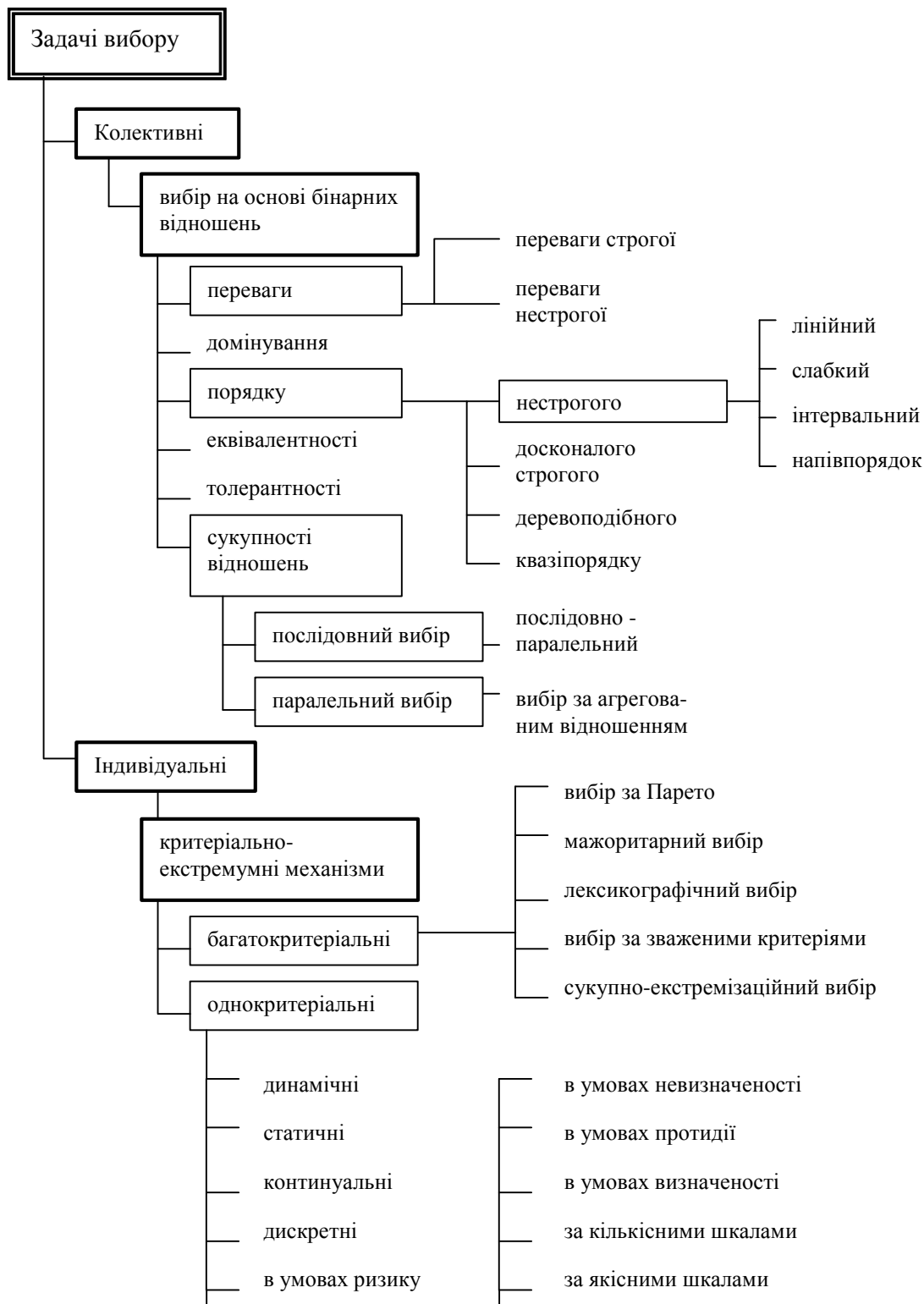


Рис. 1.3. Класифікація задач вибору

Формальна модель вибору. Вибір варіантів у процесі прийняття рішення часто реалізується як процедура послідовних кроків, під час яких здійснюється покращення, уточнення та скорочення варіантів (рішень).

Теорія вибору оперує формальною моделлю, яка викладена в [28] і в [24]. Уважається, що задано множину A варіантів, які позначені останніми буквами

латинського алфавіту ... x, y, z . У практичних задачах роль варіантів можуть відігравати товари, послуги, проекти, абітурієнти, плани дії, стратегії та їх множини – партії товарів, списки абітурієнтів і т. ін. Запитання про те, що саме в кожній задачі розглядати як варіанти, "...вирішується частіше за все творчо" [28, с. 24].

Нехай множина A варіантів задана. Будемо вважати, що A – вихідна скінченна множина, така, що $|A| \geq 2$ варіантів;

$$X \in \Omega;$$

Ω – непуста підмножина X варіантів з A так, що $\Omega \subseteq 2^A \setminus \{0\}$;

Будь-яка підмножина варіантів $X \in \Omega$ може бути пред'явлена для здійснення акту вибору і надалі називається *пред'явленням*.

Уважається, що множина пред'явлень є *універсальною*, і позначається як Ω^0 , якщо вона містить усі непусті підмножини

$X \subseteq A$, тобто

$$\Omega^0 \in 2^A \setminus \{0\}.$$

Якщо $\Omega = \Omega^0$, то будь-яка непуста множина пред'явлень варіантів з A (у тому числі будь-який один варіант чи вся множина A) може служити пред'явленням X .

Нехай множина Ω задана, і $X \in \Omega$ пред'явлено до вибору. Акт вибору полягає у виділенні із пред'явлення X за деяким правилом непустої підмножини $Y \subseteq X$, яка називається "вибір з X ", або цей вибір полягає у встановленні факту відмови від вибору. В останньому випадку вибір вважається "пустим", і це позначається як $Y = 0$. Ситуація, коли передбачається пустий вибір, повинна бути заздалегідь обумовлена.

Вибір є одиночним, якщо при всіх $X \in \Omega$ вибирається рівно один варіант з X , тобто $|Y| = 1$ і множинним, якщо $|Y| > 1$ хоча б при деяких $X \in \Omega$.

Узагальнена модель вибору може бути представлена перетворювачем, який переробляє пред'явлення $X \in \Omega$ відповідно до деякого правила у вибір із X , тобто в $Y \subseteq X$.

При усіх $X \in \Omega$ утворюється множина пар (X, Y) . Ця множина називається функцією вибору і позначається $C(\cdot)$, так що $Y = C(X)$ для конкретного X .

Способи визначення функції вибору зводяться до двох форм:

1. Поелементне визначення функції вибору. Вибір $Y = C(X)$ задається як сукупність усіх варіантів з X , яка задовольняє деяким умовам:

$$C(X) = \{y \in X / \dots\},$$

де в кожному конкретному випадку крапки замінюються переліком умов, яким повинен задовольняти варіант $y \in X$ для того, щоб він був вміщений у вибір з X .

2. Цілісне визначення функції вибору, коли $Y = C(X)$ задається як єдина множина Y серед усіх підмножин $Z \subseteq X$, яке задовольняє деякій вимозі

$$C(X) = \{Y \subseteq X / \dots\}.$$

Функція вибору визначає зовнішній ("вхідно-вихідний") опис перетворювача "Вибір", і кожний конкретний перетворювач задає свою функцію $C(\cdot)$.

Перетворювач "Вибір" можна визначити не тільки "зовнішнім", але й "внутрішнім" способом. Такий "внутрішній" спосіб устанавлює, за допомогою яких дій над варіантами з X визначається Y .

У теорії вибору для опису процесу вибору використовується спеціальна мова, основою якої є поняття "структура, яка задана на множині A " і поняття "правило вибору".

Виділення Y з X спирається, окрім визначення X , на деяку сукупність відомостей δ про всі альтернативи з A , які забезпечують можливість зіставляти ці альтернативи. Така сукупність відомостей називається "структурою над A ". Правилу вибору π називається інструкція, яка встановлює порядок виділення Y з X . Пара (δ, π) сукупно визначає механізм вибору M . Аналогом введеного фундаментального означення загальної теорії вибору – функції вибору в мікроекономіці є функція економічного вибору [26], с. 68]. Там же пропонується вирішувати задачі вибору на основі апарату відношень, виділяються базисні відношення, які класифікуються за такими критеріями: передування та наслідку; причинності (причина та наслідок); кількісний; більше-менше; якісний – еквівалентність (однаковість, однотипність, подібність, схожість); теоретико-множинний – членство і зміст. Розглядаються також такі відношення: переваги, порядку (для опису технологій), еквівалентності і толерантності (для систематизації понять у складському господарстві, групуванні продукції, кадровому менеджменті).

Інформаційні технології сучасних систем підтримки прийняття рішень. Системи підтримки прийняття рішень належать до інформаційних технологій на основі ЕОМ, призначення яких – супроводжувати специфічну діяльність людини.

Збільшення обсягу інформації, яку обробляє ОПР, ускладнення розв'язуваних задач, необхідність урахування великої кількості змінних і швидко змінюваних вимог до управлінської діяльності настійно вимагають використовувати обчислювальну техніку в процесі прийняття рішень. У зв'язку з цим з'явився та розвивається новий клас програмних засобів – системи підтримки прийняття рішень (СППР).

СППР можна визначити як інтерактивну комп'ютерну систему, призначену для підтримки різних видів діяльності для прийняття рішень із слабо структурованих та неструктурованих проблем [10]. 1980 року Спрейг

запропонував узагальнену архітектуру СППР (DSS), яка складається із трьох основних компонентів: дані, діалог і моделювання.

Прийняття рішення в більшості випадків полягає в генерації можливих альтернатив рішень, їхній оцінці та виборі кращої альтернативи.

Комп'ютерна підтримка процесу прийняття рішень так чи інакше заснована на формалізації методів одержання від експерта вихідних і проміжних оцінок та алгоритмізації самого процесу продукування рішення.

Формалізація методів генерації рішень, їхньої оцінки й узгодження є надзвичайно складною задачею, що стала інтенсивно вирішуватись з виникненням обчислювальної техніки. Рішення цієї задачі в різних додатках сильно залежало й залежить від характеристик доступних апаратних і програмних засобів, ступеня розуміння проблем, по яких приймаються рішення, і методів формалізації.

Одна зі складностей, що виникає тут, полягає в тім, що ОПР, у тому числі і менеджери, не звикли до кількісних оцінок у процесі прийняття рішень, не звикли оцінювати свої рішення на основі математичних методів за допомогою яких-небудь функцій, аналізуючи наслідки прийнятих рішень. Це, звичайно, не стосується тих задач економіки, де використовуються математичні моделі, наприклад, при визначенні ризиків.

Ще одне визначення СППР наведене в роботі [29]: "Системи підтримки прийняття рішень є людино-машинними об'єктами, що дозволяють особам, що приймають рішення, використовувати дані, знання, об'єктивні та суб'єктивні моделі для аналізу і розв'язування слабо структурованих і неструктурованих проблем". Людино-машинна процедура прийняття рішення в управлінні за допомогою СППР є ітеративним процесом взаємодії ОПР і програмних засобів, коли виконуються такі процедури та умови:

1. Генеруються можливі варіанти рішень.
2. Оцінюються ці варіанти і формується множина варіантів для пред'явлення їх ОПР.
3. Забезпечується постійний обмін інформацією між менеджерами про прийняті ними рішення, що допомагає погоджувати групові рішення.
4. Моделюються прийняті рішення (у тих випадках, коли це можливо).
5. Оцінюється відповідність управлінських рішень визначеним цілям.

Еволюція автоматизованих систем управління та інших інформаційних систем, які стали типовими в різних галузях, відбувається в напрямку збільшення їх інтелектуальної потужності:

- ІПС – інформаційні пошукові системи. Вони мають базу даних та незначні операційні можливості для елементарних логічних операцій пошуку даних;
- АНС – автоматизовані навчальні системи, що мають базу знань (див. докладніше, наприклад, [30]);
- ІПС – системи, які мають природно мовний транслятор з мови "ділової прози";
- ЕС – експертні системи, розробку яких уможливили системи з такими компонентами штучного інтелекту, як діалоговий процесор [31, 32] та бази знань. В економіці України ЕС, перш за все, знайшли ефективне застосування у фінансовій діагностиці підприємств за кризових умов [33, 34];

- СОД – системи обробки даних з розвинутим програмним забезпеченням за незначного обсягу вхідних даних;
- ППП – методо-орієнтовані пакети прикладних програм зі структурованим програмним забезпеченням;
- ДСПР – діалогові системи прийняття рішень, які мають діалоговий транслятор з мови меню [35], генератор та інтерпретатор опису сценаріїв [36, 37];
- СППР – системи інтелектуальної підтримки прийняття рішень, що мають як обов’язкову компоненту вирішувач у вигляді формального механізму вибору прийняття рішень, який повинен бути адекватним початковим знанням про предметну область.

У практичній діяльності в Україні СППР знайшли ефективне застосування в таких сферах, де рівень невизначеності проблемної ситуації є високим:

- Управління інвестиціями;
- Страхова справа;
- Бюджетні рішення;
- Торгівля, посередництво, комерційні переговори [38].

Підкреслюється необхідність у деякій компоненті, яка забезпечує функції комунікацій СППР з користувачами різних рангів (див. рис. 1.3) [35].

За прогнозами, у першій чверті ХХІ сторіччя, перспективним напрямком удосконалення менеджменту буде впровадження систем штучного інтелекту, які зможуть конкурувати з природним інтелектом фахівців [39].

1.2. Інтелектуальні системи навчання та їх адаптивні можливості. Проблеми управління процесами сприймання знань

Розглянемо основні поняття, що використовуються при описі методів управління навчанням на рис. 1.4 [40].

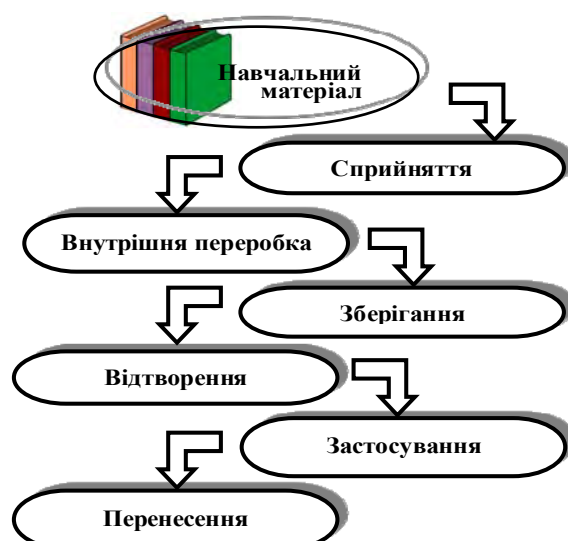


Рис. 1.4. Трансформація декларативних знань у процесах навчання

Усі методи управління навчанням виходять з того, що є задана явно або неявно мета навчання, що описує вимоги до знань і умінь учня, які він повинен придбати в результаті роботи з програмою. Явно задана мета навчання, як правило, є логічною умовою, вираженою в термінах моделі учня і що описує безліч заключних станів знань і умінь учня. Крім того, є передбачуване або в результаті попереднього контролю сконструйований початковий стан моделі учня. Є також набір навчальних дій, які управляють пізнавальною діяльністю учня і модифікують його поточну модель [49].

Управління навчанням є динамічним процесом, направленим на досягнення мети навчання, виходячи з поточного стану знань і умінь учня. Для досягнення мети будується план навчання, що складається з окремих кроків. Кожний крок є в загальному випадку послідовністю навчальних дій. Наявний навчальний матеріал, а також час навчання є обмеженнями на можливі плани.

Потім покроковий план виконується. Якщо при виконанні плану виникає ситуація, коли виконання чергового кроку плану неможливе або недоцільне, то виникає потреба в модифікації даного плану або генерації нового.

Підходи до управління навчанням розрізняються тим, наскільки явно в них представлені мета навчання, плани навчання, а також чи припускають вони динамічну генерацію планів або складання їх з наперед заготовлених частин. Схема класифікації методів управління навчанням наведена на рис. 1.5 [40].

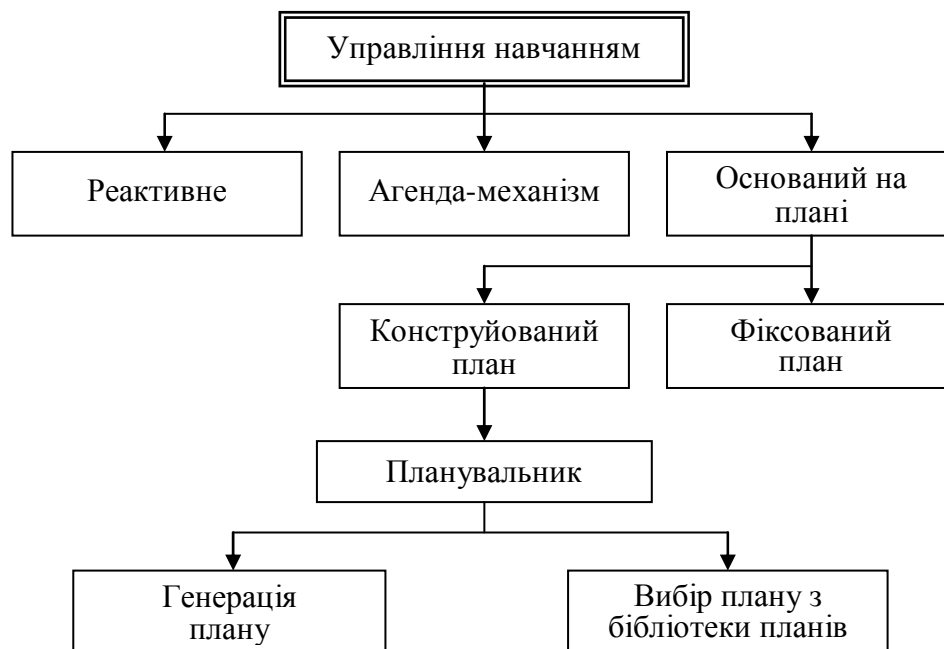


Рис. 1.5. Класифікація методів управління навчанням

Розрізняють методи, засновані: а) на понятті плану навчання (явно або неявно заданому) і б) такі, що не використовують план. До останніх належать так звані реактивні методи і методи, засновані на агенда-механізмі.

Реактивні системи, аналізуючи відповіді учня або поточний стан моделі цього учня, знаходять зручні моменти для видачі навчальної інформації, але не планують послідовність навчальних дій. Цей підхід застосовується при створенні

систем супроводу, прикладами яких можуть бути системи BETS [41] і FLEX [42], а також система WEST [43]. При побудові реактивних систем виділяють кінцеву множину "помилкових" ситуацій і з кожною з них зіставляють навчальну інформацію, потрібну для роз'яснення і виправлення помилки. Управління реалізується одним циклом, причому умова виходу з циклу не залежить від стану моделі учня, а визначається станом роботи користувача в базовій системі обробки інформації. Після виконання користувачем деяких дій у базовій системі його робота оцінюється, і якщо модель учня відповідає передбаченим ситуаціям, то виводиться відповідна навчальна інформація. Система лише реагує на дії користувача, а не управляє його пізнавальною діяльністю.

Агенда-механізм є методом управління діями або задачами, заснований на динамічному впорядкованому списку задач (агенді). Задача тут розуміється в широкому значенні – як будь-яка інформація, що потребує у відповідь дій учня. Порядок задач у списку визначається евристичними правилами, які встановлюють ступінь переваги виконання кожної задачі для досягнення поточних цілей. Агенда-механізм дозволяє вибрати задачі, що дозволяють одночасно досягти декількох цілей, або за наявності конфліктуючих цілей вибрати задачі, що дають краще компромісне рішення. Агенда-механізм був застосований при створенні інтелектуальної системи навчання SCHOLAR [44] при впорядкуванні тем для обговорення. Теми для обговорення або огляду заносилися в агенду разом з допустимим інтервалом часу, який був пропорційним важливості теми. Під час обговорення теми система вносила в список нові теми, які пов'язані з поточною чи були згадані у відповідях або питаннях учня. При вичерпанні теми або відведеного на неї часу система вибирала нову тему для обговорення. Іншим прикладом може служити метод управління навчанням, запропонований в [45] і призначений для навчання навикам алгоритмічної природи при рішенні задач. В основу методу покладена оверлейна векторна модель учня, з кожним елементом якій зв'язані гіпотези про ступінь засвоєння відповідного йому навичку. Перерахунок імовірності гіпотез заснований на теоремі Байєса. Крім того, є вбудована модель процесу забування освоєних раніше навичок. Мета системи полягає в досягненні заданих рівнів навчання (порогової ймовірності) для всіх або вибраних навичків на задачах певної складності за мінімальний час. На кожному кроці формується агенда з усіх задач, що вимагають вживання заданих навичків у процесі вирішення. Потім відбувається вибір задачі, яка має оптимальну трудність для даного учня.

Розглянемо методи, засновані на явному або неявному визначенні плану. Розрізняють системи з фіксованим планом і системи з конструйованим планом. До першої належать усі традиційні навчальні системи, або, як їх прийнято називати, автоматизовані навчальні курси (АУК). Більшість АУК використовує один фіксований план навчання, як правило, заданий неявно кодом програми. Типові АУК не містять моделі учня і управляють навчанням швидше за деякого "середнього" учня.

Серед систем з конструйованими планами розрізняють системи, що генерують план, і системи, що вибирають план з бібліотеки планів. Відомі такі методи конструювання планів:

- метод генерації планів, керованої цілями, запропонований у [46];
- метод вибору і конкретизації скелетних планів, запропонований у системі MENO-TUTOR [47];

Генерація навчальних планів, керована цілями, заснована на методі STRIPS [48]. Система управління навчанням припускає наявність двох основних компонентів: планувальника і виконавця планів. Планувальник генерує план, що задовольняє кінцевій меті навчання і поточному станові моделі учня, а виконавець планів реалізує план, і якщо поведінка учня не відповідає очікуваному, то виконує альтернативну гілку плану або викликає планувальника для створення нового плану.

Навчальна дія може бути представлена у вигляді четвірки

$$(N, P, E, A),$$

де *N* – найменування дії; *P* – специфікація передумови дії, тобто умова, істинність якої необхідна для можливості вживання даної дії; *E* – специфікація очікуваних ефектів від виконання навчальної дії;

A – дія, що представляє навчальний матеріал учневі з метою викликати очікуваний ефект.

План навчання представляється у вигляді ациклічного орієнтованого дводольного графа. Два типи вершин графа (кроки і цілі) відповідають навчальним діям і цілям навчання. Дуги задають порядок виконання навчальних дій. У загальному випадку граф плану навчання може бути незв'язним, тобто складатися з декількох підграфів, що не мають загальних вершин. Іншою важливою особливістю плану навчання даного вигляду є можливість представлення декількох альтернативних шляхів досягнення деяких цілей.

Перші три частини навчальної дії використовуються планувальником для генерації плану і виконавцем планів під час його роботи. Четвертий компонент використовується тільки виконавцем планів для взаємодії з учнем.

У системі MENO-TUTOR [47] знання про методику навчання представлені у вигляді наперед заданої мережі управління діалогом. Мережа управління діалогом є бібліотекою планів навчання, представленою у вигляді масиву вузлів. У структурі СУД виділяють три рівні: педагогічний, стратегічний і тактичний. При переході з вищого рівня на нижчий відбувається конкретизація цілей і дій системи. На самому верхньому рівні – педагогічному – система встановлює ряд обмежень на форму проведення діалогу (наприклад, як часто слід переривати учня або перевіряти його на наявність помилкових уявлень про наочну область) і вибирає метод роботи з учнем: представити нову тему, навчати поточній темі, виправити неправильне уявлення або завершити поточну тему. На другому рівні педагогічне рішення конкретизується у вигляді стратегії навчання. Наприклад, при навчанні поточної теми можна досліджувати компетентність учня, задавши йому серію питань, або вивести фактографічну інформацію, що стосується даної теми. На нижньому рівні – тактичному – вибираються дії для реалізації стратегії

навчання. Наприклад, при описі предмету система може вибирати: чи видавати навчаному загальну або конкретну інформацію, запропонувати аналогію або навести приклад деякого поняття тощо [49].

Крім відношення ієрархії, усі вузли мережі (блоки) зв'язані в послідовності, що задають порядок їх виконання для ідеального (тобто в усіх відношеннях успішного) учня. Ці зв'язки називаються зв'язками за умовчанням. Крім того, з кожним вузлом можуть бути зв'язані метаправила, які, якщо поведінка учня відрізняється від очікуваної, дозволяють перейти до іншого вузла мережі, тим самим змінити стратегію навчання (послідовність виконання вузлів). У MENO-TUTOR є 20 метаправил, які відносяться до стратегічного і тактичного рівня.

У межах систем управління навчанням використовують моделі середовища для представлення інформаційного оточення учнів (студентів). Автори [49, 50, 51, 52, 53] запропонували двокомпонентну трирівневу математичну модель інформаційного середовища, що формалізує наведені на формування знань, умінь і навичок студентів об'єкти і процеси системи управління навчанням. Вона базується на математичній моделі оптимальної взаємодії в інформаційному середовищі навчання. На цій основі стандартизовані підходи до проектування, розробки й використання засобів автоматизованого навчання і контролю знань у вищих закладах освіти.

Управління навчанням з використанням моделі учня (студента).

У [54] було запропоновано проводити класифікацію МУ відповідно до природи і форми інформації, яку містить МУ, а також за способом її інтерпретації. Запропоноване вимірювання розбивається на три, у загальному випадку незалежних, напрями – три критерії класифікації МУ відповідно до природи, форми і способу інтерпретації міститься в МУ інформації.

Основним критерієм класифікації МУ є природа відбиваної в МУ інформації. З цієї точки зору, усі МУ можуть бути поділені на дві великі групи – моделі знань з курсу, що вивчається, і моделі індивідуальних, предметно-залежних характеристик [55, 56]. Ці дві групи істотно різняться як за формою представлення моделі, так і за способами її побудови і використання.

До недавнього часу вважалося, що модель учня є моделлю поточного стану знань і умінь індивідуального учня [40], моделям індивідуальних характеристик приділялася недостатня увага, і цей напрям менш досліджений. Кількість робіт з питань моделювання характеристик користувача недостатня, і тому вичерпну класифікацію цих моделей поки що не складено [57].

Модель знань учня є віддзеркаленням стану і рівня знань учня з курсу, що вивчається (що і наскільки добре знає учень). Найпростішою формою цієї моделі є скалярна модель, яка оцінює рівень знань користувача з курсу навчання деякою інтегральною оцінкою, наприклад числом від одного до п'яти чи до дванадцяти.

На відміну від скалярної, оверлейна модель дозволяє відобразити, що саме знає і чого не знає учень. Оверлейна модель припускає, що всі знання з курсу навчання розбиті на деякі незалежні порції, елементи. Найпростіша оверлейна модель зіставляє з кожним елементом булеву оцінку: 1 або 0, відповідно до того, знає чи не знає цей елемент учень. Тут знання учня в кожний момент часу

представляються як підмножина знань експерта. Саме тому цю форму моделі називають оверлейною або покриваючою моделлю. Ускладнена форма оверлейної моделі дозволяє додатково відобразити, наскільки добре учень знає ці елементи. Для цього кожному елементу знань ставиться у відповідність деяка міра знання цього елемента учнем. Це може бути як скалярна міра (цілочисельна або ймовірнісна), так і векторна оцінка.

Для роботи з помилками учнів, які не можна представити в рамках оверлейної моделі, застосовуються так звані моделі помилок (bug models або buggy-models), які дозволяють визначити і відобразити причини неправильної поведінки учнів. Найбільш повно дослідженим видом моделей помилок є моделі пертурбацій (perturbation models). Моделі пертурбацій припускають, що для кожного елемента експертних знань існує один або декілька помилкових елементів, його пертурбацій. Неправильна поведінка учня може бути викликана, з погляду такого підходу, систематичним уживанням замість правильного елемента знань однієї з його пертурбацій.

Як оверлейна МУ, так і моделі помилок моделюють поточний стан знань учня, відштовхуючись від структури знань експерта. Оверлейні МУ трактують знання учня як зважену підмножину знань експерта, а моделі помилок дозволяють відображати помилкові відхилення від експертних знань. Проте в процесі навчання знання учня можуть проходити декілька рівнів, на кожному з яких вони можуть бути правильними і бути спрощенням або окремим випадком (але не підмножиною) експертних знань. Було запропоновано форму моделі, яка дозволяє відобразити процес розвитку (генези) знань учня від простого до складного, від окремого до загального. Як родова МУ був запропонований генетичний граф – складна мережа, вузлами якої були елементи процедурних знань (правила продукції), а зв'язки задавали відносини між ними. Генетичний граф можна розглядати як розвиток суто оверлейної МУ і моделі помилок. Така форма МУ дозволяє точніше відобразити стан знань учня.

Таким чином, з погляду природи відбиваних у МУ знань, можна виділити:

- генетичні моделі (відображення можливого генезису знань учня);
- моделі помилок (відображення можливих помилок);
- оверлейні МУ (відображення можливого стану знань).

З погляду способу інтерпретації, моделі учня можна поділити на виконувані і невиконувані. Модель учня вважається виконуваною (executable, runnable, simulation), якщо її поточний стан може бути використано деяким інтерпретатором для імітації поведінки модельованого учня в процесі вирішення їм навчальних задач.

З погляду природи відображуваних знань, виконувані моделі слід називати процедурними. Будь-яка модель, що відображає процедурні знання учня, може бути перетворена у виконувану за наявності відповідного інтерпретатора. Найпопулярнішою формою виконуваних моделей є суто процедурні моделі, елементами знань яких є правила продукції. У цьому разі як інтерпретатор використовується класична машина висновку, що входить до складу модуля-експерта. Слід зазначити, що "виконуваність" є незалежним вимірюванням

класифікації МУ: моделі можуть бути суто оверлейними, моделями помилок і генетичними моделями.

З погляду змісту, елементи знань про Про, які створюють родову МУ, можуть представляти знання експерта й новачка, бути правильними і помилковими, мати процедурний і непроцедурний характер. З погляду структури і форми МУ в цілому, ці елементи можуть бути незалежні один від одного (вектор елементів) і бути пов'язані один з одним відносинами різного роду. Родова модель, в якій в явному вигляді задані відносини між її елементами, є мережею (вузли – елементи знань, дуги – відносини), структура якої відображає структуру знань Про. Такі моделі називаються структурно-мережними моделями. Структурна – неструктурна також є незалежним вимірюванням класифікації МУ: структурні моделі можуть бути оверлейними і генетичними, виконуваними і невиконуваними. Однією з найрозвиненіших структурно-мережних моделей є згадуваний вище генетичний граф, який є виконаною МУ.

Індивідуальні особливості, що впливають на процес навчання.
Навчання як набуття знань. Уважається, що "основна діяльність студентів – процес навчання, накопичення нових знань, освоєння нових умінь і навиків" [58, с. 58]. У реальному процесі засвоєння знань необхідно розрізняти, **що** повинно бути засвоєно і **як** це засвоюється кожним учнем. Відповідно до цього "навчання є система дидактичних дій, визначувана змістом, методами і формами пред'явлення навчального матеріалу в цілях його засвоєння" [59, с. 9], тобто це процес передачі знань слухачеві. Проте оскільки індивід не пасивно відображає дійсність, а активно перетворює її, то "процес трансформації педагогічних дій кожним учнем... при якому зміст знань, що задається, перетвориться через індивідуальний досвід учня, через його потреби та мотивації, й буде навчанням, тобто характеристикою процесу набуття знань слухачем" [там же].

Процес набуття можна представити як послідовність стадій переробки інформації: сприймання інформації, її внутрішня переробка і зберігання, застосовність і оперативна доступність знань і умінь (рис. 1.6).

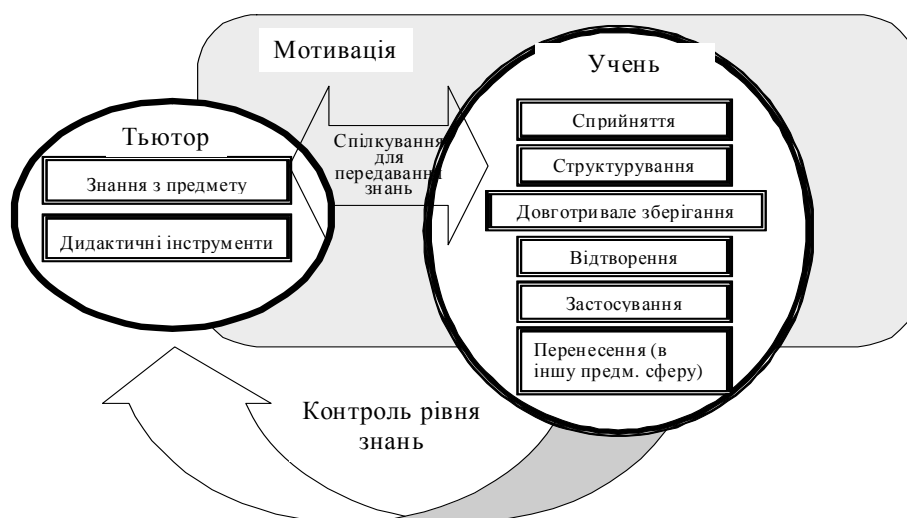


Рис. 1.6. Інформаційна модель навчальної діяльності

1.3. Засоби і методи представлення змісту в навчальних системах з гібридним інтелектом

На цей час не існує теоретичної моделі, що охоплює всі або хоча б основні аспекти спілкування за допомогою знакових систем. Це ж стосується і мовної (комунікативної) взаємодії. Більш того, жодна з наукових дисциплін, що вивчають спілкування, не розглядає процес спілкування в комплексі. Відомі прикладні дисципліни, такі як штучний інтелект і програмування, що вимушені при істотних обмеженнях моделювати весь процес спілкування. Мовне спілкування – найпоширеніший спосіб взаємодії носіїв природного інтелекту. З точки зору практики процес мовного спілкування можна визначити таким чином.

Спілкування (комунікативна взаємодія) є процес досягнення партнерами узгоджених цілей шляхом обміну зв'язаними висловлюваннями про деякий реальний або гіпотетичний світ.

Таким світом може бути так звана „проблемна область”.

Вислови учасників у ході деякого процесу спілкування утворюють зв'язний *текст* (дискурс). *Спілкування* завершується успіхом (глобальним успіхом), якщо учасники досягли тих цілей, які вони ставили перед собою, починаючи процес спілкування, або завершується невдачею.

Процес комунікативної взаємодії в загальному випадку не може бути обмежений обміном незалежними парами висловів (вислів одного партнера – реакція іншого) з таких причин. По-перше, окрема пропозиція не дає змоги висловити опис складної ситуації, оскільки мова (а можливо, і людський спосіб мислення) накладає досить жорсткі обмеження на розміри пропозиції. По-друге, наявність локальних невдач не дозволяє на практиці звести спілкування до обміну ізольованими парами висловів.

У процесі спілкування учасники по черзі виконують ролі автора (джерела повідомлення) і адресата (приймача повідомлень), тобто ініціатива послідовно переходить від одного учасника до іншого. Тільки у вироджених випадках спілкування (наприклад, читання книги) учасники виконують одну роль (письменник – роль автора, а читач – адресата). Твердження партнера (А), що утримує ініціативу, означають не тільки те, що він хоче сказати, але і його очікування того, як інший партнер (В) відповідатиме. Особливо виразно це виявляється при постановці питання, але правильно і в інших випадках. Якщо очікування володіючого ініціативою партнера А точно збігаються з реакцією В, то ініціатива завжди залишатиметься за А. Зрозуміло, що це не типовий випадок спілкування, який може мати місце тільки за наявності в А детальних знань про В. Очікування володіючого ініціативою учасника А можуть не збігатися або неточно збігатися з реакцією В (тільки в загальному випадку; далі буде показано, що це не стосується еротематичних питань.). При рівноправності учасників спілкування реакція учасника В може не тільки не відповідати очікуванням А, але й приводити до перехоплення ініціативи, тобто учасник В замість переслідування мети (субмети), запропонованої А, може запропонувати переслідувати інші цілі (субцілі). Традиційне представлення процесу спілкування [60] дозволяє виділити такі його основні компоненти: партнери

спілкування; проблемна область, фрагмент якої є предметом спілкування; комунікативне середовище; мова спілкування, яку учасники спілкування використовують для процесу комунікацій; дискурс (текст), що є продуктом спілкування. Проблемні області, обговорювані учасниками, можуть бути різноманітними як за тематикою, так і за вирішуваними задачами, за часом і місцем обговорюваних подій і т. ін. Клас всіх проблемних областей складає систему знань, що є в розпорядженні учасника спілкування.

У комунікативне середовище включаються не лише безпосередньо спостережувані учасниками зовнішні об'єкти навколишнього світу, але й самі вони як фізичні тіла, і об'єднуюча їх інтерактивна діяльність як фізична субстанція (акустичні сигнали в усній мові). Комунікативне середовище може бути відмінним від проблемної області, але може частково або навіть майже повністю співпадати з нею (наприклад, у випадку, коли темою спілкування є середовище, в якому в даний час перебувають учасники).

У [60] вважається, що знання **обох учасників** про мову спілкування і проблемну область повинні бути спільними або хоча б частково пересікатися.

Однак саме різниця в знаннях і може бути причиною спілкування. Наприклад, один з партнерів отримує інформацію за допомогою іншого. Менш очевидна необхідність знань про процес спілкування, знань одного учасника про знання іншого і усвідомлення кожним учасників своїх власних дій і знань. Зазначені знання необхідні як для того, щоб встановити єдність термінології і точок зору на обговорювані поняття, так і для того, щоб один учасник "розумів" свій стан і стан іншого учасника. Обом партнерам необхідні такі знання:

- про проблемну область;
- про комунікативне середовище;
- про мову спілкування;
- про правила взаємодії учасників комунікації;
- про можливості і знання співбесідника;
- про протікання даної комунікативної взаємодії.

Формальна модель представлення знань, яка описує комунікативні еротематичні процедури, представлена в роботах проф. Уйомова та його послідовників.

Мова тернарного опису для представлення запитань. Інтелектуальна система для спілкування з середовищем (з партнером включно) обов'язково використовує знання про середовище, про партнера, про предметну галузь, у якій діє ця система [60]. Розглянемо тепер модель взаємодії партнерів у випадку, коли представлення знань базується на мові тернарного опису систем (МТО).

У МТО відсутні змінні в загальноприйнятому в логіці і математиці розумінні. Замість них розглядаються об'єкти, що розрізняються за типом їхньої невизначеності. Вихідні об'єкти: t , a , A . Формула t позначає фіксований, визначений предмет (об'єкт, річ) у широкому змісті слова.

Формула A позначає деякий, невизначений, будь-який предмет.

Для позначення тотожності об'єктів МТО використовує символи $\{ ta \}$, які називаються „прямий” і „зворотний” йота-оператори.

На відміну від інших логічних числень, МТО базується на трьох категоріях: *річ* (\mathcal{I}), *властивість* (\mathcal{Y}) і *відношення* (\mathcal{N}). Причому, властивість і відношення формально розрізняються не за їх кількістю, а позиційно. Запис $\mathcal{N}(\mathcal{I})$ означає, що для речі, позначеної формулою \mathcal{I} , встановлене відношення \mathcal{N} , а запис $(\mathcal{N})\mathcal{Y}$ – що річ \mathcal{N} характеризується річчю \mathcal{Y} , яка тут виконує роль властивості.

Розрізнення речей, властивостей і відносин цілком узгоджується з граматиною природної мови. Однак їх не можна розглядати як аналоги логічних типів, оскільки приймається принцип взаємної перехідності одних категорій в інші. Можливе ототожнення речей, наприклад, із властивостями, що не дозволяється в теорії типів. У МТО вирази $\mathcal{N}(\mathcal{I})$ і $(\mathcal{N})\mathcal{I}$ називаються суб'єктними (атрибутивними і реляційними відповідно), оскільки відношення предикації в них спрямоване від речей до властивостей (чи відношень).

Крім них, виділяється тип залежностей, що мають протилежну спрямованість відношення предикації від властивості (відношення) до речі.

Формально це розходження фіксується за допомогою асиметричних дужок $(\mathcal{N})\mathcal{I}$ – "річ, позначена формулою \mathcal{I} , приписується як властивість речі, позначеної формулою \mathcal{N} ", (предикатна атрибутивна формула); $(\mathcal{I})\mathcal{N}$ – те ж для відношення (предикатна реляційна формула).

Модель спілкування і модель знання МТО (мови тернального опису). Наведена вище логіка одиничної взаємодії представлена без урахування моделі, на якій побудоване представлення знань. МТО створювалась як формальний апарат для параметричної загальної теорії систем, але успішно застосовується в деяких прикладних областях для представлення знань [61, 62].

Відзначимо, що моделювання предметної області з використанням категорій "річ – властивість – відношення" нині реалізовано в об'єктно-орієнтованому підході моделювання інформаційних систем. Однак у рамках об'єктно-орієнтованого аналізу не приділяється уваги побудові запитань чи запитів до бази знань на основі теоретичного апарату високого рівня узагальнення.

Перспективними в цьому плані є спроби використання ідей параметричної загальної теорії систем, зокрема, для формалізації процедур пояснення і розуміння в рамках мови тернарного представлення знань.

Надалі використаємо ідеї та формальне подання МТО для моделювання генерації запитань (звертань) до середовища з метою здобуття та поповнення знань для їх використання в процесі продукування раціонального рішення.

Невизначеність і неточність інформації. Відсутня інформація. Невизначеність і неточність інформації в технологіях баз даних. В економіці, у діяльності ЛПР, як і в повсякденному житті, часто доводиться стикатися з проблемою відсутності деякої інформації. Типова ситуація, коли "ціна... приблизно Х", "місцезнаходження транспортного засобу невідоме" тощо. Тому в системах баз даних "...повинен існувати механізм обробки подібних ситуацій" [Дейт, 63, с. 693]. На практиці типовий підхід до вирішення цієї проблеми базується на застосуванні невизначених значень (NULL-значень) і тризначній

логіці. Однак існують випадки, коли такий спосіб оброблення невизначених даних є некоректним, і таким випадкам Дейт присвятив розділ у 7-му виданні своєї книги. Це свідчить про існування проблеми представлення невизначених даних та операцій з ними.

Розглянемо проблему, яка пов'язана з невизначеністю і неточністю інформації, але не в контексті баз даних, а для моделювання активності інтелектуальної системи щодо здобуття нової інформації для усунення невизначеності тих даних, які вже є в її розпорядженні.

Невизначеність і неточність можуть розглядатися як дві протилежні точки зору на одну й ту саму реальність – неповноту інформації. Далі будемо мати на увазі, що інформацію можна подати у формі логічного висловлення, яке містить предикати, й у разі потреби – квантифікатори. Якщо вважати, що база знань – це множина відомостей, які має суб'єкт чи група суб'єктів і які містяться в інформаційній системі та стосуються однієї й тієї ж проблемної області, то предикати для опису інформації можуть інтерпретуватися як підмножини універсальної множини. Будь-яке висловлення може також розглядатися як твердження, що стосується деякої події. У свою чергу, події можна подати як підмножину цієї універсальної множини, яку називають "достовірною подією". Таким чином, є три еквівалентних способи аналізу множини даних залежно від точки зору: структурна (або логічна точка зору), змістовна (теоретико-множинна точка зору), відносно реальних фактів (або точка зору події).

Інформаційну одиницю можна визначити четвіркою (об'єкт, ознака, значення, упевненість) [64]. *Ознаці* відповідає функція, що задає значення (безліч значень) *об'єкта чи предмета (речі)*, назва якого фігурує в інформаційній одиниці. Це значення відповідає деякому предикату, тобто підмножині універсальної множини, зв'язаного з даною ознакою. Упевненість є показник надійності інформаційної одиниці. Очевидно, що чотири компоненти, що утворюють інформаційну одиницю, можуть бути складними (безліч об'єктів, безліч ознак, предикат n -го порядку, різні ступені впевненості). Крім того, можуть вводитися змінні, особливо на рівні об'єктів, якщо інформація містить квантифікатори.

У даному контексті можна чітко розрізнити поняття неточності і невизначеності: неточність стосується змісту інформації (складова "значення" у четвірці), а невизначеність – її істинності (складова "упевненість").

Ступінь невизначеності інформації відображають за допомогою кваліфікаторів (модальностей), таких як "ймовірно", "можливо", "необхідно", "правдоподібно" та ін. Ймовірність має дві інтерпретації. Одна з них – фізична (статистична), пов'язана з проведенням статистичних досліджень для визначення частоти появи події. Інша – епістемологічна, яка відноситься до суб'єктивного судження. Модальності "можливо" і "необхідно" вивчалися ще Арістотелем, який підкреслював їхню подвійність (якщо деяка подія є необхідною, то протилежна їй подія неможлива). На противагу поняттю "ймовірно" поняття "можливо" і "необхідно" в рамках двозначної логіки часто розглядалися як категорії типу "усі" чи "нічого". Але поняття "можливо", як і поняття "ймовірно", припускає дві

інтерпретації: фізичну (мірло трудомісткості виконання деякої дії) і епістемологічну (судження, яке мало "зв'язує" його автора). Навпаки, "необхідно" – більш стверджувальне поняття як фізично, так і епістемологічно (суб'єктивною необхідністю є визначеність, упевненість). Природно припустити наявність ступенів можливості і необхідності, як і ступенів ймовірності (відтінки можливості знаходяться вже в природній мові, оскільки можна сказати, наприклад, "дуже можливо"). Правдоподібність і довіра мають чисто епістемологічну інтерпретацію і пов'язані відповідно з можливістю і необхідністю. Кожне з цих понять відповідає деякому способу логічного виводу з заданої бази знань: заслуговує довіри все те, що дедуктивно виводиться безпосередньо з бази знань, а правдоподібне все те, що не суперечить їй (індуктивна точка зору). Прикладами невизначених висловлень є такі:

"Ймовірно, що зріст ЛПР не менш ніж 1,70 м" \triangleq (зріст, ЛПР, $\geq 1,70$ м, ймовірно).

"Ймовірність того, що завтра випаде 10 мм опадів, дорівнює 0,5" \triangleq (кількість, опадів завтра, = 10 мм, ймовірність = 0,5).

Інформаційна одиниця називається точною, якщо підмножина набору даних, що відповідає "значенню", має одну точку, тобто її не можна розбити на частини. Залежно від способу аналізу множини даних говорять про елементарне висловлення (тобто не імпліковане ніяким іншим висловленням, за винятком завжди помилкового), синглетон (з теоретико-множинної точки зору) чи елементарну подію. В інших випадках говорять про неточну (imprecise) інформацію.

Нечіткий, розмитий, розпливчастий характер інформації полягає у відсутності чітких меж у множині значень відповідних об'єктів. Багато кваліфікаторів природної мови розпливчасті, і для них характерна узагальненість. Прикладом може бути неточне чітке висловлення:

" $x = y$ з точністю e " \triangleq (рівність, (x, y) , з точністю e , 1);

і неточне нечітке висловлення:

" x приблизно дорівнює v " \triangleq (рівність, (x, y) , приблизно, 1).

Розпливчастий термін "приблизно" характеризує сукупність значень, більш-менш адекватних e .

Звідси випливає, що інформація може бути одночасно нечіткою і невизначеною, про що свідчить твердження:

"Ймовірно, що завтра випаде багато опадів" \triangleq (кількість, опади завтра, багато, ймовірно).

Для заданої множини даних протиріччя між неточністю і невизначеністю полягає в тому, що з підвищенням точності вислову зростає його невизначеність. І навпаки, невизначений характер точної інформації призводить у загальному випадку до деякої неточності остаточних висновків, виведених з цієї інформації.

У роботах [65] розвивається концепція сценарного підходу до моделювання комунікативних процесів, які можна звести до діалогової взаємодії партнерів.

Моделі даних для забезпечення діалогового процесу пропонується організувати як Діалогову базу даних [66].

Сценарій діалогового процесу включає множину навчальних і діагностичних стимулів, зв'язаних стратегією навчання і діагностики. Показано, що сценарій може суміщати опис процесів навчання, діагностики і дедуктивної обробки відповідей учня. Сценарій розглядається як уніфікована модель поведінки партнера і функціонально суміщає основні архітектурні елементи класичної інтелектуальної тьюторської системи: модель предметної області, модель учня, стратегію навчання та інтерфейс. Сховищем сценарію є діалогова база знань. Діалогова база знань є центральним елементом архітектури персоналізованого тьютора і може бути відображена як в локальну, так і в розподілену бази даних.

Логічна організація діалогової бази знань. Діалогову базу знань визначено як трійку:

- діалоговий метод доступу;
- пам'ять стимулів; і
- бібліотека процедур – демонів.

Проблему подання знань для опису економічних об'єктів в інтелектуальних СППР розглядає автор роботи [67]. Модель світу (предметної області) подано тут категоріями "середовище", "об'єкт", "ознака", "операції", "ситуація", "рішення ситуації". Таким чином, СППР, яка побудована і діє на знаннях, визначених у цій роботі, виконує логічний умовивід для ЛПР, який у той же час є раніше визначеною категорією "рішення ситуації".

У статті [68] розглядаються процеси формування знань, автор користується відомими когнітивними моделями (Найсера, Тресман). Описується гіпотетична когнітивна модель, заснована на понятті гомункулусів. Актуалізується роль структурних елементів гомункулуса в пізнавальній моделі як засобі розробки методів навчання. Модель має дещо описовий характер, до конструктивної її частини можна віднести перелік автором чотирьох складових знань: правил, цінностей, адрес, стандартів.

Зміст навчальної дисципліни [69]: терміни, поняття, явища, процеси, відносини, закони, алгоритми, евристики. Структурна одиниця містить список назв елементів знань, якому зіставлений рівень засвоєння.

У цій моделі суміщаються дві структури даних, які відносяться до різних за термінами змін значень категорій. Інформація про зміст предмету є стабільною в часі, а інформація про рівень успішності змінюється.

Важливим завданням проектування та організації систем навчання є визначення його змісту. В умовах електронного навчання функції управління процесом навчання [70] здійснює електронний викладач, або „інтелектуальний тьютор” [71]. Для автоматизації процесів контролю набутих знань потрібно знання з предмету, що вивчається, розміщувати на електронних носіях. Повнота представлення знань при цьому може

варіюватися від текстів (тексти чи шаблони тестів) до інформації, яка міститься в структурованих сховищах знань предметної області.

У [72] пропонується розглядати *модель учня*, яка відображає предметну навчальну модель і складається з кількох компонентів: *тематичної, функціональної, семантичної, процедурної та операційної предметних моделей*. Як відомо, знання в цілому поділяються на декларативні та процедурні [73]. Основу процедурних знань, за Атановим, становлять так звані „семантичні факти” [74 , 75]. Ці „факти” є твердженнями, які можна вважати означеннями понять предметної сфери, що є об’єктом вивчення деякого навчального курсу.

Як буде показано нижче, інформаційні технології для автоматичної побудови тестових завдань розвиваються повільніше, ніж засоби перевірки знань. Наприклад, Система Дистанційного Навчання (СДН) "Прометей" містить підсистеми як тестування, так і побудови тестів. Цей компонент СДН, який спрощує і упорядковує роботу тьютора–автора тестів, є локальним відносно способу використання даних, з яких формуються тести. Кожний тест містить інформацію, що не пов’язана з електронними бібліотеками СДН. Ми маємо на увазі, що в СДН вміщені численні складові, які відбивають зміст навчального предмету: авторський конспект тьютора або навчальний посібник, методичний посібник з практичних занять, тематичний план, набори питань для поточного і підсумкового контролю знань. Здебільшого ця інформація має формат текстового редактора або мультимедійних файлів. Таким чином, в умовах "електронного навчання", або "e-Learning", уся навчальна інформація перенесена від викладача до СДН. Це саме "перенесення" знань, тому що вони відчужені від тьютора і перетворені в іншу форму та знаходяться на інших носіях. Тобто знання, які розміщувались в інтелектуальній системі людини-тьютора, тепер знаходяться на носіях ІТ. Порівняємо представлення знань тьютора і його електронного "замісника". Дослідження проблем представлення знань в інтелекті людини належить до наукових завдань напряму "когнітивна психологія [76]". На рис. 1.7 наведена одна з моделей представлення знань людиною, яку можна вважати моделлю "сутність-зв’язок-властивість".

В умовах класичного навчання викладач формує тестові завдання за відомими методиками, створює паперову версію тестових множин, тим самим відчужує свої знання (публікує їх). Слухач використовує цей текстовий варіант для контролю та самоконтролю успішності знань. Для дистанційного навчання тьютор переносить свої знання в СДН у формі Електронного Навчально-Методичного Комплексу Дисципліни (ЕНМКД).

Оскільки знання про предметну область (предмет) вже знаходяться у розпорядженні електронного тьютора у вигляді ЕНМКД, для формування тестових завдань теж є вся інформація в розпорядженні електронного тьютора.

Зміст навчального предмету в [69] складається з термінів, понять, явищ, процесів, відношень, законів, алгоритмів, евристик.

У роботі [77] запропоновано методи виведення на асоціативних мережах подання знань. Для цих методів розроблені формалізми представлення асоціативних знань, які автор назвала "елементарними формальними системами" та "комплектами" (узагальнене автором поняття реляції). Однак ці методи придатні для систем попередньої діагностики, інформаційно-довідкових систем для гомеопатії, призначення лікарських засобів (с. 2). Для напівавтоматичної побудови процедур тестування в [78] розроблена спеціальна мова ТестЛінг, "...яка призначена для опису алгоритмів функціонування системи дистанційного тестування". Цей засіб допомагає користувачам *будувати не самі тестові завдання, а сценарії* тестування.

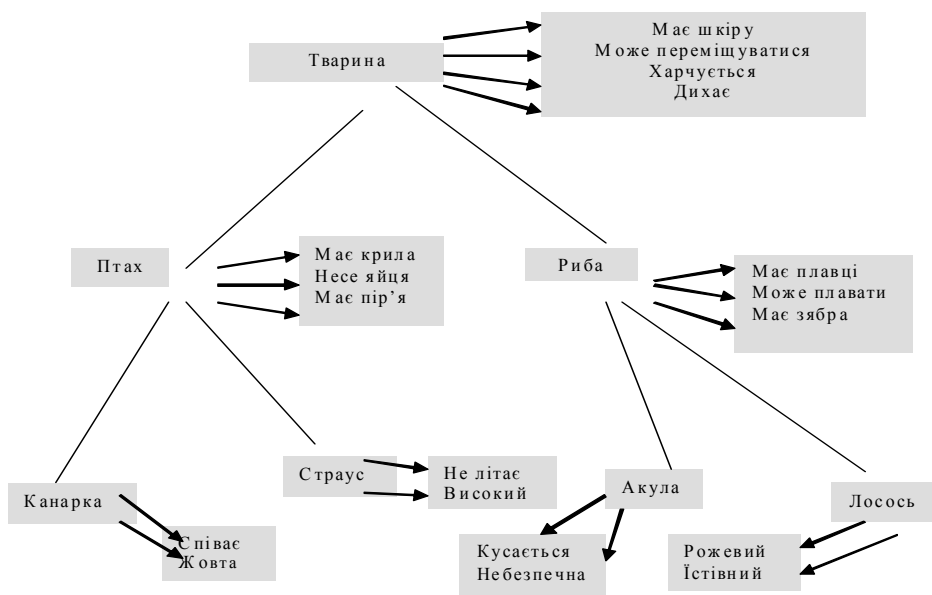


Рис. 1.7. Мережева модель Коліна і Куїліана

Підхід, який оснований на використанні моделей поведінки учасників навчального процесу (зокрема, викладача), використано в [79]. Але цей підхід реалізовано для автоматизації тільки процедури оцінювання знань, а не побудови тестових завдань. У роботі [80] *вирішено завдання автоматичного визначення валідності тестів* для перевірки знань медичних працівників та удосконалення методики побудови тестових завдань. Автор цього дослідження не вирішує завдання автоматизації побудови самих тестів. Процедури автоматичного виводу на знаннях удосконалено в [81]. Автор також створив нову комплексну модель подання знань, що основана на формальній граматиці, численні предикатів та таблицях рішень. Мета автора – *підвищення ефективності моделей подання знань*, у тому числі процесів логічного виведення. У межах дисертаційного дослідження [82] створено теоретичну базу та реалізовано процедури побудови семантичної мережі для представлення структурно-атрибутивних моделей знань у ході діалогу з користувачем.

У статті [83] пропонується підхід до проблеми зберігання та спільного використання лінгвістичних даних для моделювання перетворення "смысл-текст" у різних задачах обробки текстів природною мовою. Автори обмежили дослідження інформацією, яка описується тлумачним комбінаторним словником природної мови. Цей підхід автори використовують так, що в програмній реалізації потрібно мати в наявності знання про мовні об'єкти для вирішення задачі аналізу-синтезу текстів, які поділяються на:

- класифікаційні знання (синтаксична, морфологічна зони та зона лексичних функцій, стилістична мітка, обмеження моделі);
- операційну інформацію (правила синтаксичного аналізу, правила нормалізації, правила семантизації слів природної мови в предикати MAX, MIN та ін.).

У роботі автори стверджують (с. 444), "...що жодної моделі „смысл-зміст”... на ЕОМ не було реалізовано повністю..." Автори *не розглядають* можливості застосування свого підходу у сфері навчання.

У монографії [84] викладено основи "тестології". Розглянуті задачі конструювання контрольно-вимірювальних матеріалів та "...принципи багаторівневого кваліметричного моніторингу в умовах розвитку та інформатизації освітніх систем". Автор підкреслює, що при розробці тестів слід використовувати кілька різних форм тестових завдань: з вибором відповіді, з вільною відповіддю, експериментальні завдання, завдання-есе та ін. Посилаючись на Аванесова, автор наголошує, що тестове завдання тим краще, "...чим кращі дистрактори". Рівень "валідності" дистракторів пропорційний кількості респондентів, які їх обрали як правильну відповідь. Для розробки тестів використовуються: протиріччя, протилежності відповідей, однорідності (один і той же рід, вид, явища), кумуляції (кожна наступна відповідь вбирає в себе попередню), фасетність, де фасет – це форма запису варіантів того самого завдання, імплікація (для тестування розуміння причинно-наслідкових відносин у процесах та явищах). Використовуються також комбінування перелічених способів. У роботі [85] досліджується та викладається методика розробки "дидактичних" тестів. У цьому дослідженні автор коротко констатує проблему зв'язку форми та змісту тестових завдань. Посилаючись на психологів, автор відмічає, що користувач, якого тестують, може вирішити, що форма тесту є нецікавою, і це впливатиме на результати тестування. Тобто для учня, який звик до багатой графіки ігрових програм, необхідно створювати і відповідні форми подання тестів. Автори пропонують вирішення цієї проблеми в публікації [86]. Дослідження ергатичних систем та їх інформаційної поведінки провадяться часто без урахування динаміки інформаційних процесів.

1.4. Методи адаптації інформаційних систем до індивідуальних переваг людини

У роботі [87] досліджена діяльність операторів динамічних і енергетичних автоматизованих систем та їх функціональні стани у процесі трудової діяльності.

Визначені специфічні особливості розвитку функціональних станів (ФС) операторів за результатами виміру їх психологічних і фізіологічних показників, що дозволяє оцінити рівні ефективності та надійності професійної діяльності. У тому числі виявлено специфічні та загальні особливості формування ФС операторів різних професійних груп (машиністів метрополітену та операторів блочних щитів ТЕС). Методики оцінки психологічних і психофізіологічних показників дають можливість оцінити обсяг короткочасної пам'яті, швидкість сприймання інформації, інтенсивність уваги, точність і тривалість відтворення, лабільність нервової системи) за допомогою спеціальної апаратури, яка дозволяє вимірювати активність підсистем організму людини. Здійснюється також застосування комп'ютерних програм для аналізу ФС операторів на основі вимірів їх психологічних і психофізіологічних показників, які дозволяють відтворювати діагностичні портрети ФС випробуваних. До загальних закономірностей динаміки ФС успішних і неуспішних операторів за період діяльності належать: зниження обсягу короткочасної пам'яті, підвищення напруженості серцево-судинної та ендокринної систем, а специфічні закономірності виявляються в можливості формування в успішних операторів функціональної системи забезпечення діяльності. Крім цього, між підгрупами успішних і неуспішних операторів є відмінності в "ціні" діяльності. Особливості функціональних станів зазначених підгруп операторів можуть визначатися різним рівнем сформованості професійно важливих психологічних якостей, ступенем мотивації діяльності, а також відмінностями в емоційній стійкості та рівнях адаптації фізіологічних підсистем організму випробуваних до факторів трудового процесу. Об'єднана сукупність психологічних і психофізіологічних показників дозволяє ефективно визначати різні ФС (утоми, нервово-емоційного напруження, стресу), які формуються у випробуваних під час виконання діяльності.

У [88] для адаптації процесу навчання оператора ергатичної системи до рівня знань використовуються оцінки кількості нових і вже введених понять предметної області.

Проблеми адаптивних інтерфейсів досліджувались автором [89], де обґрунтовано використання логічної моделі представлення знань на базі комбінованої модальної логіки, яка містить епістемічні і темпоральні модальності:

■ – необхідно в минулому, □ – необхідно в майбутньому;

● – у минулому;

◆ – можливо в минулому, ◇ – можливо в майбутньому;

○ – у майбутньому;

S – після, Z – можливо після;

K – знає;

U – до; W – можливо до;

V – упевнений.

Для практичного використання запропонована методика формалізації знань про процес взаємодії користувача та ЕОМ, яка включає такі етапи:

1. Визначення множини об'єктів взаємодії, оцінка їх параметрів.
2. Реєстрація зміни станів об'єктів, формалізація змін, що сталися, у вигляді

множин $\psi^T, \psi^{KB}, \psi^{TKB}$ формул ТМЛ-числення.

3. Класифікація поточної ситуації s , що виникла в результаті змін характеристик об'єктів.

4. Уточнення ситуації s , виявлення нових об'єктів, зв'язків і правил, які характеризують зміни, що відбулися.

5. Заповнення системи баз даних новими знаннями про взаємодію.

Надалі програмні компоненти інтерфейсу виконують адаптацію траєкторії проходження навчального матеріалу, враховуючи стан навчальних об'єктів. Принципи адаптації процесів розробки інформаційних систем для управління розглянуті в [90], але на створені системи цей розгляд не розповсюджується.

Адаптація людино-машинної системи на основі змін характеристик інтерфейсу запропоновано в [91]. Діяльність користувача в такій системі представлена як інформаційно-аналітична діяльність. Проводиться аналогія з діяльністю ЛПР – людини, що приймає рішення. Адаптація здійснюється на основі моделі користувача, яка формується на основі тестування (тест Айзенка, шкала самооцінки Ч. Д. Спілберга та Ю. Л. Ханіна), рівня уміння роботи в системі, мотивації.

Адаптація до користувачів мультимедійних додатків. Адаптація до особливостей користувача може досягатися простими засобами вибору самим користувачем найбільш бажаної форми представлення інформації. У [92] представлена модель для адаптивних навчальних додатків, заснованих на WEB. Цей підхід заснований на техніці об'єктно-орієнтованого моделювання і специфікацій WAEA засобами XML. Динамічно генерується адаптивний навчальний додаток, тобто набір WEB-наповнення, яке стає навчальним середовищем для користувача. Це середовище складається з електронного змісту навчання, а також з тестових наборів і засобів комунікації і т. ін. Ця модель представляє навчальні ресурси як ієрархію. У цієї моделі є два види представлення. Один з них – це діаграми в нотації UML, що дозволяє представити дизайн додатку в інтуїтивній, зрозумілій людині формі. Другий вид – це опис інформації на формальній машинній мові засобами XML.

Адаптація візуальних компонентів інтерфейсу виконується шляхом створення бібліотеки його елементів і подальшого вибору за деяким описом, який у роботах автора та співавторів вважається "сценарієм". У [93] інтерфейс поділено на дві частини: першу – жорстку (або фіксовану) частину, другу – адаптивну частину. Фіксовані частини інтерфейсу відповідають за загальносистемні дії, адаптивна частина інтерфейсу ПЗ формується в процесі виконання за формалізованим описом ІК, який зберігається окремо від програмного коду. У методиці адаптивної організації інтерфейсу користувача визначається формалізований опис, виконується модифікація існуючих або створення нових правил формування та адаптації, розробляється діаграма станів, діаграма компонентів та множина програмних зв'язків між компонентами. Для реалізації адаптивного інтерфейсу необхідна розробка програмних компонентів.

З метою забезпечення релевантного пошуку в глобальній мережі використовуються адаптивні моделі користувача. У [94] розроблено теоретико-множинну модель адаптивного інформаційного пошуку на основі моделі

користувача. Модель містить контекстну частину у формі семантичної мережі. Модель має засоби для самонавчання і базується на множині програмних агентів. Автор використовує концепцію "пошукової машини", ним розроблено алгоритми автоматичного створення і перебудови контекстної моделі користувача та стереотипів користувачів, запропоновано алгоритм автоматичної модифікації контекстної моделі користувача на основі принципу навчання, алгоритм автоматичного розширення запиту користувача контекстною інформацією з контекстної моделі користувача.

Мовні характеристики можуть бути використані як джерело інформації про людину, що входить до складу системи з гібридним інтелектом. Особливості мови індивіда є предметом наук, що складають теоретичні і практичні засади досліджень у галузі систем штучного інтелекту. Так, у роботі [95] опубліковані результати досліджень з адаптації мовних сигналів з метою створення нових, ефективніших систем обробки мовних сигналів для сучасних засобів зв'язку й автоматичного керування систем з мовним інтерфейсом. Мовні характеристики дозволяють ідентифікувати користувачів на основі аналізу їх фонограм, використовувати значення цих характеристик для машинного синтезу мови й текстів [96, 97].

Інформаційна поведінка людини, її інтелектуальна діяльність залежить від емоційних, психофізіологічних складових, від рівня мотивації щодо цієї поведінки як деякої діяльності. Характеристики стану людини-користувача відбиваються і впливають на її мовні характеристики.

В існуючих класифікаціях емоцій і відчуттів, заснованих на етичних, логічних, семантичних, фізіологічних, генетичних та інших принципах [98, 99, 100], не завжди проводиться чітке розмежування між цими поняттями.

Емоції та відчуття виникають у відповідь на зовнішні і внутрішні дії як емоційне ставлення суб'єкта до цих дій. Їх зміст визначається потребами суб'єкта, його оцінкою навколишньої дійсності, зрештою складним комплексом соціальних факторів.

Відчуття є однією з форм людської свідомості, одна з форм віддзеркалення реальної дійсності. Це більш складне утворення, ніж емоція. "Відчуття складаються в індивідуума в процесі його розвитку в результаті повторюваності різних емоцій, асоціації їх, процесу узагальнення. Емоції, таким чином, є початковими процесами, на основі яких виникають відчуття як властивості особи" [100]. Відчуття – це якісно нові утворення, характерні для людської свідомості.

В експериментальних текстах різних видів зустрічаються різноманітні відчуття, емоції та емоційні стани, які реалізуються у вигляді модального значення (МЗ). Модальність у лінгвістичній літературі визначають як категорію, що виражає:

- відношення вислову до дійсності з погляду промовця;
- ставлення промовця до змісту вислову;
- ставлення суб'єкта дії до самої дії [101].

Подібне розуміння цієї лінгвістичної категорії відображає взаємодію об'єктивної та суб'єктивної модальності і способів її мовного виразу.

До недавнього часу емоційний аспект практично виключався з мовознавства, а питання про його значення, з лінгвістичної точки зору, про його мовну функцію теоретично залишається недослідженим і в наші дні.

Разом з тим емоція вислову, поза сумнівом, пов'язана з його модальністю, категорією, якій у сучасній лінгвістиці надається велике значення. І дійсно, у кожному акті комунікації відображене не тільки те, про що йде мова (денотативний аспект), але й ставлення до повідомлення з боку промовця (конотативний аспект). Деякі дослідження свідчать про те, що форми виразу емоцій мають психофізіологічну основу і в цьому значенні є загальнолюдськими [98].

Разом з цим існують факти, які свідчать, що інтонація різниться від мови до мови. Коли ми слухаємо іншомовну мову (навіть при досить хорошому знанні відповідної мови), від нас часто вислизують тонкі відтінки значення, передавані незнайомими нам інтонаційними засобами. Загальновідомо, як важко вловити на чужій мові жарт або іронію чи виразити різні відтінки здивування, роздратування, презирства, пошани, довір'я, недовір'я і т. д., які в більшості випадків передаються тільки інтонацією. Також загальновідомо, що важче за все іноземці засвоюють саме інтонацію. Люди бездоганно вимовляють окремі слова чужої мови, зате роблять часто помилки в інтонації, особливо тоді, коли мова йде про більш значні за обсягом відрізки мови. Можна сказати, що інтонація представляє найхарактернішу фонетичну ознаку даної мови [102]. Останнім часом вивчення емоцій стало привертати увагу дослідників, головним чином у фонетичному плані: інтонації емоцій присвячений ряд експериментальних робіт [103].

Таким чином, формування моделі користувача-учасника ГІС може здійснюватися на основі аналізу його мовних ознак, значення яких залежать від емоційного і психофізіологічного стану людини.

Висновки

Дослідження з проблем комунікаційної взаємодії в людино-машинних системах, що їх можна віднести до типу „гібридний інтелект”, необхідні для вирішення проблем, пов'язаних з комунікативною компонентою діяльності людини, яка використовує комп'ютерні системи практично для всіх випадків управління інформацією. З метою адаптації інформаційних потоків до переваг людини важливо реалізувати такий комунікативний процес, щоб він був не тільки об'єктом, а й засобом адаптації. З цією метою в першому розділі зроблено огляд програмних засобів, що мають можливості організації знань, комунікативних функцій для їх передавання та врахування когнітивних особливостей користувачів. Отримані такі результати.

Програмні засоби інтелектуальних систем імітують рішення або взаємодіють з людиною в процесі продукування рішення. В обох випадках використовуються моделі поведінки людини в аналогічних ситуаціях. Зокрема, такі моделі необхідні для реалізації комунікативних процедур у процесі породження рішень. Процес прийняття рішення людиною є ітеративним за природою. На кожному з етапів синтезу рішення

може з'явитися необхідність повернутися до попередніх процедур у часі чи просторі. Часто прийняття рішення здійснюється з використанням комунікативних процесів. Прийняття рішення в більшості випадків полягає в генерації можливих альтернатив рішень, їхній оцінці і виборі альтернативи чи множини альтернатив. Вирішальним етапом породження рішення є вибір. Процедури вибору здійснюються як взаємодія людини з іншими учасниками – авторами вирішення проблеми, або з самим собою ("внутрішній діалог"), або з інтелектуальною компонентою ГІС. Етап вибору рішення із альтернативної множини варіантів з теоретичної точки зору зводиться до процедур пошуку у просторах задач або станів, які теж мають ітеративну природу. За умов раціональності вибору процес прийняття рішення не може бути остаточно формалізованим для деяких сфер діяльності. Важливим етапом розробки рішення є процес збору інформації (даних, фактів, знань) для рішення проблеми. Сучасні технології збору даних активно збагачуються новими моделями і методами, а комунікативні процедури займають серед них чільне місце. Автори, які визначають "діалог" чи "інтерфейс користувача" як необхідний компонент людино-машинних систем, мають на увазі ті комунікативні функції, які тільки з'єднують користувача з системою, а не є засобом вирішення задачі. Однак досягнення інженерії знань та когнітивної психології дозволяють стверджувати, що комунікативні процедури є складовою прийняття рішення в моделях поведінки людини, і в складі ГІС зокрема. Теоретики, які працюють у напрямку моделювання процедур рішень, стверджують, що для особистості притаманні когнітивні обмеження, а складність організацій і світу в цілому змушують людей діяти в умовах невизначеності і навіть неоднозначності, а також в умовах нестачі інформації.

Однак в літературі недостатньо уваги приділяється моделям "інтелектуальних" процедур, які використовують дані про поведінку людини і враховують рівень невизначеності знань. Побудова моделей прийняття рішень в умовах невизначеності забезпечує імітаційне моделювання та прогнозування таких рішень на платформах ПЕОМ. Відомі реалізації діалогових систем не розв'язують головної проблеми управління, а саме проблеми вибору (тобто не мають у своєму складі узагальнених алгоритмів [35]).

Таким чином, у галузі діяльності людини в складі ГІС залишаються невирішеними такі запитання.

1. Як побудувати модель поведінки людини в процесі раціонального вибору?
2. Виходячи з того, що ГІС повинна бути інтелектуальною системою, чи можна представити процес генерування рішення як взаємодію двох партнерів, що здійснюють діалог з метою поступового наближення до цього рішення?
3. Чи можливо використати моделі комунікативної поведінки людини для імітації раціонального рішення системами комп'ютерної їх підтримки?
4. У теорії та практиці переговорів однією з ситуацій, коли необхідно приймати рішення, є торги. Чи можна застосувати для СППР діалог, реалізація якого забезпечить продукування рішень чи альтернатив для вибору під час переговорів в умовах протистояння сторін?

5. Що спричиняє необхідність збору інформації для побудови діалогу, мета якого – формування бази знань ГІС, за умови, що саме блоки СШІ були б активним партнером людини в такому діалозі?

Таким чином, актуальними задачами у сфері комунікативних процедур у ГІС є дослідження логічної структури і властивостей діалогового процесу, який функціонально еквівалентний моделям: предметної області, процедурам збору інформації, пошуку альтернатив, раціональному вибору в управлінні, а також архітектурі ГІС та її програмній реалізації.

В іншій сфері застосування ГІС, у дослідженнях з тематики інтелектуальних тьюторських систем і персоналізованих систем навчання, невіршеними є такі задачі.

- Інтелектуальні навчальні системи, як правило, не враховують індивідуальних когнітивних характеристик респондента. Звичайно така система оцінює рівень знань і рідше – ділить тих, що навчаються, на кілька основних типів за успішністю.
- Відсутня адаптація форм і методів представлення знань залежно від когнітивних переваг.
- Навчальні стратегії реалізуються як сценарій, що містить навчальний матеріал. Такий сценарій вимагає жорсткого попереднього планування діалогової поведінки студента і тьютора. Це, у свою чергу, не дозволяє оперативно враховувати когнітивні характеристики користувача.
- Моделі для представлення знань не містять активних компонентів ініціації спілкування для реалізації тестування і навчання.

Індивідуальні властивості студента часто впливають на успіх навчання вирішальним чином і мало залежать від його рівня знань у даній предметній області. Ці індивідуальні властивості в контексті навчання зводяться до когнітивних характеристик, що визначають способи і переваги індивіда. Проте дотепер немає програмних реалізацій ГІС у вигляді адаптивного персоналізованого тьютора, яка здійснює контроль і управління навчанням на основі індивідуальних особливостей особи.

Огляд публікацій, присвячених дослідженням створення тестів для перевірки знань з використанням ІТ-засобів, дозволяє зробити висновки про призначення таких засобів для:

- організації самого тестування та управління цим процесом, який включає зберігання і вибірку тестів з деякого сховища, контроль часу тестування, прийом (введення респондентом) відповіді, визначення правильної відповіді, обробку результатів та інші сервіси;
- управління процесом формування тестових множин, учасниками якого є педагоги або методисти, що підтримують навчальний процес.

Програмні засоби автоматизованих систем навчання належать до інформаційних технологій широкого призначення, які будуються і використовуються організаціями, ВНЗ для віддаленого (кореспондентського або заочного) навчання або для "електронної" підтримки навчання традиційних студентів (у локальному режимі доступу). Тестологія забезпечує теоретичними і методичними засобами підтримку педагога (методиста) під час його роботи із

створення тестових множин (у ручному або напівавтоматичному режимі). Основні підходи до конструювання завдань сформульовано в [104]:

- стандартним завданням, яке підходить до більшості видів навчального контенту, є тип завдання з варіантами вибору;

- для отримання докладної фактичної інформації достатньо ефективний і компактний тест можна забезпечити завданнями на **відповідність і альтернативними** (так/ні) завданнями. Слід зазначити, що важко знайти інформацію про розробки, де застосовують завдання всіх типів. Огляд досліджень свідчить про таке.

1. Завдання може бути представленим у вигляді фрази, тексту, малюнка, схеми, графіка, символів, таблиць та ін.
2. Більшість програмних засобів реалізують прості тести для контролю знань, вони підтримують, як правило, не більш як 3 види питань (за винятком "Інспектора", "Прометей" і Super Test), дозволяють створювати "вручну" прості тестові завдання. Жодна з перерахованих вище програм не дозволяє створювати тестові завдання автоматично.
3. Немає інформації про те, на яких теоретичних засадах будується тестове завдання, тобто невідомі моделі даних, крім логіки предикатів, які б використовувались для опису інформаційної взаємодії респондента (слухача) з тьютором.
4. Немає відомостей про те, що для побудови тестів використовуються знання про навчальний предмет, розміщені на електронних носіях.
5. Стандартним завданням, яке підходить до більшості видів навчального матеріалу, є тип завдання "з варіантами вибору".

Процес тестування складається з процедур інформаційного обміну, що здійснюється з використанням комунікативних процесів.

Автори, які визначають "діалог" або "інтерфейс користувача" як необхідний компонент процедур тестування, мають на увазі ті комунікативні функції, які саме сполучають користувача з системою, а не є засобом розв'язання задачі. Проте досягнення інженерії знань і когнітивної психології дозволяють твердити, що комунікативні процедури є складовою процедур вибору правильної відповіді в моделі поведінки людини і слухача-респондента зокрема. У літературі недостатньо уваги приділяється моделям побудови "інтелектуальних" процедур, які використовують інформаційні моделі, що представляють знання про об'єкти навчання, тобто опис предметної сфери. Сучасні програмні засоби організації тестування не забезпечують вирішення завдання використання знань і побудови тестів з урахуванням моделей опису предметної області. Таким чином, у галузі теорії та практики побудови систем управління процедурами тестування залишаються невирішеними такі питання.

1. Чи можна в межах системи організації навчання з електронною підтримкою використовувати зміст навчання для побудови тестів для оцінки рівня знань?
2. Яка формальна модель повинна описувати питання і відповіді тесту як складову системи навчальної інформації?

3. Виходячи з того, що до системи управління навчанням в умовах дистанційної освіти ставляться вимоги підвищення рівня інтелектуальності, чи можна представити процес генерації тестів як взаємодію двох партнерів, що здійснюють діалог з метою визначення рівня знань одного з партнерів?
4. Чи можливо використати моделі комунікативної поведінки людини для імітації "тестової ситуації" системами комп'ютерної підтримки навчання?
5. Чи можна застосувати для тестування модель діалогової взаємодії, реалізація якої забезпечить постановку питання, вибір відповіді і визначення його істинності в умовах тестування?

Отже, актуальними завданнями є дослідження логічної структури і властивостей діалогового процесу, який функціонально еквівалентний моделям: предметній області навчання, процедурам пошуку інформації для формування множини альтернатив і раціональному вибору в умовах навчальної задачі, а також побудова архітектури системи тестування та її програмна реалізація. Для вирішення цих завдань потрібно:

1. Вибрати модель представлення навчальної інформації.
2. У контексті цієї моделі побудувати онтологічну модель дефініції поняття в термінах об'єктів, їх класів, зв'язків (відношень, наприклад, "клас-підклас") і властивостей.
3. Побудувати методика для реалізації моделі понять у базу даних понять і показати, що ми можемо її розглядати як прототип моделі декларативних знань.
4. На основі моделі знань слухача запропонувати метод визначення того, що потрібно тестувати, тобто які елементи знань перевіряти.
5. Запропонувати процедуру (або метод, наприклад сценарій діалогу) для формування ППД (Правильно Побудованих Дефініцій). Тобто, вирішити завдання формування бази даних підмножини навчальної інформації, на елементах якої можна будувати тести.
6. Розробити формально-логічну модель тесту-питання на основі інтерrogативного і онтологічного підходів.
7. Застосувати цю модель для аналізу тестів різних типів, якими оперує сучасна тестологія.
8. На основі такого аналізу обґрунтувати вибір класу тестів, які можна автоматично генерувати.
9. Запропонувати метод побудови тестів на основі формально-логічної моделі.
10. Розробити алгоритми процедури побудови тестів, використовуючи деякий стандарт або мову проектування.
11. Запропонувати діалоговий підхід, який розвивається в роботах [105, 106, 107], як модель (засоби) спілкування для реалізації ситуацій "питання-відповідь" у процесі тестування.

РОЗДІЛ 2

2. ДОСЛІДЖЕННЯ ДІАЛОГОВИХ ЗАСОБІВ ВЗАЄМОДІЇ ДЛЯ ЗДОБУТТЯ ТА ОБРОБКИ ЗНАНЬ У ГІБРИДНИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

2.1. Перцептивний цикл людини і діалоговий процес

Для моделювання та побудови деякої системи для забезпечення інформаційної взаємодії людського інтелекту з інтелектуальними компонентами ГІС природно ставити завдання симулювати такі умови і способи спілкування, які є звичними для людини. Тобто необхідно моделювати інтелектуальну діяльність людей, які спілкуються з метою обміну інформацією. Моделювання та побудова систем спілкування в ГІС продовжує залишатись актуальною темою досліджень у межах низки наук, у тому числі тих, що входять або забезпечують напрям "штучний інтелект". Інформаційна взаємодія з комп'ютерними засобами, можливо, та задача, "...вирішивши яку, можна твердити, що створено штучний інтелект" [108]. У тій же роботі автор зазначає, що залишається непростим і актуальним питання, як використати накопичені в медицині та психології неформалізовані відомості в процесі комп'ютерного моделювання функцій та процесів переробки інформації, притаманних людині (108, с. 69). У цій же роботі відмічається, що "Обробка та перетворення інформації в живих організмах має свою специфіку і... ще не до кінця вивчена. Разом з тим, математиками і розробниками розпізнавальних систем... не використовуються навіть ті феномени живих організмів, що досить добре вивчені. ...Намагання подолати ці труднощі можуть виявитись вельми плідними" [108, с. 70. *Переклад наш*]. Ці думки підтверджують адекватність моделі перцепції людини як аналогу діалогової взаємодії.

Основними користувачами систем підтримки прийняття рішень та інтелектуальних тьюторських систем (ITS) є люди. У зв'язку з цим моделі прийняття рішень були реалізовані таким чином, щоб ОПР та учні працювали у звичних для них умовах. Тому моделі генерування (породження) рішень ОПР і реакцій учня повинні бути побудовані з урахуванням інтерактивної природи процесів інформаційної взаємодії. Така необхідність пов'язана з вимогою забезпечити людині найефективніші для неї умови спілкування з комп'ютерними системами, у тому числі людиноподібний інтерфейс з такими компонентами, як бази даних та бази знань. Для побудови таких інтерфейсів природно звернутись до моделей, які описують, представляють процеси оброблення інформації людиною під час сприймання та переробки інформації. До інформаційних процесів відносять: збір інформації, діагностику проблеми, пошук чи генерацію альтернатив для вибору рішення, логічний аналіз альтернатив та власне вибір, спілкування з партнерами підтримки рішення або з тими, хто протистоїть у переговорах, мета яких – досягнення рішення. Останнім часом багато моделей

обробки інформації людиною запропонувала когнітивна психологія [23]. Дослідники, які працюють у галузі теорії прийняття рішень та моделювання цього процесу, вважають, що "керівників необхідно орієнтувати на засвоєння наукового підходу, а аналітиків – на формалізацію цінностей керівників. Цьому служить новий підхід до вирішення проблем – моделювання... когнітивне" [109].

Проблеми спілкування і взаємодії присутні в усіх перелічених процедурах, які мають відношення до процесів прийняття рішення та передавання інформації в ході навчання. Спілкування в складі ГІС можна розглядати як **взаємодію двох агентів**, які мають інтелектуальні засоби, такі, як пам'ять та здатність робити умовивід зі знань, що зберігаються в цій пам'яті. Якщо розглядати спілкування з точки зору одного агента, то іншим агентом може бути середовище, в якому діє цей агент. Якщо іншого агента немає, то мисленнєва діяльність особи відносно пошуку розв'язання ситуаційної задачі (або просто планування поведінки), коли вона не звертається до партнерів, можна інтерпретувати як "спілкування з самим собою". В усіх випадках потрібна модель спілкування, яка необхідна для побудови антропомашинних програмних систем.

У контексті спілкування партнерів, що мають інтелект, розглянемо спочатку, яким чином сприймається людиною інформація, що надходить з зовнішнього середовища, зокрема які моделі цього сприймання пропонують спеціалісти з когнітивних процесів і як ці моделі можуть бути використані в інтелектуальних комп'ютерних системах.

При розробці формальної моделі діалогового процесу важливим є адекватність моделі психології діалогу або її адекватність теорії процесу сприймання і переробки інформації людиною. У тому разі, коли в основу формальної моделі діалогу покладені вдалі психологічні моделі, можна чекати, що програмні діалогові агенти найприроднішим чином успадкують гнучкість і універсальність системи сприймання й переробки інформації людиною.

Серед множини моделей, пропонованих когнітивною психологією, які мають відношення до діалогу, доцільно зупинитися на моделях, що описують діалог на рівні, інваріантному процесу синтезу повідомлень, оскільки цей процес залежить від характеру задачі, розв'язуваної в діалозі. Тому психологія діалогу, щоб бути корисною в прикладному аспекті, повинна забезпечувати симуляцію деякої "машини спілкування" на рівні, інваріантному щодо предметної області [21]. У сучасній когнітивній психології поведінка людини розглядається як інформаційна взаємодія із зовнішнім середовищем. Процеси інформаційної переробки забезпечуються когнітивними структурами людини: сенсорна система, система перцепції, система категоризації та запам'ятовування [23, 105]. Експериментальні дані, які отримані когнітивними психологами, свідчать, що в перцепції беруть участь два, спрямованих назустріч один одному, ментальних процеси: "висхідний процес" (від сенсорної системи до довготривалого сховища (тобто довготривалої пам'яті) і "спадний процес" (від довготривалого сховища до периферії, тобто до органів чуття) [110]. Загальну схему перцепції наведено на рис. 2.1.

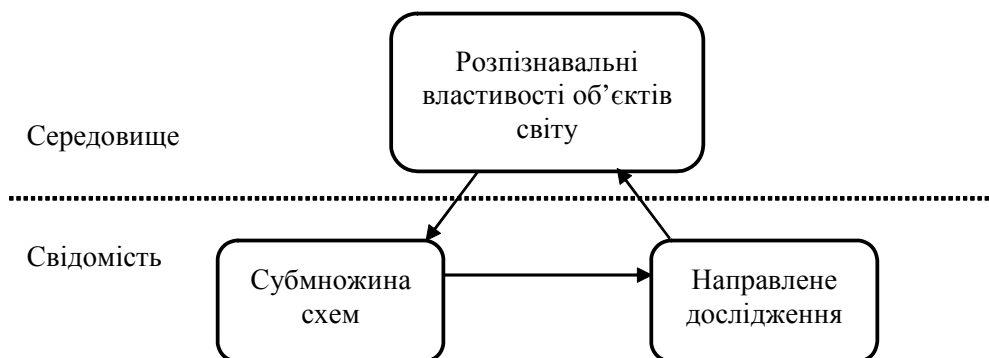


Рис. 2.1. Цикл перцепції

У [111] запропоновано модель "циклу перцепції", що інтегрує зазначені процеси і є однією з ключових абстракцій, що поєднує практичні й теоретичні результати в когнітивній психології. Цикл перцепції проводить досить умовну межу між навколишнім середовищем та його відображенням у ментальній системі людини. З погляду автора, когнітивна структура, що є ключовою в процесі перцепції – це набір схем або гіпотетичний набір схем, які когнітивна система людини очікує як те, що буде сприйняте органами чуття. Сприймання – це процес категоризації, під час якого організм здійснює логічний висновок, відносячи сигнал до певної категорії. Висновок часто несвідомий. У процесі сприймання доводиться ухвалювати рішення – чи те, що індивід чує або бачить, є тільки шумом чи, навпаки, корисним сигналом. Перцепція – не пасивний процес, а скоріше – конструктивний, у тому розумінні, що в кожний момент часу людина створює наступний актуальний гіпотетичний набір схем. Гіпотетичний набір схем, вбудований у когнітивну структуру людини, був уперше запропонований Толменом і названий ним когнітивною картою, яка є ментальним відображенням середовища (предметної області) [112].

Рис. 2.2 ілюструє основні ідеї циклу перцепції. Гіпотетичний набір схем разом з перцептуальним дослідженням визначають інформацію, що буде сприйнята і "категоризована". "Категоризована" означає, що сприйнятий образ буде розпізнаний шляхом зіставлення з членами гіпотетичного набору та ідентифікований.

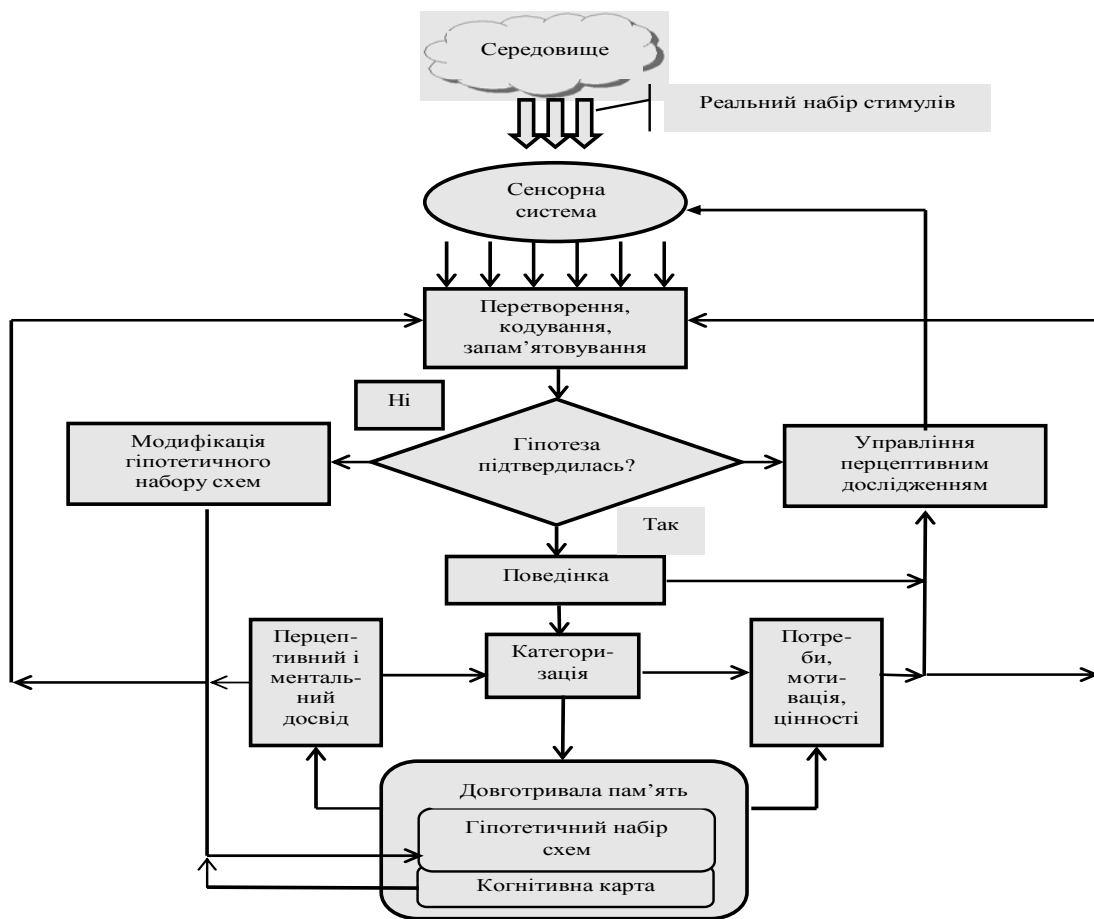


Рис. 2.2. Перцептивний цикл

Інформаційний потік, який зображено стрілками, що спрямовані від середовища донизу разом з фігурами, що визначають окремі процедури сприймання, – це спадний потік, тобто обробка сигналів. Права частина рисунка – це висхідний процес, зміст якого – спрямоване усвідомлене дослідження середовища. Утворення чергового (наступного) гіпотетичного набору схем породжує процес перцептивного дослідження навколишнього середовища з метою встановлення ступеня адекватності гіпотетичного набору схем наборові реальних навколишніх стимулів. Наприклад, турист, який не був у Києві довгий час, має "застарілий" гіпотетичний набір схем для сприйняття площі Незалежності.

Реальна колона з архангелом на сьогоднішній площі, яку сприймає турист, не має адекватної схеми в гіпотетичному наборі приїжджого. У процесі споглядання колони та інших нових елементів архітектури площі гіпотетичний набір схем туриста "редагується" відповідно до реального набору схем, які безперервно сприймає сенсорна система. Процес дослідження припускає переміщення сенсорних органів, голови і всього тіла. Прикладом перцептуального дослідження є дотик до предмета при його тактильному сприйнятті. Процес перцептуального дослідження завершується тим, що сенсорна система фокусується на конкретному наборі стимулів навколишнього середовища. Сприйнятий реальний набір схем може бути причиною модифікації гіпотетичного набору. Як було зазначено вище, суть процесу модифікації складу поточного гіпотетичного набору схем полягає у формуванні чергового

гіпотетичного набору. За термінологією [113], цей набір є "ймовірнісною моделлю навколишнього світу", тобто гіпотетичною моделлю предметної області або ж середовища, де діє в даний час суб'єкт. Уважається, що сприймання складається з таких кроків [там же]:

- Висування гіпотези – побудова ймовірнісної моделі.
- Сприймання інформації з середовища.
- Первинна (груба) категоризація.
- Пошук ознак.
- Перевірка для підтвердження гіпотези.
- Остаточне підтвердження.

Відзначимо, що гіпотетичний набір схем формується з раніше сприйнятих і запам'ятованих схем, що утворюють когнітивну карту. Таким чином, перцептивний цикл детермінується навколишнім середовищем, минулим перцептивним досвідом [105]. Таке дещо звужене розуміння формування "ймовірнісної моделі – гіпотетичного набору" як логічного висновку ми розширимо також додаванням ментального досвіду до переліку детермінант, тобто знань, у ширшому розумінні, ніж тільки перцептивний досвід.

Стосовно кожного з агентів діалогу, діалоговий процес аналогічний процесові перцептуальної взаємодії людини з навколишнім середовищем. Відмінність полягає в тому, що в процесі діалогу головні компоненти сенсорної системи людини (зоровий і слуховий аналізатори) підключені не до "природного" навколишнього середовища, а до "штучного", сформованого потоками зорових і звукових стимулів, які генеруються іншим агентом діалогу. Таким чином, у діалоговому процесі реальне навколишнє середовище підмінюється штучним, а перцепція й наступна переробка стимулів, породжуваних штучним середовищем (діалоговим агентом), і стимулів, які генеруються природним навколишнім середовищем, здійснюється за тими самими "правилами і законами", однією й тією ж ланкою підсистем переробки людиною інформації.

Відзначена аналогія перцептивного циклу і діалогового процесу, а також їх незалежність від "предметної області" є підставою для вибору його як психологічної основи моделювання діалогового процесу.

Однак сенсорна система діє на низькому рівні обробки людиною інформації, тобто на рівні фізичних сигналів. Більшу частину знань ("перцептивний досвід") людина інтерпретує в знакову (символьну) систему категорій. Під час логічного виводу (наприклад, у процесі породження рішення) використовуються знання цієї системи. Моделі зберігання інформації в пам'яті людини, які побудовані когнітивними психологами, суперечать одна одній. Наприклад, не встановлено, як зберігається інформація, яка містить знання – у дискретній чи аналоговій формі. Незважаючи на таке становище, для систем штучного інтелекту створені й реалізовані численні моделі подання знань [9, 114, 115, 116, 117].

Процес перцепції в повсякденній і в навчальній діяльності виконується як усвідомлено, так і автоматично, на рівні підсвідомості. На рисунку показано, що на процедуру кодування впливають цінності, досвід, інші знання. "Управління перцептивним дослідженням" пов'язане з факторами, об'єднані поняттям "увага".

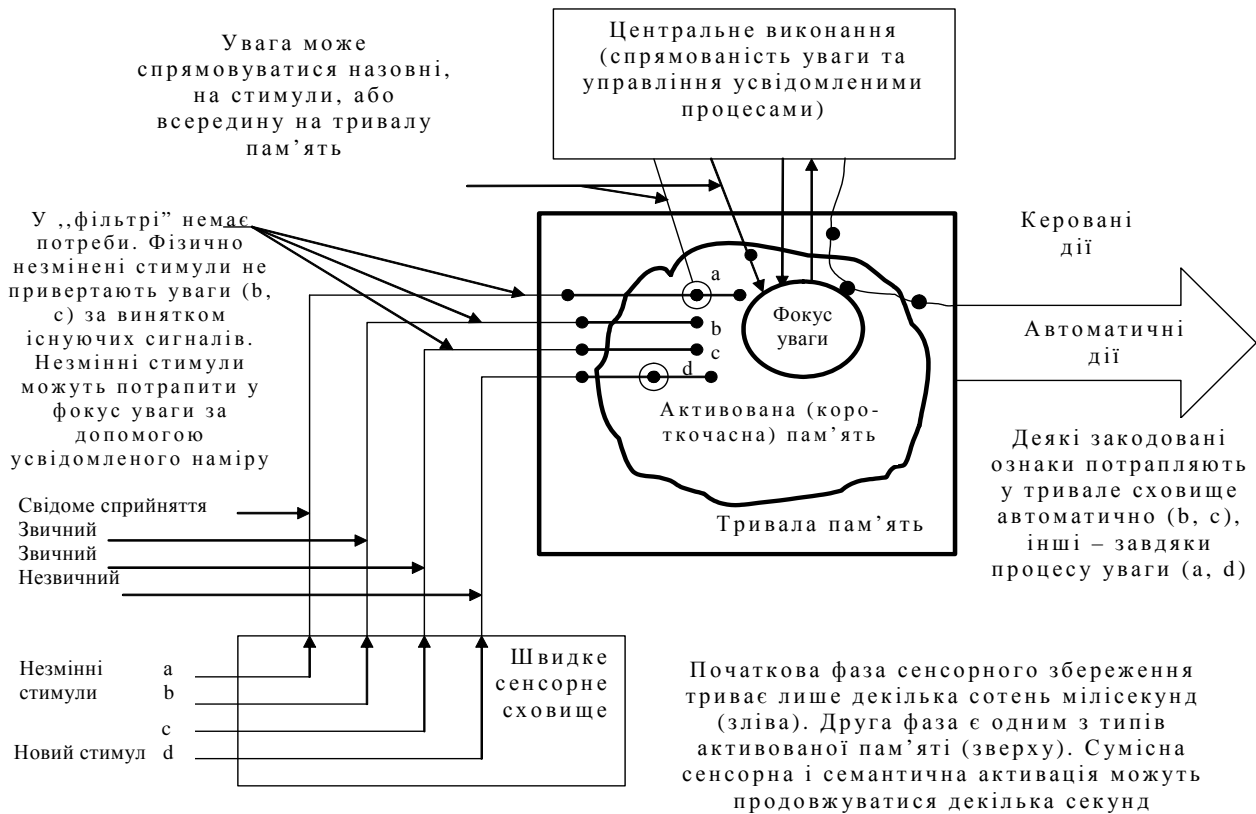


Рис. 2.3. Модель пам'яті Кована

Модель пам'яті Кована інтегрує ряд феноменів, пов'язаних із переробкою інформації людиною (сенсорна пам'ять, увага, автоматичне й усвідомлене поводження, короткочасна і довготривала пам'ять), розглянутих раніше, та їх когнітивні моделі. На рис. 2.3 наведена графічна ілюстрація моделі пам'яті Кована.

Модель припускає ієрархічну підпорядкованість довготривалої пам'яті, короткочасної пам'яті й уваги. Поточний *фокус уваги* є тільки *підмножиною* із усієї інформації, активованої в короткочасній пам'яті, що, у свою чергу, є *частиною* того, що зберігається в довготривалій пам'яті. Активована область пам'яті використовується в процесі навчання і у вирішенні інших когнітивних задач. Термін *робоча пам'ять* (*working memory*) використовується для наголосу на те, що функції активованої пам'яті значно ширші, ніж просто зберігання активного списку об'єктів. Слово "робоча" означає спроможність виконувати когнітивну роботу.

Модель місткості уваги Каннемана. Каннеман запропонував свою теорію уваги, яка передбачає і роль збудження, і обмежені можливості людини з переробки інформації. Ця теорія одержала назву місткості, оскільки припускає, що увага – це деяка місткість з непостійним у часі об'ємом.

Центральними елементами цієї моделі є принципи розподілу уваги (*Distribution's Principles*) і оцінка вимог на ресурси (*Demand Assessment*) (рис. 2.4).

Прагнення до усунення невизначеності вважається загальною фундаментальною характеристикою функціонування біологічних об'єктів та їх інтелектів [118]. Модель Каннемана демонструє процес усунення або зменшення невизначеності знань суб'єкта через феномен уваги.

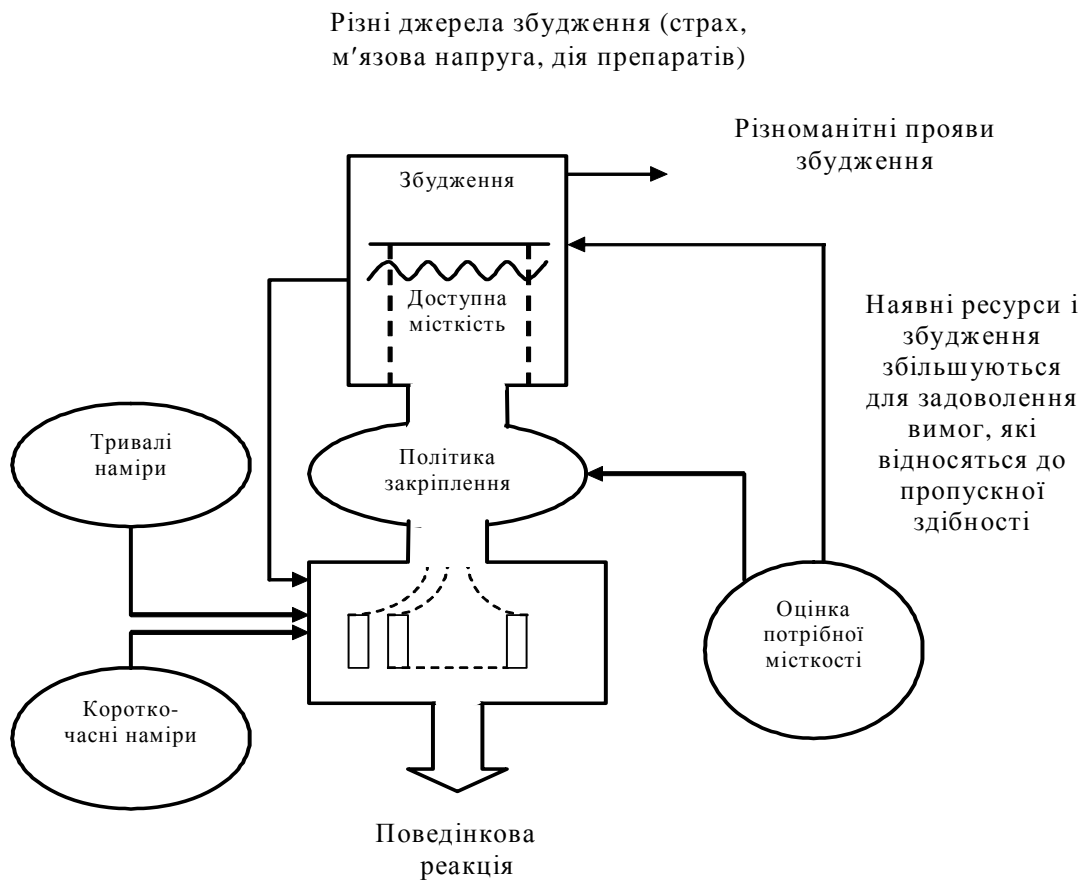


Рис. 2.4. Модель уваги Каннемана

Наявні ресурси, увага і збудження постійно змінюються. Їх місткість визначена відповідно в атрибутах *attentionCapacity* класу *Attention* і *actuationCapacity* класу *Actuation*.

Згідно з теорією Каннемана, вся увага людини визначається такими чинниками:

Довготривалою готовністю, що відображає закони мимовільної уваги (наприклад, виділяти ресурси на обробку будь-якого нового сигналу; на будь-який об'єкт, що раптово переміщується; на розмову, де згадуються імена).

Тимчасовими намірами (наприклад, слухати голос в правому навушнику).

Оцінкою вимог. Очевидно, тут діє правило: якщо дві дії вимагають для своєї реалізації більше наявних ресурсів, одне з них припиняється.

Впливами збудження.

Автори [119] виконали інтерпретацію моделі уваги Каннемана в нотації UML (рис. 2.5).

Чинники уваги представлені на діаграмі відповідними класами: *Intentions*, *DemandAssessment*, *Actuation*.

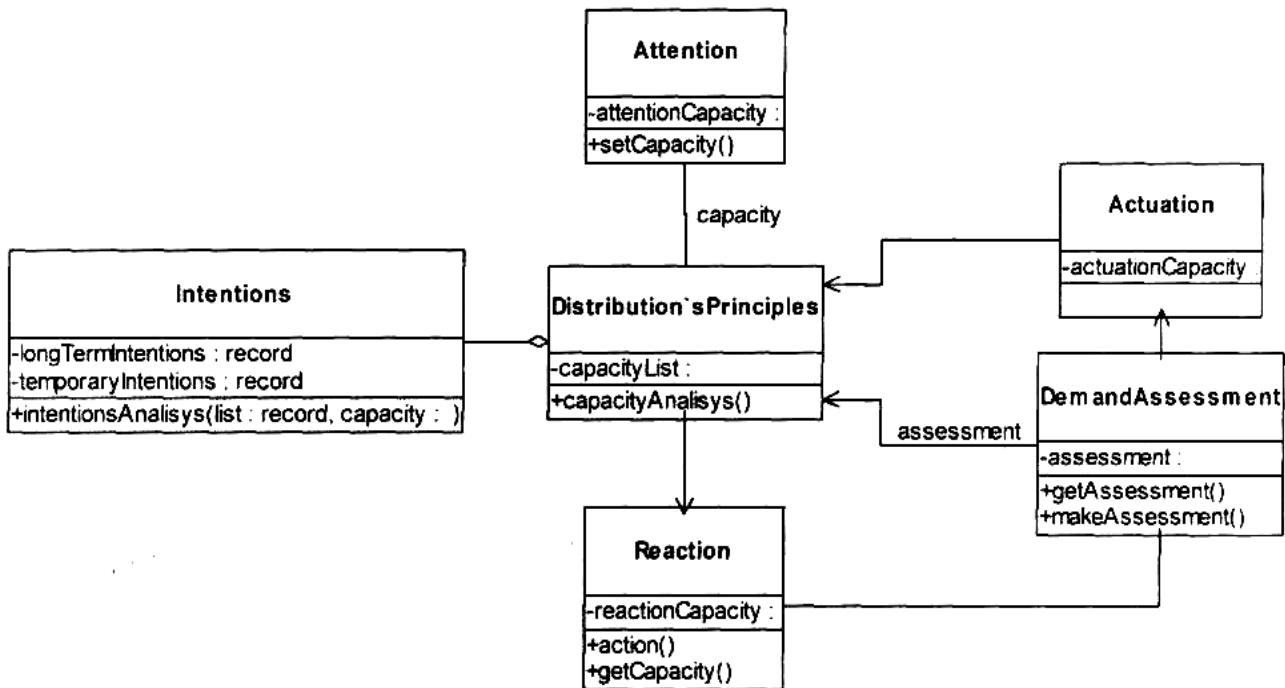


Рис. 2.5. Діаграма класів моделі місткості уваги Каннемана

Клас Intentions містить атрибути longTermIntentions і temporaryIntentions, в яких є список відповідно довготривалих і короточасних намірів. Операція intentionsAnalysis проводить аналіз обох списків і визначає їх розмір, повертаючи результат параметром capacity, значення якого потім передається класу Distribution'sPrinciples в атрибут capacityList.

Клас Distribution'sPrinciples аналізує поточний стан збудження, довготривалі й короточасні наміри, значення яких теж містяться в capacityList, а також оцінки, одержаної від класу DemandAssessment, і визначає обсяг уваги в даний момент (операція capacityAnalysis).

Клас Reaction є реакцією людини на події, що відбуваються навколо, яка проводиться за допомогою операції action (це може бути натискання на кнопку, захисна реакція на загрозу і т. ін.). Обсяг уваги, що витрачається для виконання якої-небудь дії, міститься в атрибуті reactionCapacity, значення якого за потреби може передаватися іншим класам (операція getCapacity) для комплексної оцінки загального обсягу уваги.

Клас DemandAssessment оцінює пред'явлені вимоги на ресурси уваги за допомогою операції makeAssessment і передає одержану оцінку (операція getAssessment) класу Distribution'sPrinciples для визначення місткості уваги.

Дослідження феномену уваги свідчать про важливість факторів, які спричиняють інформаційні процеси в ментальній сфері людини і які, у свою чергу, впливають на якість інформаційних процесів у складі ГІС.

2.2. Формально-логічна модель діалогу

Питання – це вікна в будинок розуму
Джеральд Ніренберг

Логіка питань і відповідей. 1955 року А. і М. Прайори запропонували для логіки питань термін "еротематична логіка". Формальний апарат, побудований в [120], не залежить від галузі застосування і моделює реальні мовні ситуації. Автори припускали, що логіку питань-відповідей можна застосувати для побудови питань до комп'ютерних систем. Ми розширимо застосування логіки питань і відповідей та покажемо, що є підстави для інверсії підходу Белнапа і Стіла. А саме, таку логіку слід використовувати для породження питання комп'ютерної системи до користувача. Такий підхід дозволить партнеру, який ставить питання (програмній системі), "здобувати" нові знання за допомогою іншого партнера – учасника діалогу (людини) для поповнення баз знань. Цей же підхід забезпечує і відповіді на питання, які ставить користувач інтелектуальній системі, що має знання та здатна до логічного умовиводу. Наведемо основні визначення логіки питань і відповідей.

Значення питання – це сукупність відповідей, що допускаються цим питанням.

Пряма відповідь – це фрагмент мови, що відповідає на поставлене питання і задовольняє вимозі повноти, і тільки повноти.

Інтеррогативом питання вважається формальне представлення питання.

Для представлення інтеррогативів питань і конструювання для них відповідей вводиться формальна система. Вимоги до апарату формальних систем наведено в [121]. Мову формальної системи для представлення даної логіки можна описати як прикладне числення предикатів першого порядку з рівністю, що має предикативні й функціональні константи. Крім того, в цю мову додатково вводяться узагальнені кон'юнкції і диз'юнкції, а також нестандартні засоби для розрізнення "сортових" і "категорних" змінних, як у багатосортній логіці. Мова містить скінченну множину індивідних констант і скінченну множину індивідних змінних. Для позначення індивідних змінних як метамовних змінних уживаються символи w, i, z . Мова містить також списки n -арних функціональних і n -арних предикативних констант. Категорні умови визначають іменні категорії.

Семантичне функціонування категорного апарату досягається за допомогою поняття "інтерпретація": інтерпретація визначається як така передбачувана інтерпретація M , в якій для кожної категорної умови Ax кожне ім'я з номінальної категорії, що задається Ax , позначає в M деякий індивід з реальної категорії, що задається цією умовою Ax в M . Реальні категорії визначаються за допомогою *інтерпретуючої функції*, аргументами якої служать різні змінні й константи.

Будь-яке питання представляється формальною мовою інтеррогативом (interrogative) *формулою* або *пропозицією* залежно від того, містить він вільні

змінні чи ні. Коротке формальне представлення питання вважається інтеррогативом.

Представимо питання як функцію передумови і суб'єкта:

$$\blacksquare \Theta = \varphi(\rho, \sigma). \quad (2.1)$$

Питання через свій суб'єкт визначає область альтернатив, а потім додає до наявного списку альтернатив інструкцію, за якою відповідаючий повинен виготовити з цих альтернатив конкретний тип прямої відповіді. Представлення суб'єкта засноване на еротематичній природі таких питань та їх призначенні – бути інструментом отримання відсутнього знання від партнера.

Визначимо "еротематичну" поведінку партнерів у ході реалізації діалогу.

- Автор питання усвідомив невизначеність елементів своїх знань і має намір усунути невизначеність за допомогою партнера.
- Партнери мають узгоджену мету еротематичного спілкування, діють максимально ефективно і спілкуються для передачі знань.
- Автор питання надає партнерові (який генеруватиме відповідь) усю суму знань, *що стосується теми питання і яка необхідна для "виготовлення" відповіді.*
- Партнер-відповідач реалізує функцію вибору із запропонованих альтернатив, ураховуючи обмеження передумови. Розглянемо питання, адресоване інтелектуальною системою експерту (наприклад, при навчанні інтелектуальної системи):

Які три мови програмування забезпечують вирішення інженерних задач: BASIC, FORTH, LISP, C++, PASCAL, PL/1?

Суб'єкт цього питання містить запитальну змінну "мова" і дві категорних умови: "мова програмування" і "для інженерних задач". Ці умови обмежують множину значень альтернатив, які відповідаючий може використовувати для конструювання відповіді. Ця множина додатково обмежена експліцитним списком, елементи якого відомі партнеру. Це семантичні обмеження, якими суб'єкт детермінує вибір відповіді. Додатково можуть бути запропоновані й інші обмеження більш загальної властивості. Вони визначаються передумовою і в наведеному питанні це вимога кількості обраних варіантів: "три мови програмування". Передумова може містити вимоги розрізнення, що означає не дублювати альтернативи, і повноти вибору.

Відповідаючий в адресованому йому питанні одержує множину, що містить варіанти для формування з них відповіді. Він також одержує всі відомості, які є в розпорядженні автора питання для здійснення вибору. Тут "вибір" – це дія, яка реалізує процес "виготовлення" відповіді. Відомості містять вказівки двох видів для такої дії. Перший з них – це фільтр "категорні умови", які відносяться до кожної запитальної змінної з опису суб'єкта питання. У наведеному прикладі категорні умови обмежили множину "мови програмування" на порядок. Інший фільтр в еротематичному апараті винесений за межі суб'єкта питання як "передумова" питання.

У передумові питання виділяються три компоненти.

Перший – специфікація вибору кількості. Цей компонент передумови встановлює верхню u та нижню V межі кількості варіантів, які повинні бути вміщені у формулу відповіді. Він, подібно квантору, вказує на кількість запитуваних істинних варіантів; наприклад "принаймні один", "усі", "5%" і т. д.

Другий компонент – вимога ступеня повноти. Цей компонент інтеррогативу питання означає, що відповідь повинна містити *всі* варіанти, кількість яких вказана в специфікації вибору кількості.

Третій компонент – вимога розрізнення, яка встановлює вимогу не вміщувати до формули відповіді два або більше варіанти, які ідентичні за змістом. Передумову питання визначимо як

$$\rho \in \{s \ c \ d\},$$

де s – специфікація вибору кількості,

c – специфікація вимоги повноти;

d – специфікація розрізнення.

Діалог та знання. Для постановки питання необхідні знання, які є метазнаннями відносно тієї інформації, що передбачається отримати у вигляді відповіді. Таким чином, партнер, що генерує питання, повинен мати всі знання, що стосуються предмету питання, за одним тільки винятком: йому невідоме значення відповіді на поточне питання. При цьому ситуація "питання – відповідь" так конструюється, що розпізнавання відповіді в межах цієї ситуації не проводиться. Якщо відповідь отримана, її значення вважається істинним і вноситься в систему знань Q -партнера.

Для практичної реалізації програмної системи аналіз відповіді з метою визначити значення змінних, фактів та ін. для конкретних додатків може знадобитися. Але логіка питань і відповідей пропонує механізми, що гарантують істинність відповідей, тобто оперує тільки їх логічними характеристиками. Після занесення відповіді до пам'яті системи відповідний додаток може деталізувати аналіз відповіді, щоб визначити його символічне або числове значення. Таким чином забезпечується високий рівень узагальнення формального апарату, незалежність його від предметної області.

Вибір суб'єкта (тобто об'єкта універсуму, про який йдеться в контексті спілкування) еротематичного питання залежить від рівня знань, якими володіє інтелектуальна система. На початковому етапі в системі може бути накопичено невеликий обсяг знань. Проте еротематичний апарат дозволяє навіть на мінімальній сумі знань побудувати питання для їх збільшення. Наприклад, у процесі розвитку людини є період, коли вона породжує багато питань. Це період дитинства, і можна сказати, що сума знань у дитини ще порівняно невелика. Проте аналіз свідчить, що саме питання дітей "що" і "чому" є еротематичними і мають неявні суб'єкти для вибору й передумову для обмеження вибору. Ці питання базуються на вже наявних знаннях "дитини-дослідника", якими б обмеженими вони не були. Початковий набір знань для дослідження навколишнього світу, можливо, є природжений. Як уважають

психологи, людина має спадковий набір схем, які визначають поведінку новонароджених [23].

"Щоб поставити питання, потрібно знати більшу частину відповіді". Цей висновок зробив Р. Шеклі і проілюстрував вимоги до знань для постановки питань у [122].

Елементарні питання. Суб'єкт питання є множиною варіантів, з яких A -партнер утворює відповідь. Множина варіантів може бути представлена списком або функцією, тобто:

- експліцитним списком;
- описом запитальних змінних за допомогою функції та категорних умов, що відносяться до кожної запитальної змінної.

За кількістю альтернатив, що надаються Q -партнером, множину питань можна поділити на два класи. До одного класу потрапляють питання, які задають невелику або, в усякому разі, обмежену кількість варіантів, а до іншого – питання, які задають нескінченну або принаймні велику кількість варіантів. Розмежування запитань визначається способом їх визначення. Деякі питання задають кінцеву множину альтернатив через свої абстрактні суб'єкти, причому ця множина експліцитно міститься в питанні. Такі питання вважаються "*чи-питаннями*". До *чи*-питань належать звичайні *так/ні*-питання, оскільки з них легко і безпосередньо відновлюються твердження, що надаються як варіанти.

Суб'єкт *чи*-питання – це список варіантів:

$$? \rho \{A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_n\}, \quad (2.2)$$

де A_i – варіант.

Вимоги для передумови запишемо як

$$\rho \in \{s, c, d\}, \quad (2.3)$$

де s – вимога вибору кількості;

c – вимога повноти;

d – вимога розрізнення.

Наведені предикати (вимоги) не вичерпують список. Вони можуть поповнюватися й іншими умовами вибору варіантів. Якщо категорні умови відносяться до всіх запитальних змінних, вони можуть бути винесені "за дужки" суб'єкта і переведені в категорію передумови. Коротке дослідження вимог передумови з розширенням їх списку зроблено в [123].

Отже, прямі відповіді є кон'юнкцією вибраних альтернатив-варіантів, причому потужність вибору визначається за допомогою специфікації вибору кількості i , у разі відповідності цьому компонентіві, за допомогою специфікацій вимог повноти і розрізнення.

Розглядатимемо питання, для яких точно визначено, що вважається відповіддю на них. Кожному такому питанню відповідає множина безпосередньо відповідних до нього тверджень-пропозицій. Елемент цієї множини може бути або істинним, або хибним, але в будь-якому випадку він має ту властивість, що

повідомляє *Q*-партнеру тільки такі відомості, які той хоче мати. Назвемо кожну таку пропозицію прямою відповіддю на питання. Пряма відповідь, таким чином, – це твердження, яке служить повною, і лише повною, відповіддю на задане питання. З погляду психології пряма відповідь являє собою саме той тип відповіді, на яку *Q*-партнер очікує. Важливо, щоб пряма відповідь була безумовною і остаточною відповіддю на поставлене питання.

Наведемо приклад, який запозичений з [124] і надає ілюстрацію намірів *Q*-партнера, що ставить питання.

Приклад

До рибалки, який ловив рибу в озері, підійшов перехожий і спитав: "*Чи водяться в озері змії?*". Відповідь була "*Ні, не водяться*". Після чого перехожий скупався в озері, а потім поставив рибалці ще одне питання: "*Чому в озері немає змії?*". Відповідь була: "*Тому що їх усіх з'їли крокодили*".

У цьому прикладі "перехожий" мав намір з'ясувати, *чи безпечні води озера для купання*. Проте він висловив у формулі питання зовсім інший намір. Рибалка ж діяв відповідно до вимог еротематичної логіки (хоча ні він сам, ані Дж. Ніренберг не знайомі з такою логікою). Такі вимоги в даному випадку припускають тільки два варіанти для конструювання відповіді. Це значить, що суб'єкт складається з множини, потужність якої дорівнює двом:

Так, в озері водяться змії.

Ні, в озері не водяться змії.

Замовчувана специфікація вибору кількості варіантів дорівнює одиниці. Навіть відповідь "не знаю", яка збільшує множину варіантів в суб'єкті, тут не прийнятна, тому що перехожий бажає отримати інформацію, а не відмову в її отриманні. Відзначимо, що відповідь по відношенню до питання була прямою і повною.

Для ілюстрації запису *чи*-інтеррогативу питання розглянемо можливу форму питання, яку можна було б поставити рибалці, щоб забезпечити відповідність наміру *Q*-партнера отримати необхідне знання. Для цього, на основі своїх знань про небезпеки для тих, що купаються у відкритих водоймах, перехожий міг би запитати:

"Чи водиться в озері хоча б один з таких видів небезпечних тварин: отруйна змія, крокодил, піранья, електричний скат, чи, може, жоден з них не водиться?"

Суб'єкт такого *чи*-питання є експліцитним списком:

$$\bullet \{ЯЗ, К, П, ЕС, \neg(ЯЗ, К, П, ЕС)\} \quad (2.4)$$

Передумова містить вимогу кількості альтернатив не "менш ніж один варіант", вимога повноти така ж, а вимога розрізнення мається на увазі (замовчувана).

Питання інших типів. Питання як явище мови є пропозицією, в основі якої знаходиться запитальне слово. Це запитальне слово є прислівником (що, де,

коли і т. ін.). Можна побудувати класифікацію питань за цим центральним словом. Проте така класифікація має недостатню семантичну глибину. До того ж граматики не дасть нам вичерпного списку прислівників.

Для посилення семантичної глибини класифікації розглянемо схему породження пропозицій мови.

Відомо, що мова як засіб розумової діяльності відноситься до поверхневої структури [125]. Звернемося до глибинної структури мови. У [23] описані основні схеми репрезентації знань інтелектом людини. Множина понять для певної предметної області утворює так звану піраміду знань. Оскільки питання розглядаються тільки еротематичні, то слід з'ясувати, що таке "відсутнє знання". Одна з ознак, що відрізняють знання від даних, є здатність інтелектуальної системи, яка має знання, знати про свої знання, тобто мати метазнання. Це означає, що для кожного екземпляру деякої сутності в базі знань існує відповідний клас. Наприклад, якщо визначена модель "*об'єкти (сутності) – властивості – зв'язки*", то ці три імені можуть означати екземпляри, а відповідний їм клас можна створити за допомогою узагальнення "категорія". Клас "*властивості*" також має кінцеву кількість екземплярів, наприклад колір, вага і т. ін.

Інтелектуальна система, що має засоби визначення власного "незнання", може побудувати суб'єкт і передумову питання для заповнення новими знаннями своєї бази знань і таким чином "усунути" незнання. Категорна умова і передумова, якщо вони присутні, є "інструкціями" для побудови відповіді. Ці умови є фільтром, який застосовується до повідомлень відповідача для забезпечення істинності відповіді. Передумова відрізняється від категорної умови тим, що використовує властивості, що відносяться до класу, а не до екземплярів, які є суб'єктами питання. При цьому слід мати на увазі, що екземпляр може належати не єдиному класу (за рахунок асоціативних зв'язків).

Таким чином, питання про властивості і зв'язки елементів моделі бази знань відрізняються тільки семантикою. Винятком є "чому-питання", реалізація яких можлива за наявності специфічної компоненти – механізму виведення на знаннях. Проте можливо, що при глибшому аналізі ситуації "запитання – відповідь" (СЗВ) вдасться знайти механізм для узагальнення і для цього типу питання.

2.3. Діалог як послідовність ситуацій "питання – відповідь"

Моделі діалогового спілкування. Історія діалогових засобів спілкування з інформаційними системами свідчить, що дослідниками, проектувальниками і користувачами цих систем основна увага приділялась конструктивним властивостям діалогу. Це пояснюється, на нашу думку, такими обставинами. Діалогові системи вирішували завдання спілкування користувача – людини з ресурсами ЕОМ, до яких належать операційна система, програми, файли даних, бази даних. На цьому "доінтелектуальному" етапі дані не мали такого "активного" характеру, як у системах знань. Тому сам термін "діалогова система" не зовсім відповідав суті предмета, який він іменував. Адже слово "діалог" для

мовного спілкування означало спосіб взаємодії людей, тобто суб'єктів, носіїв інтелекту ("натурального інтелекту").

Моделі для діалогових засобів відображали зазначені обставини й описували більше "структурні характеристики, ніж динаміку... функціонування" [126]. Основними засобами моделювання діалогових систем були: графові моделі, такі як E-мережа, мережі Петрі, різні інші сітьові методи, таблична форма, діаграма станів, операторні схеми, звичайні блок-схеми, кінцеві автомати, методи математичної лінгвістики, зокрема апарат розширених мережевих переходів [127].

Загальновідомі автоматні моделі діалогових систем. Застосування однієї з цих моделей, а саме кінцевого автомата, дозволяє моделювати як сценарій діалогу в цілому, так і кожний акт спілкування (крок діалогу). Розвиток систем штучного інтелекту викликав необхідність підходів, які є загальними як для моделювання систем знань, так і для засобів комунікації з ними.

Інтеррогативна модель спілкування. Модель спілкування користувача з комп'ютерними системами, у яких ця модель відділена від програм, часто представляють сценарієм. Будемо розрізняти два способи побудови сценарію:

- А) Опис сценарію створюється заздалегідь, потім він реалізується через процес інтерпретації спеціальним монітором [37, 128, 129], яким може бути броузер, тобто деяка програма, що перетворює опис сценарію в його реалізацію. У даному випадку – в запитання і відповіді, якими обмінюються партнери в межах кроку діалогу.
- В) Опис сценарію в явному вигляді відсутній. Програма, що реалізує спілкування, оперативно приймає рішення, яке визначає наступний альтернативний крок.

У випадку А) семантика предметної області (зміст діалогу) розміщується в самому сценарії (наприклад, у вербальній формі). Якщо потрібна інформація, що є в сховищах даних або є результатом обробки, то залучаються програмні процедури.

У випадку В) незалежність програм від даних і знань підвищує рівень узагальнення моделі.

Для цього випадку визначимо дві задачі:

- а) породження одного акта взаємодії (у літературі його називають "крок діалогу", "ситуація запитання-відповідь", "стимул – реакція" та ін.);
- б) породження самого сценарію як оперативного вибору чергового (наступного) кроку з усієї множини кроків.

Розглянемо методи, які дозволять побудувати модель поведінки інтелектуальної системи при спілкуванні з користувачем у випадку, коли вибір чергового кроку виконується оперативно, тобто сценарій генерується динамічно, а не апіорно.

Відзначимо, що в поведінці людей у процесі сприймання інформації можна виділити теж два випадки: пасивне сприйняття стимулу від середовища й активна поведінка, коли людина зі своєї ініціативи звертається до партнера або до середовища. Як показано в роботах [120, 19], якщо метою інтелектуальної

взаємодії партнерів є пошук (придбання, асиміляція) відсутнього знання, то таку взаємодію можна звести до послідовності ситуацій "запитання – відповідь".

Проблема комунікативної взаємодії розглядалася гуманітарними науками, що обмежувалися областю спілкування людей. Дослідники приділяли найбільше значення діалогу як способу інтелектуальної взаємодії [130, 131]. З розвитком інтелектуальних засобів обчислювальних машин проблеми спілкування з машинними базами даних, а потім і базами знань також вирішувалися в рамках діалогового процесу. Використаємо елементи формального апарату логіки предикатів як для представлення процесу спілкування з комп'ютерним інтелектом, так і для представлення моделей знань в інтелектуальних системах. Розглянемо комунікативні процеси, пов'язані зі здобуттям відсутніх знань. Прикладом „відсутніх”, але необхідних інтелектуальній системі знань можуть бути термінальні факти, тобто значення таких змінних, імена яких уже відомі системі, а самі значення – не відомі. До таких комунікативних процесів віднесемо:

- запити до баз даних;
- ситуації "запитання – відповідь" для одержання корисних даних від партнера;
- діалоги в навчальних системах;
- діалоги для пошуку рішень;
- діалоги для тестування знань.

З розвитком систем штучного інтелекту (Artificial Intelligence – AI) та гібридних систем штучного інтелекту (до яких входять люди та компоненти AI) виникла потреба розглядати загальні підходи як для моделювання систем знань, так і для засобів комунікації при їх обробці. Обмежимося розглядом способів спілкування з такими характеристиками:

- спілкування здійснюється у формі діалогу двох партнерів;
- діалог – це послідовність кроків, з обміном повідомленнями двох типів: запитання і відповідь на нього;
- у межах кожного кроку діалогу один з партнерів намагається отримати потрібні знання за допомогою іншого учасника;
- такий діалог називається еротематичним, тобто націленим на отримання нової інформації;
- знання потрібні учасникам діалогу для поповнення системи знань або для перевірки її повноти.

Таким чином, процес спілкування можна розглядати як покрокову реалізацію ситуацій "запитання – відповідь" (СЗВ). Модель взаємодії партнерів у ході реалізації діалогу досліджувалася, як правило, у рамках природної мови, а не як процес спілкування [132]. Для побудови моделі діалогу як взаємодії двох партнерів, які мають інтелект, недостатньо мовних моделей. Потрібні також нелінгвістичні засоби – такі, як знання про предметну область, моделі партнерів тощо [132, 133]. Розглянемо ситуацію еротематичної взаємодії та її формально-логічну модель як елементарну складову діалогу.

Модель одиначної ситуації "запитання – відповідь". Теоретичною основою її є апарат еротематичної логіки, яка розглядає тільки постановку запитання та

відповідь на нього (тобто одиничну ситуацію діалогової взаємодії) [Белнап і Стіл, 1981]. Процедура постановки запитання та отримання відповіді складається з таких операцій та умов.

- Активним є партнер, роль якого виконує інтелектуальна система. Цей партнер ініціює запитання і визначає наступну ситуацію "запитання–відповідь".
- Запитання складається з двох частин – суб'єкта і передумови, що утворюють інтерrogатив, або формальний опис запитання.
- Суб'єкт представляє для вибору множини альтернатив, які запитувач пред'являє тому, хто повинен відповідати.
- Процес конструювання відповіді іншим партнером полягає в реалізації цього вибору з урахуванням обмежень, що пред'являються йому передумовою в інтерrogативі запитання. Природа і типізація передумов наведена в [134].
- Після одержання відповіді партнер, який ставив питання, вирішує тільки одне завдання: оцінює відповідь на відповідність вимогам інтерrogатива. Оскільки запитання детерміноване суб'єктом і передумовою, виконання цих вимог-детермінантів гарантує істинність відповіді. Це означає, що відповідь не потребує розпізнавання і може бути занесена в систему знань того партнера, який поставив питання.
- Суб'єкт і передумова, що містяться в інтерrogативі, а також відповідь формуються повідомленнями, носіями яких є фізичні сигнали. Повідомлення можуть мати мовну природу і, відповідно, вербальну форму. Такою формою може бути текст на екрані комп'ютера, виведений програмним комплексом бази знань. Інші форми повідомлень – зображення, відеоряд, зміна кольору, музика та інші невербальні форми.

Описана логіка одиничної взаємодії представлена без урахування моделі, на якій побудоване представлення знань.

Розглянуті моделі діалогового процесу на основі послідовності ситуації "запитання–відповідь" представляють діяльність, в основному, партнера, який ставить запитання, або ж "активного партнера". Для моделі взаємодії обох партнерів на більш абстрактному рівні можна скористатися концепцією абстрактних машин.

"Більшість сучасних технологій проектування систем знань базуються на евристичних підходах, і, як наслідок, не забезпечують наскрізної процедури створення систем. Для вироблення повномасштабної технології проектування необхідно забезпечити можливість описувати всі кроки проектування з єдиних позицій. При цьому досягається розширення можливостей системи, що проектується, шляхом включення до неї чітко окреслених відповідних теоретичних методів. ...Одним із шляхів вирішення цієї задачі є використання абстрактних машин обробки даних" [135]. Моделювання систем за допомогою абстрактних машин (АМ) застосовується в теорії алгоритмів [136, с. 61], у дослідженнях інтелектуальних систем [137], а в [138] зібрано визначення цілого ряду абстрактних машин. Зауважимо, що абстрактна машина належить до класу автоматів, опис яких складається з функції переходів, множини вхідних і вихідних сигналів (які теж можуть визначатися функціями), та множиною внутрішніх станів. Приписування семантики, тобто смислу цим абстрактним

елементам, визначається предметною сферою застосування АМ. Наприклад, автомат, який відомий як "мікропроцесор ПЕОМ", може виконувати кількасот команд, призначених для обробки даних.

Інформаційна взаємодія належить до класу фундаментальних явищ світу. Взаємодія систем, які мають інтелект, є окремим випадком такої взаємодії. У свою чергу, взаємодія інтелектуальних систем у формі діалогу з метою отримати за допомогою партнера корисну інформацію, трапляється частіше за інші форми взаємодії. Математичні моделі обміну інформації розглядаються в [139]. Моделювання діалогової взаємодії залишається актуальним завданням не тільки в технологічній сфері створення інтерфейсів, але й в галузі розробки систем штучного інтелекту. вважається, що моделювання функцій "розумного співрозмовника" та феномену спілкування належить до основних завдань комп'ютерного моделювання: "Похоже на то, что общение – это именно та задача, решив которую, можно уверенно сказать: мы создали ИИ!" [108].

Модель діалогової взаємодії на основі абстрактної машини. Еротематичний підхід, запропонований у [140], розглядає постановку запитання одним учасником діалогу, правила конструювання відповіді партнером та перевірку істинності відповіді в рамках однієї ситуації "запитання–відповідь". Автором розроблена теоретична, абстрактна модель взаємодії двох партнерів, які ведуть діалог на основі сценарію, що був побудований до початку цього діалогу та збережений у пам'яті деякого інтелектуального пристрою, який моделює партнера – учасника діалогу. Така абстрактна модель, як і абстрактна машина Алана Тьюрінга, дозволяє досліджувати взаємодію двох інтелектуальних систем у процесі їх комунікативного обміну інформацією. Наприклад, така взаємодія може мати за мету прийняття деякого рішення в економічній сфері, де діють партнери – учасники діалогу.

Найбільш узагальненим засобом моделювання комп'ютерних систем архітектури фон Неймана, як відомо, є абстрактні машини Поста й Алана Тьюрінга (АМТ, [135]). Застосуємо концепцію АМТ для моделювання діяльності агентів в умовах діалогової взаємодії, скориставшись для цього як основою результатами з роботи [141], і виконаємо дослідження феномену діалогу за допомогою запропонованої автором "мультистрічкової машини діалогу", використовуючи як аналог модель *Multitape Turing Machine* [142].

Цілями моделювання діалогового процесу, так само як і застосування абстрактних моделей вказаного типу, у даній роботі є:

- знайти модель для розробки архітектури АСН, яка на знаковому (мовному) рівні симулювала б інформаційну взаємодію партнерів-агентів у межах навчального процесу;
- визначити (використовуючи таку модель), яким чином "порція" повідомлення учневі пов'язана із знаннями тьютора про предметну сферу (навчального предмету);
- визначити, яка інформація з навчального контенту потрібна для формулювання тестового запитання (повідомлення учневі);
- знайти критерії для пошуку елементів знань, які підлягають моніторингу.

Для створення моделі спілкування розглянемо кілька складових моделей цього процесу, а саме: моделі взаємодії інтелектуальних систем в рамках діалогового спілкування з метою пошуку відсутньої інформації.

У [143] запропоновано модель взаємодії двох партнерів на основі еротематичного підходу, викладеного в [141], побудовану з використанням концепції абстрактних машин обробки даних.

Ця модель складається з інтелектуальних агентів – партнерів, що спілкуються через обмін повідомленнями. Повідомлення є послідовністю запитань та відповідей, що реалізують діалог, мета якого – знаходження раціонального рішення. Модель може бути використана для програмування інтелектуальних діалогових інтерфейсів.

Досвід управління економічними об'єктами та ресурсами свідчить про те, що одне із головних джерел інформації ЛПР – це інтелектуальні ресурси [39]. Ці ресурси можуть належати або людині, або штучній інтелектуальній системі, яка базується на ЕОМ. В обох випадках ЛПР для збору інформації користується деякими комунікативними засобами для взаємодії зі знаннями та фактичними даними, що зберігаються в інтелектуальних системах.

Спілкування в контексті придбання інформації розглядається як спосіб, за допомогою якого інтелект, інтелектуальна система (наприклад, ЛПР) впливає на партнера, апелює до партнера для одержання інформації про довкілля. "Усталений спосіб отримання інформації – це, звичайно, запитання" [Дж. Ніренберг, 124].

Скористаємося для побудови моделі інтерфейсу "комп'ютерна система – ЛПР" концепцією інтелектуального агента, яка запропонована М. Мінським у [144].

Поведінку інтелектуальних партнерів, які взаємодіють для прийняття рішення, моделюють два агенти. Моделі є симетричними і мають такі властивості:

- середовищем агента є інтелект агента-партнера;
- рецепторами агента є пристрої вводу даних чи органи сприймання;
- агент діє чи впливає на середовище запитаннями чи відповідями у формі повідомлень.

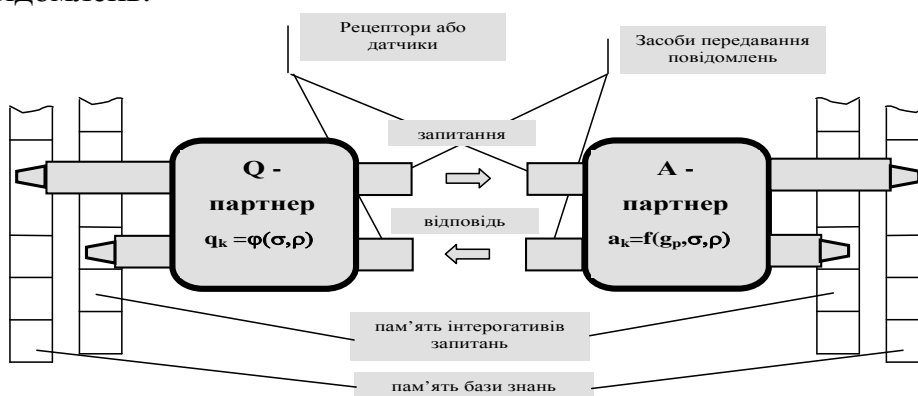


Рис. 2.6. Схема взаємодії інтелектуальних партнерів: "Q-партнер" – партнер, який ставить запитання, "А-партнер" – партнер, який відповідає на запитання; q_k – поточне запитання; σ – суб'єкт; ρ – передумова; a_k – поточна відповідь; g_p – аргумент мети діалогу

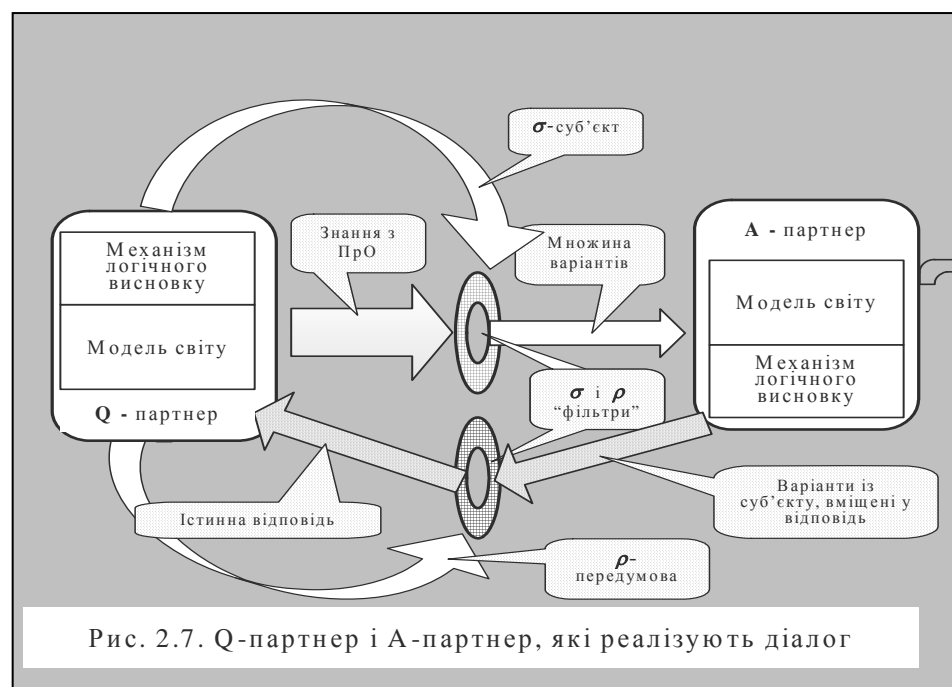
Введемо позначення для партнерів, які ведуть діалог. Партнера, який ставить питання, позначимо як Q-партнер, а партнера, який відповідає на

питання, як *A*-партнер. На рис. 2.6 наведена структурна схема взаємодії партнерів, які реалізують ситуацію "питання – відповідь".

Модель спілкування двох агентів, яка наведена на рис. 2.6, дозволяє будувати діалогову компоненту систем підтримки рішень як таку, що не залежить від предметної сфери застосування. Таким чином, визначені тут агенти можуть бути подані як частина архітектури монітору для управління інтерфейсом з інтелектуальною машинною системою.

Досягнення мети (вирішення задачі або навчання) реалізується як діалог, у ході якого активний *Q*-партнер крок за кроком зменшує невизначеність знань по відношенню до деякого об'єкта. Якщо діалог створюється експертом апріорно, то в деяких точках сценарію партнер – агент може звернутися до іншого програмного агента для виконання розрахунків. Опис сценарію діалогу в цьому випадку зберігається в пам'яті відповідного агента як послідовність інтеррогативів питань. Відповідь, яку отримує активний агент, впливає на вибір наступного кроку діалогу.

Таким чином, призначення апарату еротематичної логіки – забезпечити побудову такого інтеррогатива питання, щоб *A*-партнер був поставлений у рамки, завдяки яким *Q*-партнер одержує істинну відповідь з мінімальними витратами для відповідаючого партнера. Можна провести аналогію зі слідчим, який допитує причетних до справи. Його завдання – поставити допитуваного в рамки, коли той надасть правдиву відповідь. Тут вимога істинної відповіді має не тільки логічний, але і практичний сенс.



На рис. 2.7 наведена структура діалогового автомата типу "абстрактна машина". Представлена ситуація, коли ролі партнерів визначені, але в загальному випадку партнери-агенти можуть обмінюватися ролями в ході діалогу.

2.4. Використання невизначеності для вибору інформаційної поведінки партнерів, що ведуть діалог

Невизначеність є невід'ємною частиною управління масивами даних та базами знань в інформаційних системах. Невизначеності прийнято поділяти на три класи [145]: невизначеності, пов'язані з неповнотою знань про проблему, з якої приймається рішення; невизначеність, пов'язана з неможливістю точного врахування реакції навколишнього середовища на наші дії, і, нарешті, неточне розуміння своїх цілей людьми (особами), що приймають рішення (ОПР). Звести задачі з подібними невизначеностями до точно поставлених цілей взагалі неможливо, якщо не усунути ці невизначеності. Одним з таких способів зняття невизначеності є суб'єктивна оцінка фахівця (експерта, конструктора, керівника), що визначає його переваги щодо способів переробки інформації та вибору варіантів рішень.

ЛПР змушена виходити зі своїх суб'єктивних уявлень про ефективність можливих альтернатив і важливості різних критеріїв. Ця суб'єктивна оцінка виявляється в даний час єдиною можливою основою об'єднання різнорідних фізичних параметрів розв'язуваної проблеми в єдину модель, що дозволяє оцінювати варіанти рішень [146]. Ця суб'єктивність не є неприйнятною. Досвідчені економісти і керівники добре усвідомлюють, скільки особистого й суб'єктивного вони вносять у прийняті ними рішення. З іншого боку, про успіхи та невдачі більшості людських рішень інші люди теж можуть судити виходячи тільки зі своїх суб'єктивних переваг і уявлень.

Визнанням фактора суб'єктивності ОПР чи економіста в ухваленні рішення порушується фундаментальний принцип методології дослідження операцій: пошук об'єктивно оптимального рішення. Визнання права на суб'єктивність рішення – це ознака появи нової парадигми, характерної для методів прийняття рішень за багатьма критеріями [147].

Однак у прийнятті рішень за багатьма критеріями існує й об'єктивна складова. Звичайно ця складова містить у собі обмеження, що накладаються зовнішнім середовищем на можливі рішення (наявність ресурсів, часові обмеження, екологічні вимоги, соціальна обстановка і т. ін.). Іншими словами, це вимога (для економічних рішень) виходити з принципу раціональності. Численні психологічні дослідження свідчать, що самі ЛПР без додаткової аналітичної підтримки використовують спрощені, а іноді й суперечливі вирішальні правила [148].

Традиційні моделі неточності й невизначеності. Традиційно використовуються два засоби представлення неповноти даних: теорія ймовірностей та теорія помилок. Кожна з них має обмеження.

Імовірнісні моделі недостатньо враховують граничний випадок повного незнання, оскільки в них завжди задається безліч взаємно незалежних подій, яким через принцип максимуму ентропії [149] приписуються однакові ймовірності (у кінцевому випадку). Отже, ідентифікація всіх цих подій виключена і значення невизначеності, пов'язане з цими подіями, може не залежати від кількості розглянутих альтернатив.

З практичної точки зору очевидно, що числа, визначені суб'єктами для

ймовірнісного опису рівня їх інформованості, повинні розглядатися як наближені оцінки. Теорія суб'єктивних імовірностей не стосується цього типу неточності і вважає, що "раціональний індивідуум" повинен у результаті оцінювання задавати точні числа.

Теорія похибок, яку часто використовують у фізиці, відбиває лише неточність засобів вимірювання, задана в інтервальній формі, у величинах, оцінюваних за їх допомогою. У математичному плані визначається функцією, аргументами якої є підмножини. Для теорії похибок не прийнятні відтінки: якщо невідоме точне значення параметра, то точно відомі межі його зміни.

Нині ймовірнісна міра розглядається тільки як окремий випадок більш загального класу мір, названих нечіткими мірами [150].

Міри невизначеності. Будь-яка міра ставить у відповідність підмножинам заданої множини деякі дійсні числа, що характеризують кількість деякої властивості, зв'язаної з кожною підмножиною.

Розглянемо множину подій, пов'язану з базою неточних і невизначених знань, яка є підмножиною універсальної множини Ω , ототожненої з достовірною подією. Порожня множина \emptyset ототожнюється з неможливою подією. Передбачається, що кожній події $A \subset \Omega$ можна поставити у відповідність дійсне число $g(A)$, що задається суб'єктом – "власником" бази знань (чи одержуване за допомогою процедури переробки інформації, що зберігається в базі знань). Значення $g(A)$ оцінює ступінь упевненості суб'єкта стосовно того, що відбулася подія A з урахуванням поточного рівня інформованості. За визначенням, величина $g(A)$ зростає із збільшенням упевненості. Більш того, якщо A – достовірна подія, то вважається, що $g(A) = 1$, а якщо A – неможлива подія, то приймають $g(A) = 0$.

Звідси міра визначається функцією

$$g : P(\Omega) \rightarrow [0, 1], \quad (2.5)$$

де $P(\Omega)$ – потужність множини Ω . Щоб функція була нечіткою мірою, вона повинна мати властивості [151]:

$$1) \text{ обмеженість } g(\emptyset) = 0; g(\Omega) = 1; \quad (2.6)$$

$$2) \text{ монотонність, якщо } A1 \subseteq A2, \text{ то } g(A1) \leq g(A2) \quad (2.7)$$

$$3) \text{ безперервність, якщо } A1 \subseteq A2 \subseteq \dots \text{ чи } A1 \supseteq A2 \supseteq \dots, \\ \text{ то } \lim_{i \rightarrow \infty} g(A_i) = g \lim_{i \rightarrow \infty} (A_i). \quad (2.8)$$

Вимога 2.6 „обмеженість” – очевидна. Вимога 2.7 монотонності означає, що підмножина іншої підмножини Ω не може мати більшу міру, ніж підмножина, до якої вона належить. Щодо безперервності, то вона вимагає, щоб границя мір нескінченної монотонної послідовності підмножин Ω збігалася з мірою границі

цієї послідовності. До дискретних систем, у яких Ω завжди є кінцевою множиною, вимога безперервності, природно, незастосовна.

Такі функції множини g були запропоновані Сугено [152] для оцінки невизначеності під назвою *нечіткі міри*. Дюбуа і Прад застосовують назву *міра невизначеності* [153].

У літературі описані декілька класів нечітких мір, що мають різні властивості [151, 154]. На рис. 2.8 наведено діаграму співвідношення між нечіткими мірами [150].

Так, наприклад, клас імовірнісних мір входить у клас мір правдоподібності й у клас мір довіри, але не перетинається з класами мір чи можливості

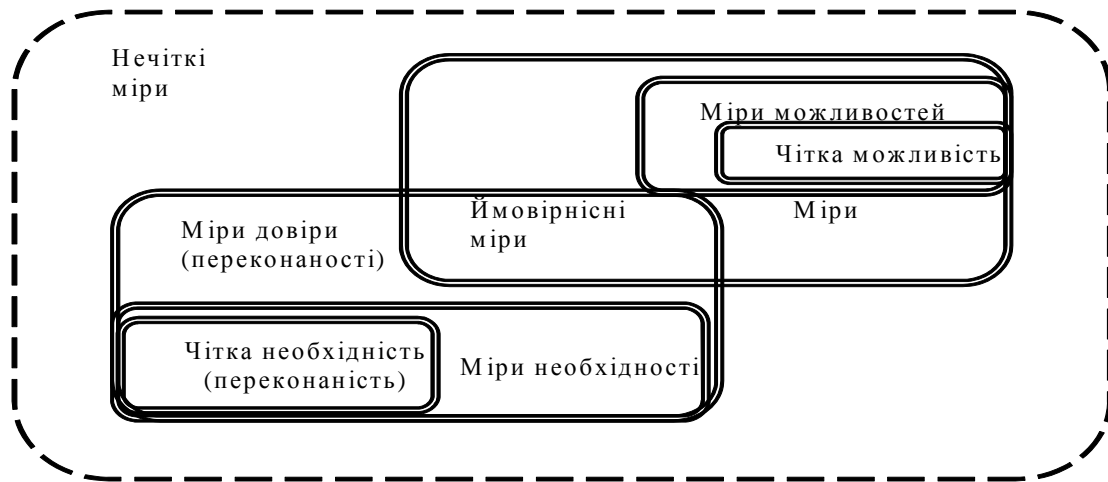


Рис. 2.8. Співвідношення між нечіткими мірами

необхідності.

Міри можливості й необхідності. Наступні нерівності характеризують об'єднання $A \cup B$ чи перетинання $A \cap B$ подій:

$$\forall A, B \subseteq \Omega \quad g(A \cup B) \geq \max(g(A), g(B)), \quad (2.9)$$

$$g(A \cap B) \leq \min(g(A), g(B)). \quad (2.10)$$

Граничним випадком мір невизначеності є функції множини Π такі, що

$$\forall A, B, \Pi(A \cup B) = \max(\Pi(A), \Pi(B)). \quad (2.11)$$

Вони називаються *мірами можливості* Заде [155].

Міри можливості задовольняють співвідношенню

$$\max(\Pi(A), \Pi(\bar{A})) = 1. \quad (2.12)$$

Це інтерпретується як факт, що з двох протилежних подій принаймні одне безумовно можливе.

Коли множина Ω скінченна, то кожному міру можливості Π можна визначити

за її значенням на одноточкових підмножинах Π :

$$\Pi(A) = \sup\{\pi(\omega) / \omega \in A\}, \quad (2.13)$$

де $\pi(\omega) = \Pi(\{\omega\})$; π є відображення з Ω в $[0,1]$, і називається *функцією розподілу можливостей*.

Інший граничний випадок мір невизначеності має місце при досягненні рівності у формулі (2.10). При цьому визначається клас функцій множин, які називаються *мірами необхідності*, позначаються N , і задовольняють подвійній аксіомі (2.11):

$$\forall A, B, N(A \cap B) = \min(N(A), N(B)). \quad (2.14)$$

Функцію розподілу необхідності завжди можна побудувати, виходячи з функції розподілу можливості за допомогою формули

$$N(A) = \inf\{1 - \pi(\omega) / \omega \notin A\}. \quad (2.15)$$

Міри необхідності задовольняють співвідношенню

$$\min(N(A), N(\bar{A})) = 0,$$

яке виключає одночасну необхідність двох протилежних подій.

Можливість і ймовірність. Коли наявна інформація про появу подій у вигляді частот елементарних подій, то міра невизначеності задовольняє аксіомі адитивності.

$$\forall A, B, A \cap B = \emptyset, P(A \cup B) = P(A) + P(B), \quad (2.16)$$

тобто стає *ймовірнісною мірою*, яка є монотонною в розумінні (2.7). Формула (2.16) – імовірнісний еквівалент аксіом (2.11) і (2.14).

Умова, яка еквівалентна умовам (2.13) і (2.14), в кінцевому вигляді записується так:

$$P(A) = \sum_{\omega \in A} p(\omega),$$

де $p(\omega) = P(\{\omega\})$.

Аналогом співвідношень (2.12) і (2.16) є добре відоме співвідношення

$$P(A) + P(\bar{A}) = 1,$$

у той час як

$$\begin{aligned} N(A) + N(\bar{A}) &\leq 1, \\ \Pi(A) + \Pi(\bar{A}) &\geq 1. \end{aligned}$$

З цих співвідношень видно одне з головних відмінностей між можливістю й ймовірністю. Ймовірність деякої події цілком визначає ймовірність протилежної події. Можливість (чи необхідність) деякої події і можливість (необхідність) протилежної події пов'язані слабкіше. Зокрема, для того щоб охарактеризувати невизначеність стосовно події A , потрібні два числа $\Pi(A)$ і $N(A)$.

Коли моделюється суб'єктивне судження, здається природним прагнення не встановлювати жорсткого зв'язку між показниками, які свідчать на користь деякої події (ступінь необхідності), і показниками, які свідчать проти нього (ступінь можливості). У такій ситуації поняття ймовірності виявляється менш гнучким, ніж поняття міри можливості.

Ймовірнісні міри природним чином синтезують базу точних і диференційованих знань, тоді як міри можливості суть відображення неточних, але зв'язаних (тобто підтверджуючих один одного) знань. Функції можливості в цьому значенні більш природні для представлення непевності: від суб'єкта (наприклад, від менеджера) не чекають занадто точної інформації, але хочуть почути, по можливості, найбільш зв'язне судження. Зате точні дані, але з флуктуаціями, найчастіше одержують зі спостережень фізичних явищ (за допомогою вимірювальних приладів).

Наведені вище оцінки неповноти інформації використовуються для одержання логічного висновку на основі тієї інформації, що вже введена в інформаційну систему.

Визначення ентропії знань. У процесі нагромадження знань у деякій галузі діяльності понятійне поле структурується так, що поняття і відношення все адекватніше відбивають досліджуваний фрагмент дійсності (предметної галузі). У [156] відображення цього фрагмента названо "фантом", і таке відображення є цілісним когнітивним інформаційним ресурсом людського інтелекту. Якщо відображення предметної галузі підтримується в електронній пам'яті, то такий "фантом" є інформаційною моделлю "фрагмента дійсності".

Визначити рівень знань (тобто повноту когнітивного поля інформації) з відображуваним у ньому об'єктом досліджень можна, оцінивши ступінь симетрії (асиметрії) цих знань і дійсності. Для такої оцінки вводиться [156] кількісна міра симетрії інформації та об'єктивної реальності через оцінку ентропії інформації (тобто семантичну оцінку кількості відсутньої інформації).

Основа розвитку когнітивної структури інформації – мислення. Одна з логічних форм мислення – судження – містить концептуальне відображення предмета досліджень, яке трактується як адекватне дійсності. Висновки, що базуються на судженнях і заснованих на них доказах, складають когнітивний ресурс наукових досліджень.

Введемо спочатку семантичну міру інформації, яка відповідає множині тверджень відносно категорій предметної галузі [156]. Введемо одиницю цієї міри – елементарну одиницю інформації – ЕСО (елементарна семантична одиниця). Очевидно, що зміст ЕСО або адекватно описує об'єкт, що моделюється, або розходиться з ним. Тому формально істинність ЕСО в загальному випадку умовна. Помилкове трактування якого-небудь судження як істинного є лише вираженням специфіки мислення ЛПР, але не недоліком уведеного визначення ЕСО.

Це положення вказує і на те, що когнітивна структура наукової інформації є не копією явищ і об'єктів предметного світу, а лише продуктом інтелектуальної діяльності людей (ЛПР), свого роду фантомом дійсності, тобто інформаційною моделлю, погодженою з реальним світом і мозаїчно складеним з ЕСО. Узгодження

тут забезпечується результатами, одержуваними при дослідженнях, тобто при побудові інформаційної моделі.

Для визначення кількості семантичної міри інформації розглянемо закон розподілу ЕСО різної істинності. Знайти її можна, скориставшись варіаційно-ентропійним принципом, коли вигляд розподілу, що описує аналізовану систему, визначається умовою максимізації ентропії цієї системи S при фіксованих умовах, що відповідають її природі [157]:

$$S = - \int f(x) \ln f(x) dx = \max,$$

$$\int E(x) f(x) dx = E,$$

$$\int f(x) dx = 1,$$

де S – ентропія; $E(x)$ – міра зусиль, потрібних для переведення даного елементу системи в стан x , E – міра зусиль, необхідних для переведення всієї системи в стан, описуваний розподілом $f(x)$. Остання з наведених умов означає нормування розподілу.

Суть варіаційно-ентропійного принципу полягає в знаходженні такого розподілу $f(x)$, що мінімізує E , максимізуючи S .

Як міру різноманітності істинності ЕСО доцільно вибрати ентропію розподілу Ціпфа, що описує розподіл кількості ЕСО різної істинності:

$$S(x) = - \sum n(x) \ln n(x),$$

де x – характеристика істинності ЕСО в рамках даної теорії чи парадигми [156].

Відомо [158, 159], що із зростанням максимального вибіркового значення I випадкової величини x вона швидко сходиться до кінцевої границі:

$$S = - \sum_{x_0}^I \frac{n(x)}{N} \log_2 \frac{n(x)}{N} = \frac{1}{\ln 2} [\ln \alpha^{-1} + \alpha^{-1} + 1 +$$

$$+ \ln(x_0^{-\alpha} - I^{-\alpha}) + \frac{1+\alpha}{\alpha} \frac{\ln(x_0^\alpha) / x_0^\alpha - \ln(I^\alpha) / I^\alpha}{x_0^{-\alpha} - I^{-\alpha}}];$$

$$\lim_{\substack{I \rightarrow \infty \\ N \rightarrow \infty}} S = \frac{1}{\ln 2} (\ln \alpha^{-1} + \alpha^{-1} + 1 + \ln x_0),$$

де x_0 – мінімальне вибіркоче значення x ;

α – параметр розподілу Ціпфа $n(x)$;

N – обсяг вибірки.

Даний вираз є окремим випадком ентропійної функції

$$H = \sum \mu_i \ln \mu_i,$$

де μ_i – міра на множині станів розглянутої системи для групи подій ($i = 1; 2; \dots$). Причому міра μ_i в загальному випадку не обов'язково повинна бути ймовірнісною, тобто задовольняти умові

$$\sum \mu_i = 1.$$

Це обов'язково лише для ентропії, що є окремим випадком більш широкого поняття "ентропійна функція". Так, наприклад, "не ймовірнісний" характер ентропійної функції H використовується при структурному аналізі в теорії графів [160]. Міра μ_i тут ґрунтується на співвідношенні кількості можливих зв'язків між елементами досліджуваної системи й урахуванні напрямків цих зв'язків.

У теорії інформації ентропію у використовуваному в даний час вигляді вперше широко застосував К. Шеннон [161], розглядаючи на синтаксичному рівні дискретне джерело інформації, яке представлено у вигляді марковського процесу. Вибір саме ентропійної (логарифмічної) функції зумовлений її перевагами, головна з яких полягає у властивості адитивності: при повідомленнях про незалежні події повна інформація дорівнює сумі інформації, що міститься в окремих повідомленнях.

Так якщо каналом зв'язку передається повідомлення про подію, апріорна ймовірність якої дорівнює P_1 , то після прийому повідомлення апостеріорна ймовірність цієї події для одержувача стає рівною P_2 . Приріст кількості інформації, пов'язаний із прийомом повідомлення, визначається виразом

$$H = \log (P_2 / P_1) = \log P_2 - \log P_1.$$

Саме він лежить в основі кількісної структурної міри інформації.

Якщо канал передачі повідомлень ідеальний, тобто в ньому цілком відсутні перешкоди й перекручування сигналу, подія після прийому повідомлення про нього стає достовірною, тобто P_2 перетворюється на одиницю, а вираз для H набуває такого вигляду:

$$H = -\log P_1.$$

Для групи подій, повідомлення про які передаються каналом зв'язку, середня інформація на один символ визначається в такий спосіб:

$$H = -\sum P_i \log P_i.$$

Усі ці вирази відносяться до аналізу інформації на синтаксичному рівні. При її розгляді на семантичному рівні та ентропійному підході до оцінки адекватності когнітивної структури інформації (або інформаційної моделі) досліджуваному фрагментові дійсності зміст імовірностей P_1 і P_2 стає іншим. Імовірність P_1 тут – характеристика істинності фрагмента дійсності, тобто апріорна імовірність істинності фрагментів дійсності, що відповідають ЕСО, яка

формує вже зараз чи в майбутньому когнітивну структуру інформації. Імовірність же P_2 характеризує семантику щодо істинної події, а тому не дорівнює одиниці.

Перехід від синтаксичного рівня до семантичного приводить до принципових змін: не P_2 , а $P_1 = I$. Це викликає необхідність зміни знака у виразі, що описує ентропію S розподілу кількості ЕСО різної істинності.

Смисл зміни знака для S полягає в тім, що визначається не кількість інформації, що вже є і в семантичному плані вважається достовірною, тобто позитивною величиною, а ступінь дезорганізації наявної інформації у відношенні її істинності, тобто кількість відсутньої, але потенційно можливої інформації.

При оцінці цього ступеня дезорганізації, розраховується кількість інформації, якої поки ще немає чи істинність якої викликає сумнів. Тому у виразі для S змінюється знак. Саме ця кількість інформації й дозволяє аналітично оцінити адекватність когнітивної структури інформації досліджуваному фрагментові дійсності, тобто їх взаємну симетрію, або адекватність моделі.

Таким чином, ентропія S розподілу кількості ЕСО різної істинності описується виразом

$$S = \sum_{x_0}^I \frac{n(x)}{N} \log_2 \frac{n(x)}{N}, \quad (2.17)$$

тобто без мінуса перед сумою в порівнянні з ентропією розподілу Ціпфа. Відсутність знака мінус у (2.17), як це зазначалося вище, означає, що ми визначаємо не кількість інформації, а її ентропію, тобто ступінь дезорганізації інформації за рахунок невідомої нам, але потенційно існуючої її частини, яка характеризується величиною S .

При $N \rightarrow \infty$ і $x_0 = I$ маємо:

$$\lim_{\substack{I \rightarrow \infty \\ N \rightarrow \infty}} S = - \frac{1}{\ln 2} (\ln \alpha^{-1} + \alpha^{-1} + 1). \quad (2.18)$$

У той же час, у граничному випадку (повна ідентичність дійсності та її інформаційної моделі), тобто при $n(x_{np}) = 0$, чи кількості однакових міток, що дорівнює N , невизначеність інформації про реальність відсутня, а статистична вага такого стану нескінченно мала величина. Ентропія дорівнює нулю:

$$S_{np} \Big|_{x=I=N} = - \frac{1}{\ln 2} (\ln \alpha^{-1} + \alpha^{-1} + 1) = 0, \quad (2.19)$$

звідки неважко знайти значення α :

$$\alpha = \exp(1+1/\alpha),$$

або $\alpha = 3,59$, тобто розподіл $n(x)$ є гаусовим.

Розкриємо $n(x)$ у (2.17). У загальному випадку одержимо:

$$S = -\frac{1}{\ln 2} [\ln \alpha^{-1} + \alpha^{-1} + 1 + \ln(x_0^{-\alpha} - I^{-\alpha}) + \frac{1+\alpha}{\alpha} \frac{\ln(x_0^\alpha)/x_0^\alpha - \ln(I^\alpha)/I^\alpha}{x_0^{-\alpha} - I^{-\alpha}}]; \quad (2.20)$$

Тому що $x_0 \triangleq 1$, а $I^{-\alpha} \ll 1$, то

$$S = -\frac{1}{\ln 2} [\ln \alpha^{-1} + \alpha^{-1} + 1 - \frac{1+\alpha}{\alpha} \ln(I^\alpha)/I^\alpha]; \quad (2.21)$$

чи, з огляду на (2.16), (2.17) і що $\ln 2 = 3,59$ одержимо

$$S = \frac{6,62}{I^{3,59}} \ln I. \quad (2.22)$$

Як бачимо, вираз (2.22) дозволяє оцінити ступінь дезорганізації фантома дійсності, тобто його ентропію, через одну змінну $x = I$, тобто через максимальне значення x у вибірці, кількість елементів якої потенційно дорівнює N . Наявність тільки однієї змінної I у (2.22) свідчить, що S може характеризувати ЕСО фантома у відношенні їх істинності і служити мірою асиметрії стосовно дійсності та описувати взаємне співвідношення детермінованої (істинної) й нечіткої складової інформаційної моделі даної предметної галузі.

Вибір альтернативного кроку діалогу

Партнери, які ведуть еротематичний діалог, як і в інших випадках спілкування, прагнуть досягти деякої узгодженої мети діалогу G^W для заданої предметної області W . Для формування наступного запитання партнер з'ясовує ("усвідомлює"), який рівень невизначеності має його база знань і які категорії бази знань мають щонайбільший рівень ентропії. Можуть бути також два випадки, коли потрібні інші критерії для вибору чергового кроку: а) більше однієї категорії має один і той же рівень "незнання" і б) у партнерів існують переваги обговорювати в рамках чергової ситуації "запитання-відповідь" "семантично" близький об'єкт – категорію. У результаті ідентифікатор чергового кроку діалогу визначимо як

$$i = f_2(G^W, \max(S_C), R_N) \quad (2.23)$$

де G^W – мета діалогу;

S_C – ентропія категорії;

R_N – параметр, який визначає семантичну близькість категорій.

Пропонована формальна модель вибору наступного альтернативного кроку діалогу застосовується для побудови динамічного сценарію (який не створений заздалегідь) для інтерфейсу в СППР.

На відміну від рис. 2.7, еротематична машина, яка представляє модель комунікативної взаємодії партнерів діалогу і наведена на рис. 2.9, має "Блок

оцінки ентропії знань", що забезпечує вибір такого суб'єкта питання, який як елемент бази даних має найвищу ступінь невизначеності. Наприклад, у запису бази даних про персонал відсутнє значення атрибуту "номер телефону". Зазначений блок визначить такий факт як "ентропію" і ініціює питання експерту типу "Який номер телефону має суб'єкт X?".

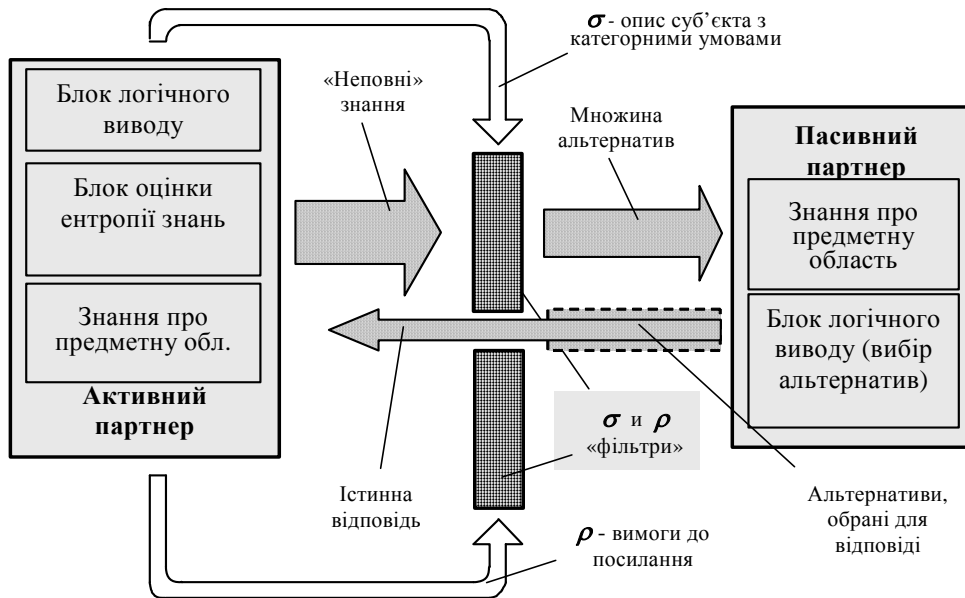


Рис. 2.9. Еротематична машина для динамічної побудови послідовностей «питання – відповідь» на основі оцінки невизначеності знань

Висновки

Програмно-технічні системи, що включають інтелект експертів – людей та засоби підтримки діяльності персоналу, призначені для менеджерів, економістів, студентів і тьюторів, повинні мати в своїй основі моделі поведінки людини. Діяльність людини в таких системах полягає у виконанні процедур, які зводяться до обробки інформації та її спеціального виду – знань. Комунікативні процедури займають більшу частину часу, і саме вони забезпечують останній етап прийняття рішення – його затвердження, або авторизацію. У випадку автоматизованих систем навчання процедури, що реалізують комунікативні функції, у таких системах забезпечують передавання знань, тестування, взаємодію студента з тьютором. Для моделювання таких функцій і процедур в розділі 2 досліджено комунікативні аспекти обробки інформації людиною та запропоновані моделі для реалізації тих самих функцій у середовищі ГІС. Одним із напрямів цього дослідження був когнітивний підхід, який оперує моделями сприймання, розпізнавання, обробки, зберігання інформації інтелектом людини.

Розгляд інформаційних процесів, які є засобами комунікативної взаємодії суб'єктів – партнерів, що мають інтелект, підтвердив одну з гіпотез даної роботи. Вона полягає в тому, що діалоговий процес, який ініціює "агент" (у широкому розумінні – певна сутність, що може самостійно діяти в середовищі), та його

формальна модель можуть бути концептуальним базисом для створення програмних компонентів комп'ютерних систем підтримки навчального процесу.

Показано, що для програмної реалізації моделі діалогу слід застосувати, як концептуальну основу, перцептивний цикл сприймання людиною інформації із зовнішнього середовища. З цією метою наведені моделі сприймання (цикл Нейсера), модель уваги Каннемана та відповідну їй діаграму класів у нотації UML, модель пам'яті Ковена.

Основні результати досліджень розділу 2 полягають у такому. Запропоновані складові моделі інформаційної взаємодії агента – людини з програмними компонентами ГІС: перцептивний цикл Нейсера, логіку запитань – відповідей, розподілений у мережі сценарію метод логічного висновку, тернарне представлення знань "об'єкт–властивість–відношення", концепцію інтелектуального агента.

Обрана інформаційна модель учня, що відповідає вимогам персоналізації навчання, з одного боку, та природі й моделі еротематичного діалогу – з іншого. Така модель забезпечить створення програмних модулів тестування. З метою побудови алгоритму синтезу дистракторів (альтернативних неправильних варіантів відповіді) зроблено огляд та оцінку відомих моделей учня.

Запропоновано формально-логічну модель побудови питань до партнера діалогу на основі аналізу повноти знань партнера – агента, що ініціює питання для створення алгоритмів контролю знань.

РОЗДІЛ 3

3. ІНФОРМАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В АДАПТИВНИХ ГІС "ЕЛЕКТРОННОГО" НАВЧАННЯ

3.1. Інформаційні інтелектуальні гібридні системи "людина – машина"

Людино-машинні системи, до складу яких входять людина як користувач чи оператор і інформаційна система на основі ЕОМ, на етапі ідентифікації можна розглядати з двох точок зору:

- користувач належить до підсистеми управління, а комп'ютерні засоби – до об'єкта управління;
- користувач розглядається як складова об'єкта управління.

В обох випадках розгляд систем "людина – комп'ютер" можна почати, віднісши їх до класу ергатичних систем. Такі системи розглядаються ергономікою як взаємодія оператора, машини й середовища. Теорія і практика ергатичних систем продовжує удосконалюватись, ведуться дослідження, у тому числі авторами ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова, КМУГА та ін. (А. П. Свиридов, В. Д. Самойлов, А. М. Довгяло, А. Я. Савельєв, Р. С. Нємов, В. В. Павлов, Г. М. Зараківський), [162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170].

У роботі [88] проведено аналіз концепцій організації процесу навчання і обґрунтовується необхідність розробки і впровадження в процес передтренажерної підготовки операторів ергатичних систем комп'ютерної технології навчання. Запропоновано структурну модель знань і адаптивний алгоритм керування інформаційним потоком на основі стек-спискової моделі. Побудовано формальну модель процесу навчання з нечітко заданою цільовою функцією, розроблено методику експертного оцінювання, яка дозволяє знизити суб'єктивний фактор у процесі прийняття рішень, запропоновано метод побудови динамічних шкал оцінювання для настроювання лінгвістичних оцінок з урахуванням вимог кваліфікаційної характеристики. Виведено закон засвоєння і збереження інформації в пам'яті оператора, який дозволяє прогнозувати рівень збереження навиків у оператора з часом і планувати навчання з метою підвищення кваліфікації. Розроблено експертну систему керування процесом навчання операторів ергатичних систем на базі локальної обчислювальної мережі в середовищі Delphi.

У [171] систему "студент – комп'ютер" розглянуто як інтелектуальну ергатичну систему, на якість якої впливають групи характеристик студента та комп'ютера як засобу навчання. Оцінювання якості взаємодії в системі "студент – комп'ютер" здійснено на основі двох багатofакторних кваліметричних моделей: регресивної та логічної. Багатofакторну регресивну модель побудовано на основі методу групового врахування аргументів, логічну – на базі нечіткої логіки. За результатами регресивної та логічної моделей розроблено методи оцінювання якості взаємодії в системі "студент – комп'ютер".

Автор [172] розглядає ергатичну систему як таку, в якій оператор є складовою об'єкта управління (рис. 3.1).

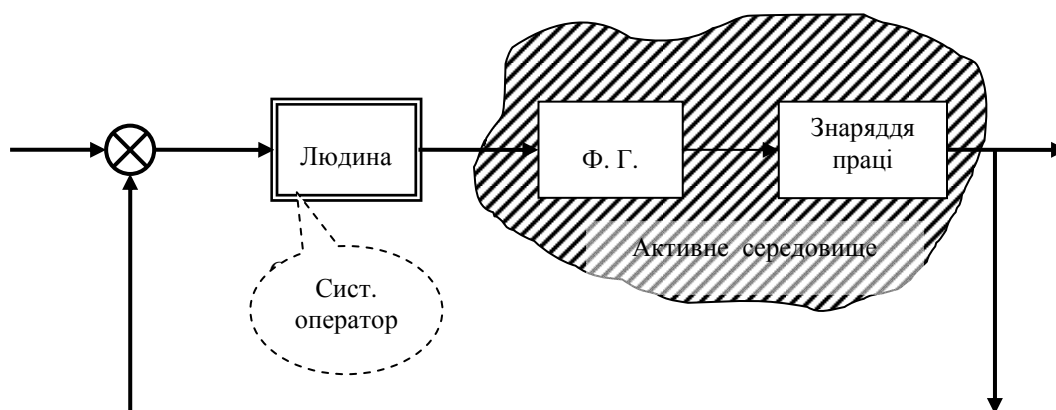


Рис. 3.1. Ергатична система

У системах виявлення, асиміляції й обробки знань людина та ЕОМ взаємодіють між собою, створюючи активну систему. Це така система, що має у своєму складі об'єкти, які підлягають керуючим діям і в той же час мають власні цілі. Людина як складова системи, в якій вона взаємодіє з ЕОМ, має власні цілі в умовах навчання та прийняття рішень [70]. Такі цілі зумовлені потребами та мотивацією. Система, до складу якої входять люди та програмно-технічні засоби, вважатимемо частковим випадком ергатичної системи. Програмно-технічні засоби людино-машинної (ергатичної) системи, що реалізують інтелектуальні функції, утворюють інтелектуальну систему з інтелектом двох видів: машинного та людини, яка взаємодіє з таким машинним інтелектом. Услід за [173] та [174] вважатимемо такі системи "гібридними інтелектуальними системами" – ГІС. Системи гібридного інтелекту, засновані на застосуванні адаптивної інформаційно-обчислювальної техніки, призначені для колективного вирішення найскладніших і відповідальних завдань в оперативному управлінні виробництвом, спеціальній освіті, проектуванні складних систем і нової техніки, прогнозуванні і плануванні розвитку народного господарства, охороні навколишнього середовища, наукових дослідженнях [175].

Автоматизована система навчання (АОС), роль якої в умовах сучасного "електронного навчання" (e-Learning) виконує інтелектуальний тьютор [71], є підсистемою управління гібридної інтелектуальної системи, до складу якої входять студенти, тьютори, адміністратори, інтелектуальні програмні сутності-агенти. Цілі електронного тьютора є цілями самої ГІС.

У [176] до перспективних високоінтелектуальних технологій освіти віднесено побудову і використання моделі слухача й адаптація до нього системи навчання. "Адаптація до слухача дозволяє викладачеві вибирати більш зручні методи, форми і засоби навчання відповідно інформації, отриманої від спілкування зі слухачем" [Гриценко, 2006, с. 7]. Автори [86, 71] визначили поняття когнітивного рівня учня (студента, надалі – "слухач"). Це поняття охоплює рівень здобутих знань та когнітивний стан, який впливає на способи й

здатність слухача сприймати навчальну інформацію. Інформація про когнітивний рівень є складовою моделі слухача і використовується, зокрема, для адаптації системи навчання шляхом регулювання властивостей навчальної інформації.

У роботі [177] зроблено аналіз освітніх середовищ, які охоплюють усі суспільні ресурси навчання, та визначено тенденції їх розвитку. На рис. 3.2, що він запозичений з цієї роботи, наведені етапи еволюції освітніх середовищ (у нашій інтерпретації).

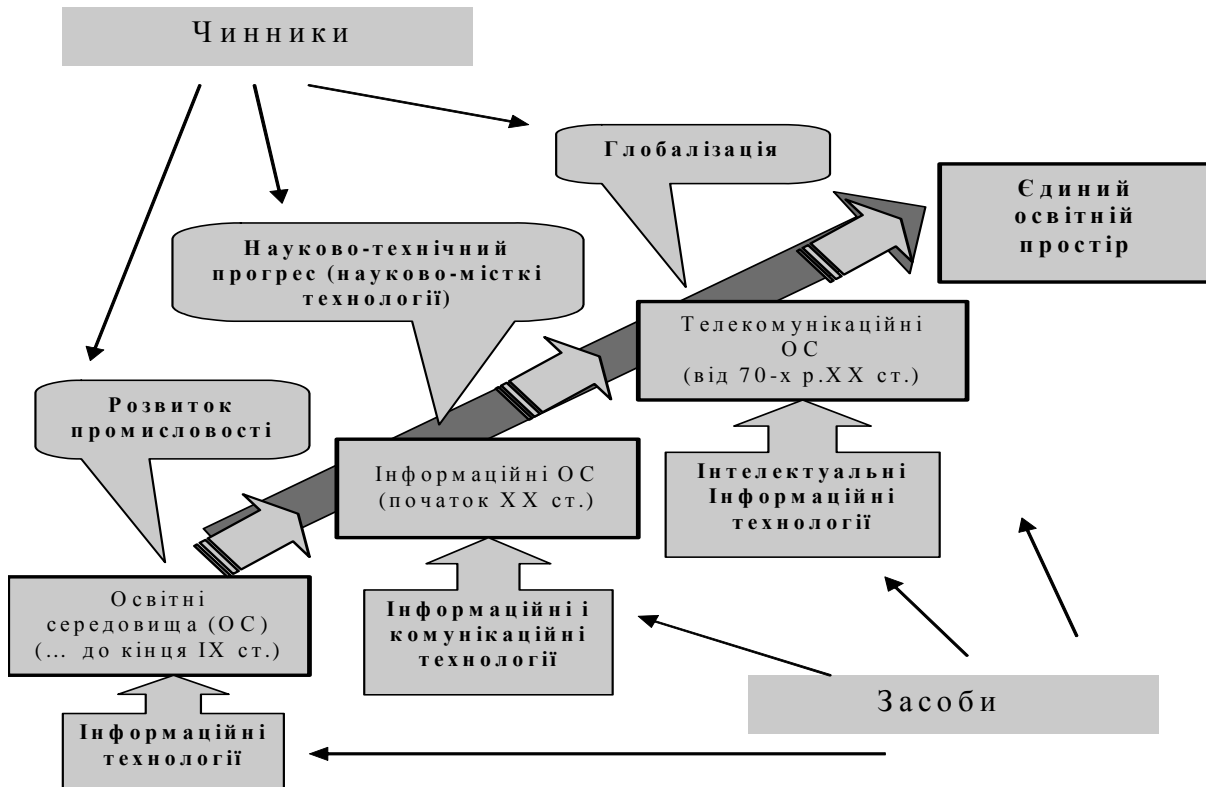


Рис. 3.2. Етапи трансформації освітніх середовищ

3.2. Інформаційні та комунікаційні складові навчального процесу

Програмні компоненти як реалізацію інформаційних технологій в межах об'єктного моделювання систем розглядають як методи, що належать деякому об'єкту. Програмні методи визначаються на основі аналізу предметної області і повинні містити алгоритми інформаційних процесів, які здійснюються в цій області. Можливості сучасних автоматизованих систем навчання (АОС) дозволяють будувати персоналізовані середовища для навчання. Такі можливості забезпечать урахування когнітивних персональних стилів сприймання навчальної інформації за умови розробки відповідних алгоритмів і програм.

Представимо навчання як процес передачі знань у вигляді інформаційного потоку повідомлень на адресу учня (студента). Індивід не пасивно відображає дійсність, а активно перетворює інформацію про зовнішній світ. Ці процеси охоплюють феномени сприймання та категоризації, тобто навчання є процесом трансформації педагогічних дій кожним учнем, результатом якого є набуття знань

слухачем. Процес набуття знань – це послідовність стадій переробки інформації: сприймання інформації, її внутрішня переробка і зберігання, застосовність та оперативна доступність знань і умінь (див. рис. 1.4).

У діяльності індивіда психологія розрізняє такі аспекти, як пізнання (когніція) і мотивація. Когнітивні процеси – це психічні функції, що забезпечують відображення предметів та їх взаємозв'язки. Мотивація означає загальну готовність людини прагнути свідомо поставлених цілей, навіть якщо при цьому доводиться долати труднощі і перешкоди. На навчальну, інформаційну за своєю природою, діяльність впливають як здібності особистості, так і готовність учитися, тобто мотивація. Інакше кажучи, успішність цієї діяльності визначається, з одного боку, тим, що людина вже знає і уміє, а з іншого – тим, чи хоче вона вчитися. Тому розрізняють:

- когнітивні змінні здібностей до навчання;
- мотиваційні змінні установки до навчання.

До когнітивних процесів належать [178]:

- сприймання;
- запам'ятовування і відтворення;
- понятійна переробка мислення і розв'язання задач.

Здібності людини виявляються і розвиваються через актуалізацію когнітивних процесів. Характеристики когнітивних процесів поділимо на детальні та інтегральні. До детальних відносяться характеристики окремих когнітивних процесів (обсяг; стійкість уваги [179]; швидкість заучування; точність актуалізації змісту пам'яті і т. ін.). Інтегральні характеристики відображають стійкі індивідуальні особливості пізнавальних стратегій. Ці стратегії, або когнітивні стилі, можна ще назвати конструктами для позначення способів сприймання, мислення і поведінки, що переважно використовуються людиною. Методи вимірювання когнітивних характеристик розглянуті нами в [180].

Використаємо схему інформаційної взаємодії партнерів – учасників навчального процесу, запропоновану в роботі [71] та наведену на рис. 1.6, і трансформуємо схему з компонентами навчального процесу так, як наведено на рис. 3.3. З цього рисунка видно, що процеси спілкування учасників навчального процесу забезпечують як передавання знань, так і моніторинг успішності навчання.

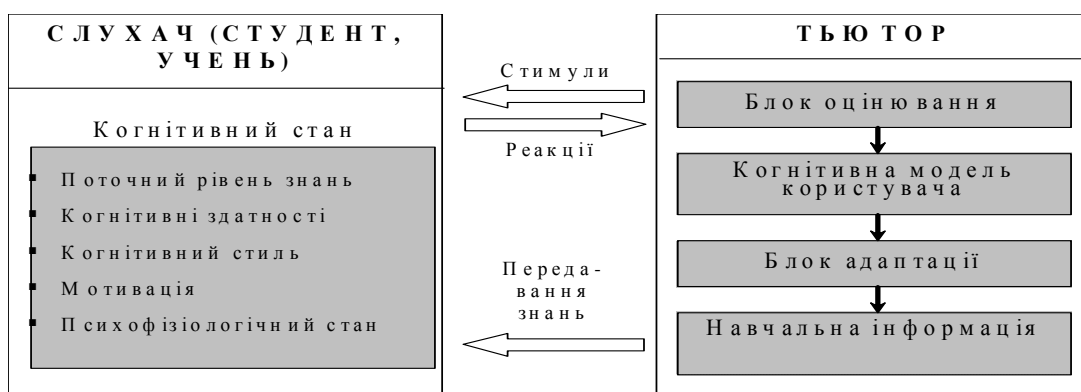
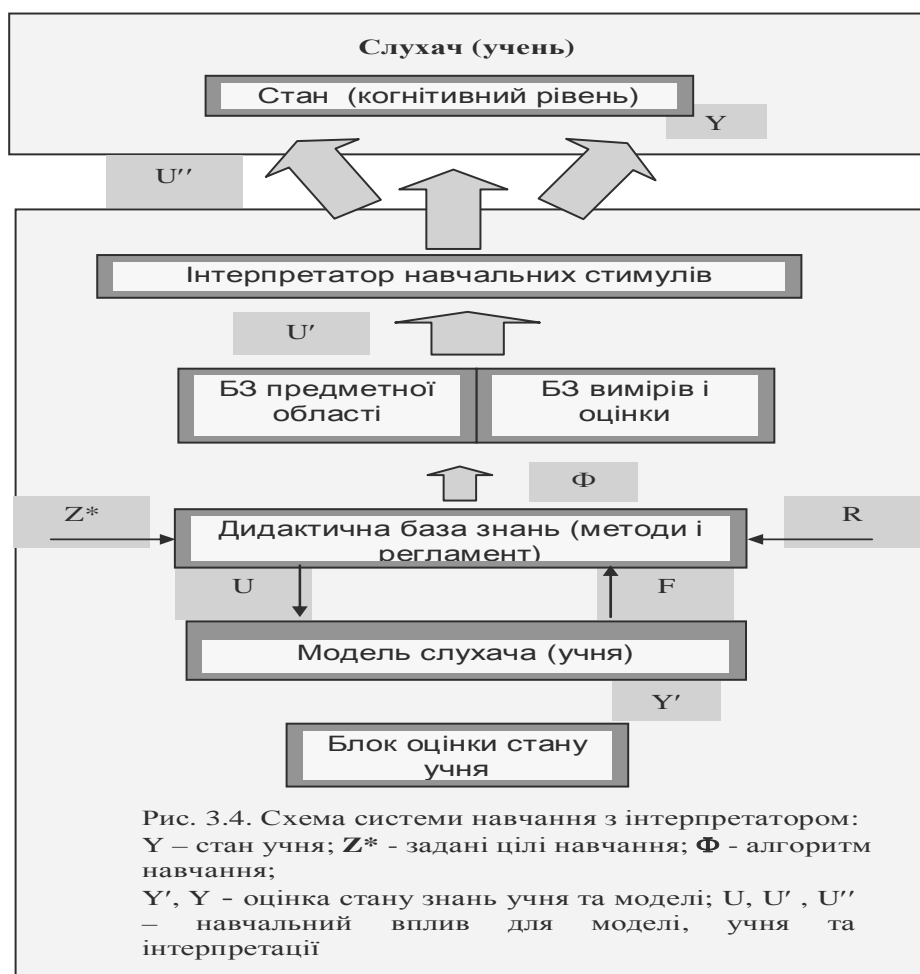


Рис. 3.3. Складові навчання



Для реалізації управління навчанням в автоматизованих системах використовують моделювання характеристик і стану учня [181], а також інформаційні бази для навчальних впливів та моніторингу успішності навчання. Наведемо загальну схему управління навчання, яка містить перелічені складові (рис. 3.4).

Таким чином, для автоматизованої системи контролю знань необхідні:

- моделі знань учасників навчання;
- модель спілкування для переносу знань, яка забезпечить контроль істинності переданих елементів знань, у тому числі відповідність їх структурам знань комунікантів.

3.3. Моделювання учня та тьютора в автоматизованих системах навчання

У [54] було запропоновано проводити класифікацію моделі учня (МУ) відповідно до природи і форми інформації, яку містить МУ, а також способу її інтерпретації. Така класифікація поділяється на три, у загальному випадку незалежних, напрями – три критерії класифікації МУ відповідно до природи, форми і способу інтерпретації інформації, яка міститься в МУ.

Основним критерієм класифікації МУ є природа відбиваної в МУ інформації. З цієї точки зору, всі МУ можуть бути поділено на дві великі групи –

моделі знань по курсу, що вивчається, і моделі індивідуальних, предметно-залежних характеристик. Ці дві групи істотно різняться як за формою представлення моделі, так і за способами її побудови й використання.

До недавнього часу вважалося, що модель учня є моделлю поточного стану знань і умінь індивідуального учня [40], моделям індивідуальних характеристик надавалася недостатня увага, і цей напрям менш досліджений. Кількість робіт з питань моделювання характеристик користувача недостатня, і тому вичерпна класифікація цих моделей поки що не склалася [57; 58].

Модель знань учня (МЗО) є віддзеркаленням стану і рівня знань учня з курсу, що вивчається (що і наскільки добре знає учень). Найпростішою формою МЗО є **скалярна модель**, яка оцінює рівень знань користувача по курсу навчання деякою інтегральною оцінкою, наприклад числом від одного до п'яти чи до дванадцяти.

На відміну від скалярної **оверлейна модель** дозволяє відобразити, що саме знає і чого не знає учень. Оверлейна модель припускає, що всі знання з курсу навчання розбиті на деякі незалежні порції, елементи. Найпростіша оверлейна модель зіставляє з кожним елементом булеву оцінку: 1 або 0, відповідно до того, знає чи не знає цей елемент учень. Тут знання учня в кожний момент часу представляються як підмножина знань експерта. Саме тому цю форму моделі називають оверлейною або покриваючою моделлю. Ускладнена форма оверлейної моделі дозволяє додатково відобразити, наскільки добре учень знає ці елементи. Для цього кожному елементу знань ставиться у відповідність деяка міра знання цього елемента учнем. Це може бути як скалярна міра (цілочисельна або ймовірнісна), так і векторна оцінка.

Для роботи з помилками учнів, які не можна представити в рамках оверлейної моделі, застосовуються так звані **моделі помилок** (bug models або buggy-models), які дозволяють визначити і відобразити причини неправильної поведінки учнів. Найбільш повно дослідженим видом моделей помилок є моделі пертурбацій (perturbation models). **Моделі пертурбацій** припускають, що для кожного елемента експертних знань існує один або декілька помилкових елементів – його пертурбацій. Неправильна поведінка учня може бути викликана, з погляду такого підходу, систематичним уживанням замість правильного елемента знань однієї з його пертурбацій.

Як оверлейна МУ, так і моделі помилок моделюють поточний стан знань учня, відштовхуючись від структури знань експерта. Оверлейні МУ трактують знання учня як зважену підмножину знань експерта, а моделі помилок дозволяють відобразити помилкові відхилення від експертних знань. Проте в процесі навчання знання учня можуть проходити декілька рівнів, на кожному з яких вони можуть бути правильними і бути спрощенням або окремим випадком (але не підмножиною) експертних знань. Була запропонована форма моделі, яка дозволяє відобразити процес розвитку (генези) знань учня від простого до складного, від окремого до загального. Як родова МУ був запропонований **генетичний граф** – складна мережа, вузлами якої були елементи процедурних знань (правила продукції), а зв'язки задавали відносини між ними. Генетичний

граф можна розглядати як розвиток суто оверлейної МУ і моделі помилок. Така форма МУ дозволяє точніше відобразити стан знань учня.

Таким чином, з погляду природи відбиваних у МУ знань, можна виділити:

- генетичні моделі (відображення можливої генези знань учня);
- моделі помилок (відображення можливих помилок);
- оверлейні МУ (відображення можливого стану знань).

З погляду способу інтерпретації, моделі учня можна розділити на виконувані і не виконувані. Модель учня вважається виконуваною (executable, runnable, simulation), якщо її поточний стан може бути використано деяким інтерпретатором для імітації поведінки модельованого учня в процесі розв'язання їм навчальних задач.

З погляду природи відображуваних знань, виконувані моделі слід називати процедурними [182]. Будь-яка модель, що відображає процедурні знання учня, може бути перетворена у виконувану за наявності відповідного інтерпретатора. Найпопулярнішою формою виконуваних моделей є суто процедурні моделі, елементами знань яких є правила продукції. У цьому разі як інтерпретатор використовується класична машина виводу, що входить до складу модуля-експерта. Слід зазначити, що "виконуваність" є незалежним вимірюванням класифікації МУ: моделі можуть бути і суто оверлейними, і моделями помилок, і генетичними моделями.

З погляду змісту, елементи знань про предметну область навчання (надалі ПрО), які створюють родову МУ, можуть представляти знання експерта і новачка, бути правильними і помилковими, мати процедурний і не процедурний характер. З погляду структури й форми МУ, у цілому ці елементи можуть бути незалежними один від одного (вектор елементів), і можуть бути пов'язані один з одним відносинами різного роду. Родова модель, у якій в явному вигляді задані відносини між її елементами, є мережею (вузли – елементи знань, дуги – відношення), структура якої відображає структуру знань ПрО. Такі моделі називаються структурно-мережними. "Структурна – неструктурна" також є незалежним критерієм класифікації МО: структурні моделі можуть бути оверлейними й генетичними, виконуваними і невиконуваними. Однією з розвинених структурно-мережних моделей є згадуваний вище генетичний граф, який є виконуваною МУ.

Будемо розглядати складові моделі слухача в межах навчання за допомогою електронного тьютора щодо його можливостей навчатися, урахувуючи і набуті знання як **когнітивний рівень слухача**. Когнітивні стилі та постійні характеристики і переваги щодо навчальної інформації розглянуті автором із співавторами в [180]. Змінною складовою когнітивного рівня слухача є **поточний рівень знань**. Для вирішення питання про побудову тестів розглянемо

- представлення знань навчального предмету,
- сутність тестів та які знання можна перевірити тестами.

Моделювання тьютора в АСН. Тести і знання.

Як видно з рис. 3.5, наведена схема системи управління навчанням не містить уособленої моделі тьютора. До такої моделі слід віднести традиційні

компоненти для управління навчанням в АОС, а саме "Блок оцінювання" та "Зміст навчальних предметів". Крім того, до складових архітектури тьютора слід віднести підсистему управління інтерфейсом "учень-тьютор".

Для того щоб визначити, які саме знання потрібні тьютору для побудови тестових пропозицій, розглянемо, які засоби використовуються для представлення контенту навчання.

Тестування знань слухача (студента, учня, загалом – особи, що вчиться) в більшості літературних джерел і досліджень розглядається як окрема проблема, пов'язана зі створенням тестових послідовностей для деякого фрагмента навчального предмету. Така традиція, на думку автора, склалась завдяки тому, що тести успішності навчання походять від тестів, які розроблялись психологами для потреб психодіагностики. У роботах таких авторитетів, як В. С. Аванесов, [183], Е. А. Михайличев [85], простежується аналогія з методологією побудови тестових завдань, наведених у [184]. Насправді методологія побудови педагогічних і психологічних тестів повинна будуватись на різних засадах, тому що цілі в першому і в другому випадках відрізняються, а саме:

- Педагогічний тест виявляє якість створеного в пам'яті слухача "інформаційного фантома" [156] дійсності (декларативна складова навчання) або набору вмій (процедурна, або операційна, складова).
- Психологічне тестування виявляє "інструментарій", яким володіє індивід і який визначає його поведінку з точки зору не предметних, а загальних здібностей. Наприклад, когнітивну поведінку, тобто виконання операцій сприймання та інформаційної обробки.

У роботі Дж. Равена [185], яка присвячена психологічному тестуванню, критикується практика "тестування чого-небудь" і розвивається підхід щодо визначення компетентності того, хто тестується. Ця компетентність стосується загальних здібностей індивіда і складається з таких компонентів, як ставлення до професійного росту, соціальних потреб та ін. Ми пропонуємо застосувати цей же підхід для визначення тих знань і вмій, які повинні підлягати контролю у вищій освіті.

Контроль знань.

У педагогіці контроль знань проводиться на початку і в кінці періоду навчання, а також в інші терміни, встановлені регламентом освітнього процесу. Навчання із застосуванням машинного тьютора дозволяє оперативно контролювати знання, теоретично – у будь-який момент часу. Цей момент визначається не організаційними, а когнітивними умовами. У розділі 1 показано, що одним із засобів контролю стану знань є тестування. Для комп'ютерного тестування потрібна електронна версія тестових наборів, програмні засоби для ведення діалогу „тьютор-студент”, а також засоби для підтримки і ведення тестових наборів, тобто бази даних тестів. Як правило, комп'ютерні засоби автоматизованих систем навчання мають розвинутий сервіс для введення і редагування текстової форми тестів. Ці тести створюють викладачі, що ведуть відповідний навчальний предмет. З іншого боку, ті самі викладачі є авторами

посібників чи підручників, які містять декларативну частину знань, потрібних студентам з даного предмету. У випадку якщо викладач не є автором текстів, що містять декларативні знання, то він посилається на відповідний підручник чи інші джерела, які містять такі знання. Ці ж джерела використовуються і для створення тестів перевірки засвоєння знань. Як правило, декларативні знання і в класичному, і в дистанційному навчанні представлені мовними засобами, найчастіше – текстами.

Машинний тьютор необхідно містить знання про предметну область, тобто ті знання, які є предметом навчання. Очевидно, що для відповіді на питання, чи досягнуті цілі навчання, потрібно порівнювати стан знань студента з описом предметної області. Цей опис одночасно є і базою порівняння, і джерелом навчальних послідовностей.

Оскільки опис предметної області вже є в розпорядженні тьютора, його можна використати для побудови множини тестів. Для генерації тестових послідовностей, на наш погляд, необхідно вирішити такі завдання:

- вибрати модель стратегії спілкування тьютор-студент;
- вибрати модель обміну елементарними повідомленнями [32];
- підтримувати модель знань студента для того, щоб визначати, який фрагмент навчального курсу вже вивчався і підлягає тестуванню;
- вибрати представлення для знань про предметну область;
- створити програмні модулі побудови елементів діалогових повідомлень;
- побудувати механізм контролю відповідей, незалежний від предметної області.

Формальна модель спілкування.

Спілкування в контексті придбання (здобуття, отримання, асиміляція) інформації розглядається як спосіб, за допомогою якого інтелект, інтелектуальна система впливає на партнера, апелює до партнера для отримання відомостей про універсум. "Звичайний спосіб отримання інформації – це, звичайно, питання" [124].

Психологи вважають потребу в інформації однією з основних потреб людини. Ця потреба індивіда ініціює його знижувати рівень невизначеності інформаційного стану. У процесі спілкування індивід використовує механізм сприймання для обробки повідомлення партнера. Якщо пошук інформації для задоволення потреб інтелектуальної системи вважати "пошуком істини", то відповідно до [186] назвемо питання, поставлене партнеру для здійснення такого пошуку, еротемою. Питання, будучи засобом спілкування, частіше за все має мовну форму. Обмін питаннями і відповідями породжує послідовність ситуацій "питання-відповідь", що утворюють діалог. Дослідження діалогу як форми мовного спілкування ведуться ще з часів Платона. Діалог можна представити як послідовність кроків, кожний з яких складається з циклу, утвореного двома взаємопов'язаними мовними актами партнерів. Відповідно діалог, що складається з еротематичних ситуацій, уважатимемо еротематичним діалогом. Для еротематичних ситуацій "питання-відповідь" розроблений спеціальний формальний апарат "erotematична логіка".

Чи можна тестування в цілому реалізувати як діалог, а елементарний тест розглядати як еротематичну ситуацію? Позитивна відповідь на це питання дозволить побудувати формальну основу для реалізації комп'ютерної методики побудови тестових множин і контролю відповідей. Методики побудови тестів описані для технології, коли їх формулює людина – викладач або вручну, або за допомогою редактора текстів чи системи управління базою даних тестів. Наприклад, вимоги до тестів запропоновані в [188]. Формальний метод для побудови елементарного тесту дозволив би застосовувати його для широкого кола проблемних областей. Формальний апарат і застосуванням логіки інтелектуальних інтерфейсів розглянуті в [187].

Покажемо, що тестування з метою контролю знань можна описати як ситуацію "питання-відповідь". Для цього вважатимемо, що «ситуація "питання-відповідь"» відповідає терміну "крок тестування". Під цим терміном ми розумітимемо передачу тестової відповіді у формі повідомлень слухачеві та отримання і контроль відповіді (тільки на відповідність інтеррогативу). У [188] наведені види тестів, запропонованих Клайном (Kline, 1994) і відповідні цим тестам типи питань з [189].

Порівняння класів питань і типів тестів.

Нами проведений порівняльний аналіз типів тестів, з одного боку, та видів питань, які розглядаються, для класифікації в межах еротематичного підходу до моделювання діалогу. З табл. 3.1 видно, що для опису тестів можна застосувати еротематичну логіку [120], яка є формальним апаратом для побудови правильних питань, що гарантують вірні відповіді.

Таблиця 3.1

Відповідність типів питань і видів тестів

№	Вид тестового завдання (за Kline)	Еквівалентний тип питання	Форма представлення суб'єкта	Вимоги передумови питання
1	2	3	4	5
1	Завдання з кількома варіантами вибору	"Який"-питання	Експліцитний список альтернатив, що має не більш ніж 5 елементів	Специфікація вибору кількості альтернатив (selection_size_specification): вимагає вибрати не більш ніж одну альтернативу
2	Альтернативні завдання	"Чи"-питання	Дві альтернативи: "так і ні"	Те саме
3	Питання з фасетом	Зводиться до "який"-питання	Неявний замовчаний список альтернатив	–"
4	Питання з шаблоном відповіді	Зводиться до "який"-питання	Неявний замовчаний список альтернатив	Не більше за одну альтернативу із заданою кількістю символів відповіді
5	Питання з набором ключових слів	Може представляти що-, де-, коли-	Експліцитний список альтернатив	Не більше за одну альтернативу

	(зображень, позначень), з яких можна конструювати відповідь	питання, які зводяться до "який"-питання		
6	Закрита форма питання	Те саме	Експліцитний список альтернатив	Не більше за одну альтернативу, відповідь вводиться як символ, що означає альтернативу (номер, піктограма)
7	Завдання на відповідність	Зводиться до кон'юнкції "чи"-питань та їх суб'єктів відповідно	Експліцитний список альтернатив	Не більше за одну альтернативу
8	Конструювання відповіді	Зводиться до "чи"-питань, наведених у п.7		
9	Завдання на демонстрацію з об'єктами, що рухаються	Приводиться (bringing) до "чи"-питань	Суб'єкт представлений тимчасовими або просторовими шкалами	Не більше за одну альтернативу у виборі

Проте існує відмінність питань від тестових завдань. Питання має в своєму складі для того, хто відповідатиме на питання, всю інформацію, яка вже відома тому, хто це питання ставить. Мета питання – одержати відсутнє знання. Мета тестового завдання інша: тьютор також прагне одержати відсутнє знання, що має більш конкретний характер. А саме: знання, які потрібні тьютору – це знання про стан знань слухача. Для цього тьютор до переліку альтернатив для відповіді вміщує помилкову альтернативу, яка отримала назву "дистрактор" (див., наприклад, В. М. Кухаренко, 2006). З позицій еротематичної логіки, всі альтернативи, які містить суб'єкт питання, призначені для конструювання відповіді і можуть бути передані партнеру, який ставив питання, для вибору, тобто для конструювання відповіді. Зауважимо, що дистрактор може розглядатися як пертурбація моделі знань учня (п. 3.3). Рекомендації щодо вибору формату тестів наведені в табл. 3.2, 3.3 (з доповіді [190]).

Таблиця 3.2

Вибір формату тестового завдання

Типи знань	Навчальні елементи	Рекомендовані формати
1	2	3
Система мови науки	Поняття Терміни	Відкриті: "доповнення" Закриті: множинний вибір встановлення відповідності
Основи об'єкта контролю	Система фактів Система властивостей Явища Систематика	Закриті: множинний вибір встановлення відповідності

Сутності об'єкта контролю	Судження Категорії Основи Теореми Закони Структури Концепції Моделі Теорії	Відкриті: "доповнення" Закриті: множинний вибір встановлення відповідності Встановлення правильної послідовності
Причинно- наслідкові алгоритми	Причинні зв'язки Наслідки Процедури знаходження алгоритмів діяльності Алгоритми діяльності	Закриті Встановлення правильної послідовності

Таблиця 3.3

Рекомендована практика вибору форм тестових завдань відповідно до груп дидактичних елементів

Дидактичні елементи	Форми тестових завдань
Системи професійної мови: поняття, терміни, визначення,	Відкриті – "на доповнення". Закриті – вибіркові, на відповідність
Основи (основи) предмету діяльності: система фактів, система властивостей, явища, систематика	Відкриті – зі списком варіантів. Закриті – одновибіркові, багатовибіркові, відтворення послідовності, вибірково-об'єднуючі
Суть сторін і зв'язків (відношення) діяльності: категорії, умовивід, структури, теореми, закони, моделі, теорії	Закриті – багатовибіркові, матричні, вибірково об'єднуючі, перехресні
Причинно-наслідкові алгоритми діяльності (ситуації, стани, при- чинні зв'язки, наслідки, алгоритми)	Закриті – відтворення послідовності

Тьютор – автор тестів повинен також урахувати:

- усі дистрактори до кожного завдання повинні бути однаково привабливими для студентів, що не знають правильної відповіді;
- жоден з дистракторів не повинен бути частково правильною відповіддю (або може стати правильною відповіддю при деяких умовах);
- кількість дистракторів рідко буває більшою за п'ять, хоча за потреби може досягати шести-семи;
- дистрактор, який не був обраний як правильна відповідь, звичайно називають "непрацюючим"; якщо в завданні є хоча б один непрацюючий дистрактор, то для поліпшення завдання його слід видалити;

- завдання із двома відповідями, одна з яких – дистрактор, звичайно використовують для експрес-діагностики або для самоконтролю, коли студенту потрібно оперативно виявити прогалини у власних знаннях з певних розділів курсу.

Найпростіше підбирати дистрактори в завданнях із двома відповідями за допомогою заперечення істинності деякого твердження (Кухаренко, 2006). Досить важко сформулювати твердження, на які можна дати недвозначну відповідь типу "так" або "ні". Як правило, кількість дистракторів завдання намагаються збільшити, але тільки до розумних меж. Підібрати до завдання більше ніж чотири або п'ять правдоподібних дистракторів звичайно досить важко. Завдання із шістьма й більше відповідями, за рідкісним винятком, стають зайве громіздкими. Тому в більшості тестів зустрічаються завдання із чотирма-п'ятьма варіантами для відповіді.

З позицій еротематичної логіки, якщо відповідаючий виконав вимоги передумови, відповідь є істинною. Для визначення правильності відповіді на завдання тесту щодо вибору дистрактора як складової відповіді слід доповнити логіку питань і відповідей. У роботі (Белнап, 1981, [186]) пропонується кілька типів еротематичних питань, розглядається логіка побудови питань і відповідей на них.

Моделювання діалогової взаємодії "тьютор-студент". Як відомо з класичної теорії приймання-передавання інформації [161], цей процес зв'язує джерело, канал передачі та приймач інформації. Однак у випадку коли обмін повідомленнями здійснюють суб'єкти, що мають знання, їх поведінку необхідно описати як на рівні фізичних сигналів, так і на знаковому рівні. Цей знаковий рівень стосується мовної комунікації, яка саме й має місце під час навчання людини. У когнітивній психології відома модель "перцептивний цикл Нейсера", що описує процеси сприймання інформації людиною.

Проблеми спілкування і взаємодії присутні в усіх перелічених процедурах, які мають відношення до процесів прийняття рішення та передавання інформації в ході навчання. Спілкування можна розглядати як **взаємодію двох агентів**, які мають інтелектуальні засоби, такі як пам'ять та здатність робити умовивід зі знань, які зберігаються в цій пам'яті. Якщо розглядати спілкування з точки зору одного агента, то іншим агентом може бути середовище, в якому діє цей агент. Тобто коли іншого агента немає, то розумова діяльність особи відносно пошуку розв'язку ситуаційної задачі (або просто планування поведінки), коли вона не звертається до партнера, можна інтерпретувати як "спілкування з самим собою". В усіх випадках потрібна модель спілкування, яка необхідна для побудови антропомашинних програмних систем, тобто таких, які утворюють люди та програмно-технічні засоби ЕОМ.

У контексті спілкування партнерів, які мають інтелект, розглянемо спочатку, яким чином сприймається людиною інформація, що надходить із зовнішнього середовища, зокрема які моделі цього сприймання пропонують спеціалісти з когнітивних процесів і як ці моделі можуть бути використані в інтелектуальних комп'ютерних системах.

При розробці формальної моделі діалогового процесу важливим є адекватність моделі психології діалогу, або її адекватність теорії процесу

сприймання й переробки інформації людиною. Якщо в основу формальної моделі діалогу покладені вдалі психологічні моделі, можна чекати, що програмні діалогові агенти найприроднішим чином успадкують гнучкість та універсальність системи сприймання і переробки інформації людиною.

Серед множини моделей, пропонуваніх когнітивною психологією, які мають відношення до діалогу, доцільно зупинитися на моделях, що описують діалог на рівні інваріантному процесові синтезу повідомлень, оскільки цей процес залежить від характеру задачі, розв'язуваної в діалозі. Тому психологія діалогу, щоб бути корисною в прикладному аспекті, повинна забезпечувати симуляцію деякої "машини спілкування" на рівні інваріантному щодо предметної області. У роботі [105] нами показано, що для моделювання діалогу, який призначений для реалізації в автоматизованих комп'ютерних системах, слід застосувати як концептуальну основу перцептивний цикл сприймання людиною інформації із зовнішнього середовища.

Вище запропоновано розглядати інформаційну взаємодію як діяльність двох інтелектуальних агентів, яких надалі вважатимемо "партнерами" діалогу, мета якого є спільною для обох партнерів, і така мета є намаганням отримати інформацію від одного партнера для асиміляції цієї інформації в систему знань іншого.

3.4. Модель представлення знань у ГІС для навчання й тестування

Для побудови програмного та інформаційного забезпечення гібридної інтелектуальної системи декларативні знання, якими володіє людина – експерт і які будуть використані для передавання (навчання) іншим людям через посередництво ГІС, необхідно представити моделлю, тобто виконати їх структурування. Значна кількість знань, у тому числі декларативних, незважаючи на швидкий розвиток інформаційних ресурсів Internet, представлена текстами. Розглянемо, які засоби використовуються в навчанні для моделювання знань на практиці для навчання за допомогою автоматизованих систем.

У роботі [191] для подання знань навчального предмету використовуються так звані „Крос-мережі”, які запозичені з [192]. Для аналізу предметної сфери пропонуються правила:

1. Виділити простір об'єктів і класів.
2. Обмежити множину зв'язків між об'єктами і класами.
3. Визначити жорсткі структурні зв'язки.
4. Визначити кожний об'єкт через його інтенціонал, тобто через класи інших об'єктів.
5. Побудувати мережу.

Наводиться приклад структури знань про будову автомобіля (рис. 3.5).

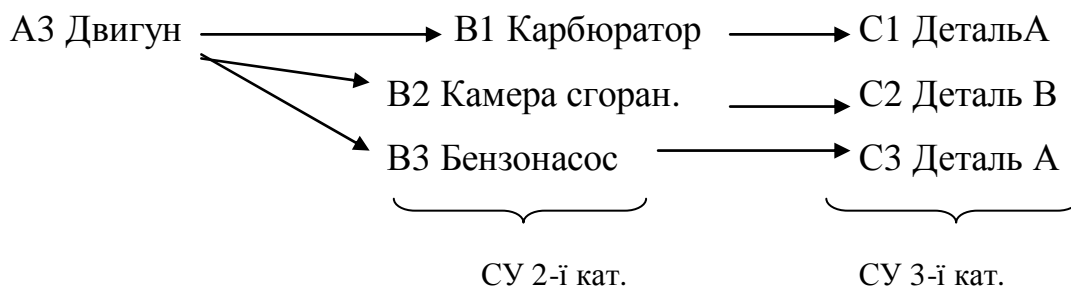


Рис. 3.5. Горизонтальні зв'язки структури вузлів автомобіля

Робота [193] присвячена моделі представлення знань, які містяться в матеріалах навчального предмету. Автори розглядають два елементи представлення знань – поняття та вміння. Поняття трактується як "відображення у свідомості загальних та суттєвих властивостей предмету чи явища", а вміння – як здатність до оволодіння алгоритмом "інтелектуальної дії". Пропонується для вимірювання обсягу поняття використовувати одиницю "лінк" (зв'язок). Лінк – це зв'язок одного поняття з іншим. Іншими словами, лінк є посиланням на інше поняття в означенні поняття, яке розглядається. Автори наводять мовні засоби, які можуть бути лінками:

- одне слово (означає раніше введене поняття);
- поєднання прикметника та іменника (наприклад, "ідеальний газ");
- поєднання іменника і дієслова ("точка лежить на прямій");
- поєднання іменника та числівника ("три точки в означенні трикутника");
- частина умовного речення ("якщо значення змінної дорівнює ..., то ...");
- прислівники і дієприслівникові обороти, які уточнюють властивість або характеристику ("тверде тіло, яке зберігає форму і об'єм");
- дієслова ("зберігає кути між прямими").

Для вимірювання вмінь автори вводять "ступ" – крок для елементарної дії під час виконання деякого завдання. Результати дослідження авторів свідчать, що середній "розмір" поняття складає 3 лінки, а одного вміння – 4 ступі.

Зміст навчальної дисципліни в [106] представлено набором "терміни, поняття, явища, процеси, відносини, закони, алгоритми, евристики". Структурна одиниця містить список назв елементів знань, якому співвіднесений рівень засвоєння (рис 3.6).

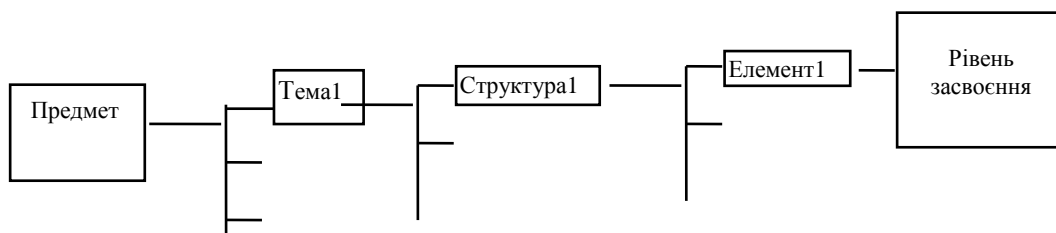


Рис. 3.6

У статті [194] розроблено метод представлення структури змісту предмету як мережі понять. Досліджено властивості графів понять. Формалізація структури предмету забезпечила програмну реалізацію в середовищі Access.

Класифікація текстів для представлення навчального контенту.

Звична структура декларативної частини змісту навчання – представлення її в категоріях тема – лекція – курс [195]. У [69] зміст навчальної дисципліни подається як множина термінів, понять, явищ, процесів, відносин, законів, алгоритмів, евристик. Більшу частину перелічених категорій представлено текстом. У роботі [196] пропонується класифікація науково-технічних текстів за критеріями "функціональність" та за лексично-структурними ознаками.

Посилаючись на [197], автори стверджують, що науковий текст поділяється на частини, що забезпечує лінгвостилістичний аналіз такого тексту:

Для моделювання навчального предмету логічно застосувати підходи, які використані для моделювання відповідних предметних областей. **Розглянемо модель тернарного опису (МТО)** предметної області для представлення процедурних знань.

МТО створювалась як формальний апарат для параметричної загальної теорії систем, але успішно застосовується в деяких прикладних областях для представлення знань [61, 62].

На відміну від інших логічних числень, МТО базується на трьох категоріях: *сутність* (\mathcal{S}), *властивість* (\mathcal{Y}) і *відношення* (\mathcal{N}). Причому властивість і відношення формально розрізняються не за їх кількістю, а позиційно. Запис $\mathcal{N}(\mathcal{S})$ означає, що для сутності, позначеної формулою \mathcal{S} , встановлене відношення \mathcal{N} , а запис $(\mathcal{N})\mathcal{Y}$ – що сутність \mathcal{N} характеризується сутністю \mathcal{Y} , яка тут виконує роль властивості. Розрізнення речей, властивостей і відношень цілком узгоджується з граматикою природної мови. Однак їх не можна розглядати як аналоги логічних типів, оскільки прийнято принцип взаємної перехідності одних категорій в інші [Уёмов, 1978]. Можливе ототожнення речей, наприклад, із властивостями, що не дозволяється в теорії типів. У МТО вирази $\mathcal{N}(\mathcal{S})$ і $(\mathcal{N})\mathcal{S}$ називаються суб'єктними (атрибутивними і реляційними відповідно), оскільки відношення предикації в них спрямоване від речей до властивостей (чи відношень). Крім них, виділяється тип залежностей, що мають протилежну спрямованість відношення предикації від властивості (відношення) до речі.

Інформаційну одиницю можна також визначити четвіркою (об'єкт, ознака, значення, упевненість) [64]. *Ознаці* відповідає функція, що задає значення (безліч значень) *об'єкта чи предмета (речі)*, назва якого фігурує в інформаційній одиниці. Це значення відповідає деякому предикату, тобто підмножині універсальної множини, зв'язаного з даною ознакою. Упевненість є показник надійності інформаційної одиниці. Очевидно, що чотири компоненти, що утворюють інформаційну одиницю, можуть бути складними (безліч об'єктів, безліч ознак, предикат n -го порядку, різні ступені впевненості). Крім того,

можуть вводитися змінні, особливо на рівні об'єктів, якщо інформація містить квантифікатори.

Представлення декларативних знань формальними засобами ситуаційного управління. Інше представлення знань про предметну область спирається на ідеї ситуаційного управління, викладені в [198]. Зокрема, Поспелов визначив, що множина відношень для різних предметних сфер є відносно сталою і налічує приблизно 160 відношень. Нижче наводимо перелік відношень за Поспеловим (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Список універсальних відношень

№	Назва	Тип відношення
R1.	Мати	Класифікації
R2.	Бути елементом класу	Класифікації
R3.	Бути підкласом класу	Класифікації
R4.	Рід-вид	Класифікації
R5.	Нижче стоячий – вище стоячий	Класифікації
R6.	Частина – ціле	Класифікації
R7.	Мати ознаку	Властивість
R8.	Ознака – значення	Властивість
R9.	Ознака – міра	Властивість
R10.	Міра – значення	Кількісне
R11.	Дорівнює	Порівняння
R12.	Порівняно	Порівняння
R13.	Більше	Порівняння
R14.	Більше або дорівнює	Порівняння
R15.	Менше	Порівняння
R16.	Менше або дорівнює	Порівняння
R17.	Незрівнянно	Порівняння
R18.	Порівнянність – міра	Порівняння
R19.	Співвідноситися	
R20.	Співвіднесена – значення	
R21.	Одночасно	Темпоральне
R22.	Бути раніше	Темпоральне
R23.	Бути пізніше	Темпоральне
R24.	Починатися одночасно	Темпоральне
R25.	Закінчуватися одночасно	Темпоральне
R26.	Примикати за часом зліва	Темпоральне
R27.	Перетинатися в часі	Темпоральне
R28.	Співпадати в часі	Темпоральне
R29.	Бути всередині (в часі)	Темпоральне
R30.	Співпадати в просторі	Просторове
R31.	Бути зліва	Просторове
R32.	Бути справа	Просторове
R33.	Бути спереду	Просторове

№	Назва	Тип відношення
R34.	Бути позаду	Просторове
R35.	Навскоси	Просторове
R36.	Перетинатися в просторі	Просторове
R37.	Торкатися	Просторове
R38.	Бути всередині	Просторове
R39.	Знаходиться на	Просторове
R40.	Бути зверху	Просторове
R41.	Бути знизу	Просторове
R42.	Бути між	Просторове
R43.	Знаходиться в	Просторове
R44.	Належати	Інструментальне
R45.	Служити для	Інструментальне
R46.	Бути засобом для	Інструментальне
R47.	Бути інструментом для	Інструментальне
R48.	Сприяти	Інструментальне
R49.	Причина – наслідок	Каузальне
R50.	Бути метою	Каузальне
R51.	Бути мотивом	Каузальне
R52.	Бути відправником	Інформаційне
R53.	Бути одержувачем	Інформаційне
R54.	Бути джерелом даних	Інформаційне
R55.	Бути наступним	Порядкове
R56.	Бути черговим	Порядкове
R57.	Бути найближчим	Порядкове
R58.	Бути заміняючим	Порядкове
R59.	Бути в змозі	
R60.	Мати ім'я	
R61.	Мати оцінку	
R62.	Бути аналогом, синонімом	
R63.	Бути об'єктом дії	
R64.	Рухатися до	Динамічне
R65.	Опускатися	
R66.	Наближатися	
R67.	Старіти	
R68.	Навантажувати	
R69.	Включати	
R70.	Забивати	
R71.	Бути справним	
R72.	Бути вільним	
R73.	Мати об'єктом дії	
R74.	Перевести в стан	
R75.	Рухатися через який-небудь предмет	
R76.	Виконати дію	
R77.	Обробка даних	

Цінним і вирішальним для визначення моделі представлення знань, призначеної для синтезу тестів, є те, що МТО дає змогу представити питання в категоріях сутностей та відношень. У табл. 3.5 наводяться формальні записи питань в нотації апарату МТО.

Таблиця 3.5

Формальне представлення запитань

№	Формула МТО	Вербальна форма запитань
1.	$?-[(\mathcal{I})\mathcal{M}]$	Чи має об'єкт \mathcal{I} властивість \mathcal{M} ?
2.	$?-[\mathcal{M}(\mathcal{I})]$	Чи встановлено на об'єкті \mathcal{I} відношення \mathcal{M} ?
3.	$?-[(\mathcal{I})\mathcal{M}]$	Чи притаманна властивість \mathcal{M} об'єктові \mathcal{I} ?
4.	$?-[\mathcal{M}(\mathcal{I})]$	Чи має місце відношення \mathcal{M} на об'єкті \mathcal{I} ?
5.	$?-[(\sim\mathcal{I})\mathcal{M}]$	Який об'єкт має властивість \mathcal{M} ?
6.	$?-[\mathcal{M}(\sim\mathcal{I})]$	Який об'єкт є суб'єктом відношення \mathcal{M} ?
7.	$?-[(\sim\mathcal{I})\mathcal{M}]$	Якому об'єктові властиві ознаки (властивості) \mathcal{M} ?
8.	$?-[\mathcal{M}(\sim\mathcal{I})]$	В якому об'єкті встановлено відношення \mathcal{M} ?
9.	$?-[(\mathcal{I})\mathcal{M}]$	Які властивості має об'єкт \mathcal{I} ?
10.	$?-[\mathcal{M}(\mathcal{I})]$	Суб'єктом якого відношення є об'єкт \mathcal{I} ?
11.	$?-[(\mathcal{I})\mathcal{M}]$	Яка властивість притаманна об'єктові \mathcal{I} ?
12.	$?-[\mathcal{M}(\mathcal{I})]$	Яке відношення встановлено на об'єкті \mathcal{I} ?

Тексти інформаційних ресурсів навчання як елементи для автоматизації тестування. Використаємо текстові складові опису предмету для представлення декларативної частини знань навчального предмету (контенту, або змісту предмету, або предметної сфери, що відповідає навчальному предмету). Ці складові завжди присутні в підручниках чи інших джерелах, де представлена теоретична, декларативна частина курсу. З наведеного вище в цьому підрозділі короткого огляду випливає, що традиційно склалась описова модель тексту (за винятком кількох робіт, зокрема Гаврилова і колег), що декларує контент навчального предмету. Однак здається необхідним представити цей контент у вигляді моделі знань, яка б відповідала тому "інформаційному фантомові", який система навчання повинна сформулювати в інтелектуальній системі слухача. Така необхідність викликана потребою визначення того, чи досягнута мета навчання стосовно складової "студент повинен знати", яка формулюється навчальною програмою предмету. Для цього потрібна процедура моніторингу знань на основі порівняння двох станів: стану знань, який відповідає нормативу освіти з даного предмету, з одного боку, та станом знань учня – з іншого. Проблема побудови підручника для технологій "електронного навчання" є актуальною, тому що просте перетворення змісту лекцій, підручників, посібників в електронну форму не лише не вирішує проблем дистанційних форм навчання, але й ускладнює їх [199]. Для представлення знань предмету навчання доцільно використати моделі, які можуть підтримувати семантичні характеристики цих знань. До того ж засоби моделювання предметних областей повинні бути орієнтованими не тільки на аналіз і моделі цих областей, а й на створення комп'ютерних додатків систем автоматизованого навчання [200]. Такі інструментальні якості мають об'єктно-

орієнтовані засоби, у тому числі, наприклад, UML – (Unified Modeling Language, тобто Уніфікована Мова Моделювання) [201, 202, 203]. Автором даної роботи та співавторами застосовано UML для опису і моделювання комунікативної взаємодії партнерів в умовах діяльності, яка може бути визначена як "прийняття рішень" [11]. За аналогією, будемо розглядати фрагмент світу "навчальний предмет" у категоріях "сутність – відношення – властивості". Відомо, що моделі баз знань можуть бути перетворені одна в іншу, тому подальші висновки можна узагальнити на інші представлення контенту предметів, тобто моделювання іншими засобами. Матимемо на увазі, що категорії можуть утворювати типи категорій, як у моделі Чена [63].

Поняття як основа для побудови тестів деякого класу. Вище було зазначено, що в структурі контенту предмету серед інших складових обов'язкова наявність понять і термінів. З точки зору представлення знань у наукових дослідженнях і практиці, віднесених до "штучного інтелекту", поняття та його означення є однією з центральних проблем [204, 205].

Для створення програмної сутності необхідно використати моделі й технологію програмування, які б забезпечили незалежність програм від даних предметної області.

Для моделювання знань учня "інформаційний фантом" динамічно відображає поповнення знань кожного учня з кожної категорії предметної області, програмні компоненти інтелектуального тьютора здійснюють моніторинг за результатами тестування успішності знань. Залежно від результатів тестування рівень невизначеності елементів моделі знань учня змінюється. Чергове тест-питання програмна компонента тьютора формує відносно елементу знань учня, який має найменший ступінь визначеності. Таким чином утворюється зв'язок між поточною та наступною діалоговою ситуацією "питання-відповідь", або, іншими словами, між поточним та наступним тестовими питаннями.

Побудова тесту у формі питання-твердження вимагає наявності механізму логічного умовиводу (машина виводу в контексті побудови інтелектуальних систем). Для машини виводу необхідна модель представлення знань, для якої така машина можлива. Така модель повинна відображати знання про предмет (предметну область), а також відображати стан знань слухача. Мету навчання можна інтерпретувати як моніторинг знань слухача так, щоб вона, в ідеалі, була копією моделі знань предмету. Така модель пропонувалась у роботі [69], а в [72] пропонується п'ятикомпонентна модель респондента. У [22] наведені відомості про класичні моделі учня, а в роботі [206] пропонуються компоненти моделі учня, які містять його когнітивний профіль.

Для представлення знань предметної області, яка є об'єктом навчального процесу, використаємо методики онтології. Онтологія містить словник понять і термінів для опису предметної сфери й набір логічних виразів, які визначають обмеження та інтерпретують словник.

Формально онтологію **O** як формальний опис певної предметної області прийнято представляти у вигляді

$$PrO = \{X, R, F\},$$

де X – скінченна множина концептів (термінів, квантів знань);

R – скінченна множина відношень між концептами;

F – множина функцій інтерпретації заданих на концептах і/або відношеннях.

Верхній рівень онтології представляється *метаонтологією*, наприклад, з такими загальними поняттями, як *сутність, відношення, атрибут, роль та ін.* Для побудови онтологічного опису предметної сфери та беручи до уваги стандарт IDEF5, необхідно виконати в тому числі такі процедури [204, с. 22]:

- Використання існуючих онтологій.
- Створення (редагування) словника термінів.
- Визначення основних понять і відношень.
- Вибір або створення спеціальної мови для опису онтології.
- Формування ієрархій класів (таксономія).

У роботі [205] поняття визначені як засіб виявлення знань, вони містять дві основні функції – для розпізнавання і для генерації моделей елементів світу (Гладун, 2000, с. 23). Генерація моделей є основою проектування (інженерних) об'єктів. У [192] класифікація засобів здобуття знань для інтелектуальних систем містить метод "формування понять".

Відмінні ознаки в понятті – розділові і сполучні. Система понять не може повністю відображати світ, тому що між поняттями не можна провести чіткої межі, з цієї причини обсяги багатьох понять є нечіткими множинами. Засоби формування понять можна поділити на диз'юнктивні і кон'юнктивні. Більш уживані останні, а більш якісними описами поняття вважаються ті, що мають простіший логічний опис.

Для формування поняття використовуються такі розумові інформаційні операції: порівняння, аналіз, виділення істотного і синтез. Щоб дати визначення деякому поняттю, необхідно назвати більш загальне поняття (родове, надсистему), в яке включається дане поняття, а також знайти такі якості (властивості, істотні ознаки), які притаманні всім об'єктам, названих даним поняттям, і яких не мають інші, що входять в дану надсистему (або рід).

Складність завдання пов'язана, перш за все, із значною потужністю множини і багатозначністю понять. Поняття можуть визначати об'єкти і явища природи, штучні об'єкти, продукти інтелектуальної діяльності, соціальні відносини і т. ін.

Класифікація понять.

Класифікація понять може проводитися за різними ознаками, які поділяються на конкретні та абстрактні [207]. Методика розробки і формування бази знань предметної області на основі онтологічного підходу містить такі етапи.

1. Створення метасценарію для реалізації діалогу тьютора – автора навчального предмету з програмним компонентом формування бази знань. Сценарій складається з питань, відповіді на які є значеннями формули поняття. Наприклад: "Вкажіть, до якого супер(над)класу належить означуваний об'єкт?",

"Які істотні ознаки (атрибути) визначають цей об'єкт як окремий елемент класу?" і т. ін.

Для формалізованого представлення складових бази знань і забезпечення її цілісності та несуперечності необхідно сформулювати переліки стандартних або типових класів означуваних об'єктів і їх ознак (властивостей) у межах деякої предметної галузі. Цей підхід, обґрунтований автором в [208], вимагає ставити користувачеві питання, яке містить максимальну інформацію для вибору і конструювання відповіді. Задача побудови списків об'єктів, їх відношень і ознак належить до напрямку, який сформувався в наш час як "онтологія" і розроблявся дослідниками різних наукових напрямів. Так у [209] зроблена спроба "розчленування універсуму", автором виділені категорії буття, простору, часу, зміни, руху, кількості, відношення і сформовано лексико-семантичний клас позначень часу в російській мові. У [210] наведене посилання на Ф. Дорнзайфф, який запропонував поділ світу на декілька класів об'єктів. Одна з формалізованих методик формування означення предметів і явищ викладена в [211].

2. Відповідно до методик тестології, серед варіантів відповіді на тестове питання повинні бути дистрактори, тобто неправильні відповіді. Для внесення таких варіантів до бази знань понять необхідно використати ознаки іншого об'єкта, який належить до того ж класу, тобто ці ознаки відсутні для об'єкта, визначеного поняттям, яке є суб'єктом питання-тесту.

3. При наявності структурованого визначення поняття програмний компонент реалізації діалогу "машинний тьютор – слухач" формує тестові питання, використовуючи компоненти визначення, що знаходяться в базі, та відповідні дистрактори.

Результати тестування вносяться в базу знань слухача, що забезпечує моніторинг рівня успішності навчання.

Означення ризику.

Вимоги до інформаційної моделі представлення знань, на яких будується тестове питання щодо перевірки засвоєння цих знань, визначимо на прикладі ризикології. Розглянемо просте означення ризику: *Ризик* – це ймовірність зазнати збитків або не отримати вигоду.

Уважаємо, що структура означення є родо-видовою, тобто $x \in X$, таким, що $P_x = y$.

Питання-тести, які впливають із такого опису означення ризику:

1. Чи є ризик імовірністю? (За табл. 3.5: "Чи встановлено на об'єкті "ризик" відношення "бути елементом класу?").
 - Так
 - Ні.
2. Чи пов'язаний ризик з деякою подією? (За табл. 3.5: "Чи має місце відношення "Співпадати в часі" для об'єкта "ризик"?)
 - Так
 - Ні.
3. З якими наслідками пов'язані події (у контексті означення ризику)?
 - із збитками,
 - із втратами.

Як бачимо, тести потребують посилення складності, але в посібниках з тестування і в збірниках можна зустріти тести, які не більш складні за "синтезовані" вище. Очевидно, що наведені викладки можуть забезпечити адекватні тести за умови ускладнення дефініції означення. Побудуємо семантичну мережу для цього спрощеного означення (рис. 3.7).

Більш валідними можуть бути тестові питання, які наведені як (3.12):

1. *До якої категорії належить ризик – сутність, властивість, відношення?*
 2. *До якого класу (об'єкта) належить "ризик": імовірність, вірогідність, можливість?*
 3. *Яка властивість є визначальною для "ризик": збиток, втрата, знахідка, програш?*
- (3.12)

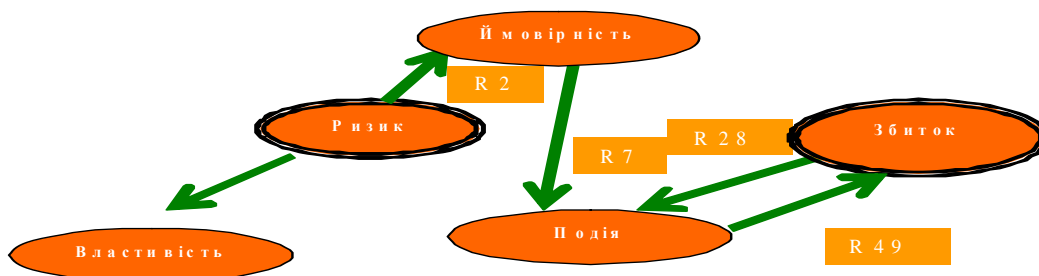


Рис. 3.7. Спрощене семантичне представлення означення ризику

Як бачимо, означення, яке має чотири відношення ("ризик є елементом множини **ймовірностей**") і одну властивість для розрізнення (тобто для ідентифікації ризику як елемента множини властивостей): "ризик належить до подій, наслідками яких є збитки" – насправді відповідає семантичному представленню, яке вміщує 7 вузлів і 6 дуг. Таке семантичне моделювання щодо означення "ризик" достатнє для побудови питань (3.12) тьютором без застосування автоматизованих систем підтримки навчання (ПІС), тобто на папері в ручному режимі. Перевірка відповіді можлива у двох випадках:

- 1) також вручну викладачем – тьютором, або
- 2) автоматично, але тьютор повинен зазначити заздалегідь, які конкретно варіанти є правильними в тих конкретних питаннях, які пропонують вибір респонденту.

Однак при формуванні інших означень, які відносяться до декларативного контенту навчального предмету, постає завдання агрегування цих означень у деяку логічну структуру. Найчастіше для цього використовують семантичну мережу [212, 213].

Більш того, у навчальній програмі деякої спеціальності вивчаються предмети, понятійний апарат яких використовується в інших предметах (т. зв. "фундаментальний блок дисциплін"). Таким чином, необхідний науковий апарат для інформаційного аналізу представлення навчальної предметної області. Зазначимо, що вже існують усталені підходи, наприклад стандарти групи IDEF, для опису онтологій. Однак цей стандарт стосується сфери бізнес-проекування.

З іншого боку, стандарт [214] встановлює вимоги до опису навчальних об'єктів. Але стандарт стосується загальних даних і, на нашу думку, не враховує семантики для представлення саме декларативних знань. У стандарті IDEF5 загальну частину опису предметної сфери (верхня онтологія) можна представити так, як в [215] – див. рис. 3.7, на якому представлена "верхня онтологія", до складу якої входить рівень "категорії".

Це не єдиний онтологічний підхід, і ті ж самі аспекти можна представити іншою системою метазнань, до яких належить і "верхня" онтологія. Як видно з рис. 3.8, таксономічна гілка ієрархії "*Деяка сутність*" – "*Абстрактний об'єкт*" – "*Сукупності*" містить рівень "Категорії". У сучасних CASE-засобах до поняття "таксономія" і "категорія" найближчими поняттями є "ієрархія класів – об'єктів".

Для того щоб визначити, до якого таксономічного рівня "верхньої онтології" слід віднести поняття ризику, звернемося до проблем представлення знань, що використовуються в штучному інтелекті для опису дій (поведінки) інтелектуальних агентів і для представлення знань цих агентів про середовище. Зазначимо, що поняття агента є універсальним і використовується в інших галузях знань (з іншим сенсом), наприклад в роботі [216] моделюються дії суб'єктів в економічній галузі (логістика).

Ситуаційне числення цілком застосовне, якщо існує єдиний агент, який виконує миттєві, дискретні дії. Якщо дії мають тривалість (продовжуються в часі) і можуть накладатися одне на одне, то ситуаційне числення перестає бути зручним для моделювання знань агента.

У такому разі використовують альтернативну систему, яка відома під назвою "числення подій". (event calculus). Кожна дія [215, с. 453] описується двома аксіомами: *аксіоми дії* та *аксіоми результату*. Числення подій засноване на точках в часі, а не на ситуаціях. (Терміни "подія" і "дія" можуть використовуватися як взаємозамінні). Неформально "подія" позначає більш широкий клас дій, включаючи ті, де немає явного агента. З описом такого класу простіше справитися за допомогою числення подій, а не ситуативного числення.

Оскільки "ризик" є засобом оцінки збитку як результату деякої події, у локальному описі можна скористатись ситуаційним численням. Для врахування понятійного апарату інших навчальних предметів необхідно оперувати подіями як результатами діяльності множини агентів.

Скористаємось представленнями знань, яка запропонована для сфери управління автоматизованими об'єктами. Побудуємо верхню частину онтологічної таксономії, використовуючи "узагальнену подію" за (Норвігом, 2002), яка "складається з просторово-часового фрагмента".

На рис. 3.9 наведено онтологію, яка представляє світ для інтелектуального агента як поєднання ієрархії об'єктів-класів, властивостей цих абстрактних об'єктів і відношень між ними. Автор у [86, 217] пропонує метод представлення знань та побудову питань користувачеві на їх основі саме таким чином.

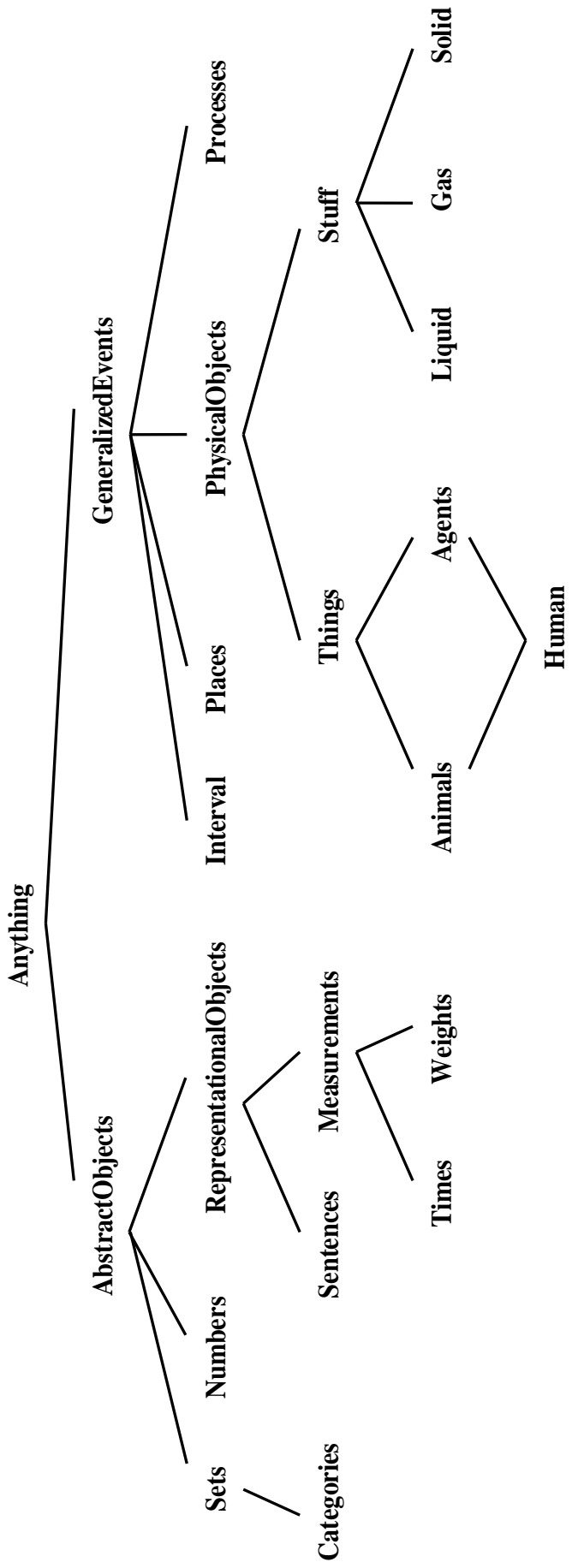


Рис. 3.8. «Верхняя» онтология

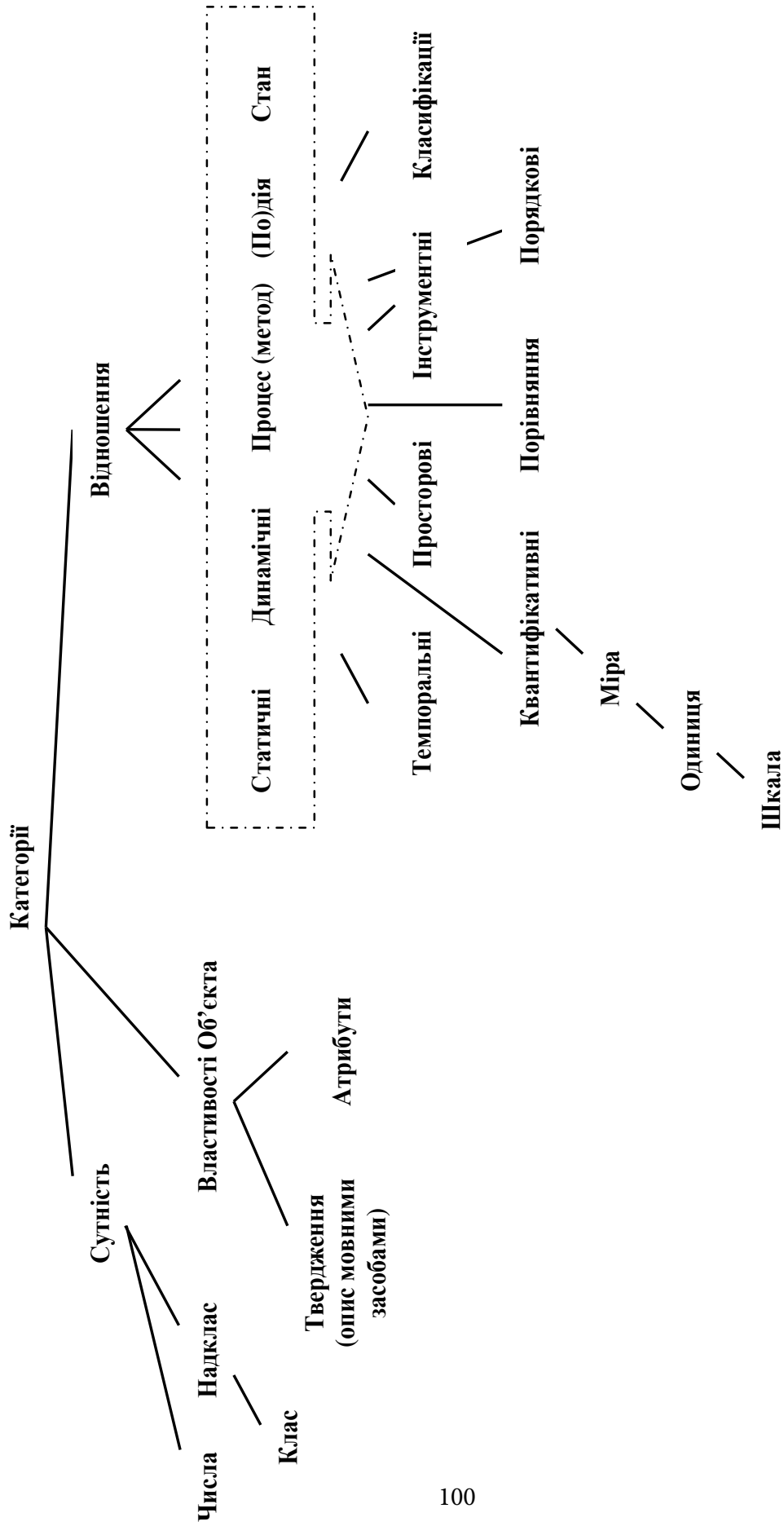


Рис. 3.9. Поєднання ієрархії об'єктів-класів, властивостей і відношень

Зазначимо, що елементи схеми, обмежені пунктиром, теж не обов'язкові для ручного неавтоматичного режиму.

Еротематичний підхід надає можливість формулювати такі питання, які гарантували б отримання правильних (істинних) відповідей незалежно від лексичних значень запитальних змінних. Неістинні значення відповідей повинні визначатися також незалежно від їх значень. Це надасть можливість побудувати діалогічну еротематичну машину (ДЕМ), яка зможе опрацьовувати ситуації "питання-відповідь" (див. розділ 2). Приклад побудованої онтології "Прогнозування соціально-економічних процесів" наведений на рис. 3.10 [218].

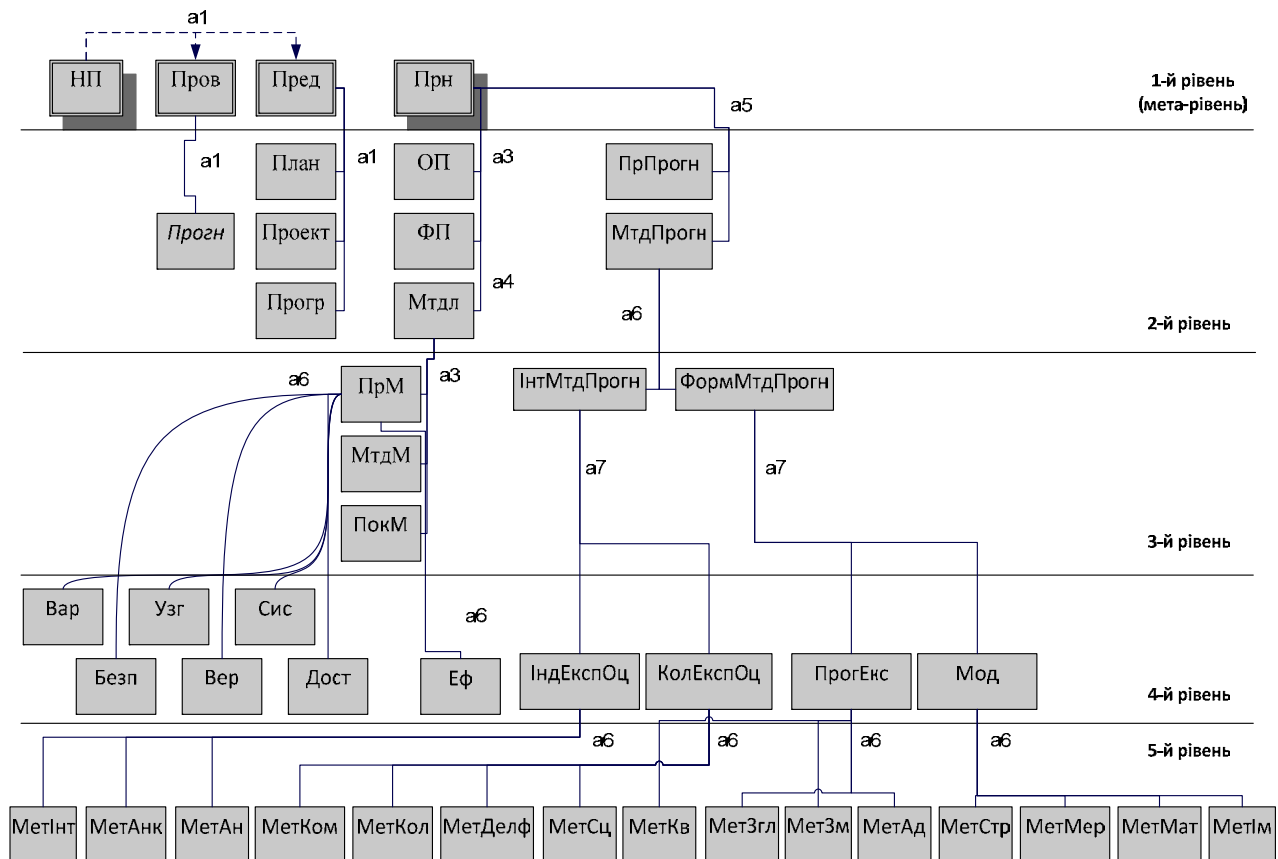


Рис. 3.10. Приклад онтології «Прогнозування соціально-економічних процесів»

Висновки

У даному розділі виконано аналіз змісту навчального предмету із застосуванням онтологічної інженерії, завдяки чому показано, що для формування тестових пропозицій (питань чи тверджень) необхідно використовувати так звану "верхню" онтологію та числення подій. Запропонована методика побудови тестів типу "який?", "чи?", "де?", "коли?". Це забезпечує достатню потужність множини тестів з використанням тільки понятійного апарату навчального предмету.

Результати огляду публікацій, присвячених моніторингу знань у комп'ютерних системах навчання, використані для розробки елементів теорії декларативно-

процедурної дихотомії знань у діалоговому процесі і синтезу структури діалогової бази знань.

Основні висновки й результати, які випливають з матеріалу третього розділу, можна сформулювати таким чином.

Запропоновано структурні моделі інформаційних процесів навчання та моделі слухача (учня, студента). Зроблено висновок, що модель пертурбацій (помилки) слухача надає можливості для конструювання елементів тестового завдання.

Показано, що модель питання з точки зору мовної комунікації адекватна тесту для контролю знань.

Запропоновано елементи формально-логічної моделі для представлення декларативних знань еротематичного діалогового процесу, які забезпечують реалізацію відповідних алгоритмічних процедур.

Показано, що тестування слід віднести до процедур діагностики з точки зору системного підходу до моніторингу стану об'єктів [219]. Запропоновано вибрати як цільові ознаки так звані дистрактори, удосконалено формальний апарат еротематичної логіки для опису тестування, представленого як діалоговий процес з неузгодженими цілями [220].

Доведено, що інформаційну модель перцепції людини слід використати для моделювання діалогового процесу, у тому числі для побудови навчальних діалогів.

Визначено, що частину декларативних знань навчального контенту, який забезпечить синтез тестів, можна представити як систему понять. Показано, що множини відношень можна представити як елементи формально-логічної моделі для побудови алгоритму формування тестів-питань.

Запропоновано онтологічне представлення декларативної складової контенту навчального предмету для забезпечення структур даних для програмного синтезу тестів.

Розглянуті методи і запропоновані моделі та методики використані для створення онтологічного опису предмету для "електронної" підтримки навчання у ВНЗ.

РОЗДІЛ 4

4. МОДЕЛІ АДАПТАЦІЇ ГІС ДО КОГНІТИВНОГО РІВНЯ ЛЮДИНИ

Психологічні дослідження ХХ століття довели, що не всі характеристики особи визначаються вихованням і середовищем і що існує тісний зв'язок низки характеристик з будовою центральної нервової системи [221 , 222]. Це відображається на фізіології людини і виявляється навіть у зовнішніх відмінностях. Такі особливості і переваги людини відносять її до деякого типу особи як набору стійких розумово-емоційних характеристик, заданих генетично і таких, що піддаються формальному опису. У свою чергу, тип особи розпадається на дві різні групи характеристик, не пов'язаних одна з одною: темперамент (динамічні характеристики) і установка на вид діяльності [3].

У дослідженнях із сприймання нових знань неодноразово наголошувалося, що респонденти засвоюють один і той же матеріал з різною швидкістю і з різною якістю [3, 6-8]. Причиною є те, що люди належать до різних типів особи. Відмінності в швидкості і якості визначаються: а) каналами сприймання (візуальний, аудіальний, кінестетичний) б) стилями мислення (конкретний-абстрактний, індуктивний-дедуктивний і т. д.). З цієї точки зору, не може бути універсально зрозумілої інформації та універсального ефективного способу асиміляції знань. Урахування типології особи, яка є суб'єктом інформаційних процесів, збільшить ефективність інформаційних процедур, у тому числі в ГІС.

4.1. Когнітивні і мотиваційні компоненти навчання

У навчальній діяльності беруть участь практично всі психічні процеси. Їх можна групувати різним чином, наприклад за їх значенням для сприймання, зберігання, відтворення, використання і перенесення одержуваних знань. Цей принцип угруповання виходить з типової для процесу привласнення послідовності фаз. Інше угруповання виходить, якщо за основу береться класична тріада – мислення, відчуття і воля. У цьому разі розрізняються пізнавальні (інтелектуальні, раціональні), фізіологічні (емоційні, афектні) і спонукальні (вольові) компоненти навчальної діяльності.

У діяльності індивіда психологія розрізняє такі аспекти, як **пізнання** (когніція) і **мотивація**. Під когнітивними процесами розуміють психічні функції, що забезпечують відображення предметів та їх взаємозв'язків. Мотивація означає загальну готовність людини прагнути свідомо поставлених цілей, навіть якщо при цьому доводиться долати різні труднощі і перешкоди. Поняття мотивації стосується установок і відносин індивіда, що придбавалися і проявлялися в свідомих діях. Таким чином, розрізняють два класи компонентів навчання – когнітивні і мотиваційні. При цьому виходять із загальноприйнятого положення про те, що навчальна діяльність визначається як здібностями, так і готовністю вчитися. Інакше кажучи, вона визначається, з одного боку, тим, що людина вже знає і може, а з іншого – тим, чи хоче вона вчитися, для чого, чому і до якого

ступеня хоче оволодіти знаннями. Тому розрізняють:

- когнітивну змінну **здібностей до навчання**;
- мотиваційну змінну **установки до навчання**.

Внесок різних когнітивних операцій і стратегій залежить від специфіки пропонованих навчальних задач. Для досягнення успішних результатів рівень розвитку когнітивних процесів повинен відповідати вимогам, що ставляться задачею. Зміна вимог спричиняє і зміну внеску тих або інших когнітивних процесів. Здібності виявляються і розвиваються через актуалізацію когнітивних процесів. Ці процеси належать до найважливіших передумов, які можна розглядати як симптом, причину і наслідок індивідуальних особливостей навчання. Людина з сильно вираженими тими або іншими когнітивними здібностями вчиться інакше, ніж та, у кого ці здібності розвинені слабкіше.

Успішність навчання. Навчання розглядається психологами як діяльність індивіда, а діяльність може бути успішною і неуспішною. У [223] успішність навчання представлена як явище, в якому відображається внутрішня закономірність розвитку людей, що навчаються, що діє на процес засвоєння навчального матеріалу і – ширше – комплексу соціальних вимог, що ставляться до особи. Поняття успіху та успішності, не зважаючи на їх тісний взаємозв'язок, далеко не тотожні. Успішність – це фіксований (проміжний або кінцевий) результат процесу навчання в умовних кількісних показниках, що відображає успішність навчання. За такими показниками лише до певної міри можна судити про процес навчання в цілому. Успіх навчання свідчить про якість навчальної діяльності як процесу, що протікає в часі і пов'язаний із засвоєнням певної суми знань, умінь, навиків, а ширше – і з придбанням соціального досвіду, засвоєнням складного комплексу суспільних норм. Психологічні чинники, що впливають на успішність навчання [224, с. 24]:

- Інтелектуальні здібності (тип інтелекту, увага, пам'ять, склад мислення, кмітливість, спостережливість та ін.).
- Стиль навчальної діяльності (регулярність занять, прийоми попередньої підготовки до майбутньої лекції та ін.).
- Мотивація навчальної діяльності.

Оскільки загальні здібності необхідні для будь-якої діяльності, відзначимо, що типовою є теорія "інтелектуального порогу" Р. Перкінса: для оволодіння кожною діяльністю потрібен необхідний і достатній рівень інтелекту. Якщо інтелект в індивіда нижчий за цей рівень, індивід не може працювати, але перевищення інтелекту над необхідним рівнем не дає приросту продуктивності. Відмінності продуктивності в осіб, чий інтелект перевищує "пороговий" рівень, визначатимуться мотивацією, особовими рисами і т. д.

Індивідуальні особливості переробки інформації, стратегій привласнення, структуризації, організації та актуалізації засвоєного матеріалу спричиняють індивідуальні відмінності в навчанні, оскільки завдяки цим процесам відбувається оволодіння знаннями, їх категоріальне впорядкування, встановлення семантичних взаємозв'язків, а також їх осмислене відтворення в разі потреби [178, 225]. Індивідуальні відмінності в навчанні частково можуть бути зведені до

переваги учнями тих або інших перцептивних і когнітивних стратегій. У цьому випадку вони є проявом когнітивних стилів.

Когнітивні стилі – це конструкти для позначення способів сприймання, мислення і дії, що переважно використовуються людиною [226].

Виділяють різні когнітивні стилі та їх параметри залежно від того, чи беруться за основу типології особливості сприймання, утворення понять, класифікації, ухвалення рішення або проблемного мислення [227]. Нині визначено більше ніж 30 когнітивних стилів. Проте результати дослідження когнітивних стилів і здібностей свідчать, що більшість стильових параметрів пов'язані з традиційними тестовими показниками інтелектуальних здібностей. Дослідження [228] показують, що всі відомі когнітивні стилі розташовуються в абстрактному просторі двох вимірювань: "цілісний – аналітичний" (wholist – analytic) і "вербальний – образний" (verbaliser – imager) (рис. 4.1).

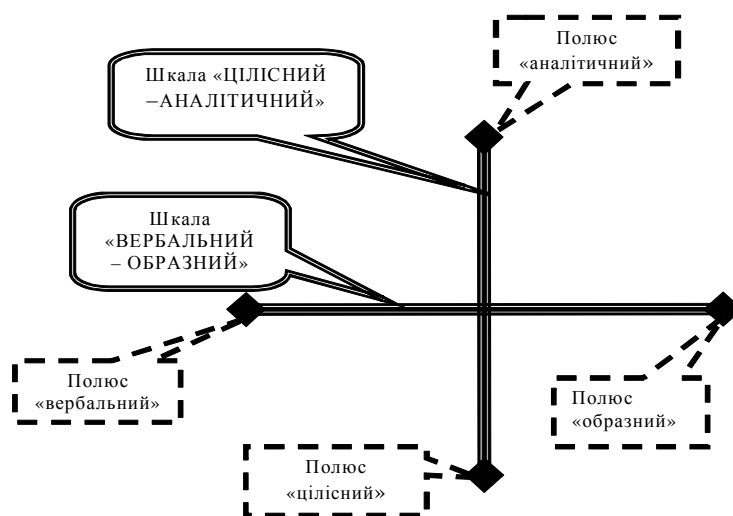


Рис. 4.1. Виміри когнітивних стилів

Ці два вимірювання стилю незалежні і полягають у таких особливостях поведінки людини:

- "цілісний – аналітичний" – як індивідуум організовує інформацію: окремими фрагментами, чи цілісно;
- "вербальний – образний" – як індивідуум представляє знання: в розумових образах чи за допомогою слів.

У статті [229] викладено результати досліджень про сприйняття графіків (наприклад, побудованих в Excel). Виявлено два типи сприймання: встановлення асоціацій з кількісними референтами матеріалу та використання процесів логічного виведення.

Оскільки два фундаментальні виміри когнітивного стилю торкаються структури мислення індивідууму і форм, в яких інформація може бути представлена людиною, стиль потенційно впливає на сприймання. Він також впливає на те, як індивідуум усвідомлює ситуацію і як він її внутрішньо представляє, отже, він може також впливати на стилі поведінки.

Стратегії навчання формуються як частина внутрішньоособової реакції у відповідь на вимоги навколишнього середовища. Вони відображають ті процеси, які використовуються особою в процесі навчальної діяльності. Таким чином, стратегії навчання можуть розглядатися як когнітивні інструменти, що використовуються індивідумом для сприймання (здобування, асиміляції) знань для успішного виконання певного завдання.

Стратегії можуть бути різними залежно від характеру завдання і є комбінацією пізнавальних навиків, які реалізуються, коли ситуація сприйнята як навчальна.

Деякі дослідники стверджують, що існує ієрархія стратегій навчання у кожного індивідума. Наприклад, Берон визначив три типи стратегій залежно від рівня узагальнення [228]:

- стратегії пошуку за залежністю – дії, спрямовані на визначення нової проблеми на фоні існуючих знань;
- стратегії аналізу за стимулом – дії, направленої на аналіз завдання та його дроблення на складові частини;
- контрольні стратегії – дії, спрямовані на контроль і оцінку реакцій у відповідь на навчальні завдання з метою знаходження правильної реакції – відповідь.

Індивідуми формують стратегії навчання чи сприймання інформації для роботи з матеріалом, який спочатку є несумісним з їх когнітивним стилем. Стратегії можуть бути засвоєні і модифіковані, тоді як стиль є відносно стабільною характеристикою особи.

Індивідум усвідомлює, що є ситуації, в яких його когнітивний стиль не зовсім застосовний. Це призводить до того, що він віддає перевагу, наприклад, одному типу презентації над іншим. Це, у свою чергу, веде до розвитку стратегій перекладу (трансляції) матеріалу, що вивчається, у той тип, якому віддається перевага. Упродовж довшого часу це приведе до створення групи стратегій навчання – когнітивному набору. **Когнітивно-орієнтований підхід** підкреслює стабільний вплив когнітивного стилю на організацію і представлення інформації в процесі мислення й навчання. Це має істотне значення для сприймання знань. Коли певний стиль відповідає змісту і представленню матеріалу, який потрібно вивчити, індивідум визнає завдання легшою, ніж тоді, коли стиль і спосіб навчання не збігаються. У тому випадку, коли існує такий незбіг, індивідум може полегшити завдання шляхом розвитку стратегій навчання для роботи з матеріалом, який спочатку був несумісний з його стилем.

На рис. 4.2 наведено модель когнітивного управління [230].

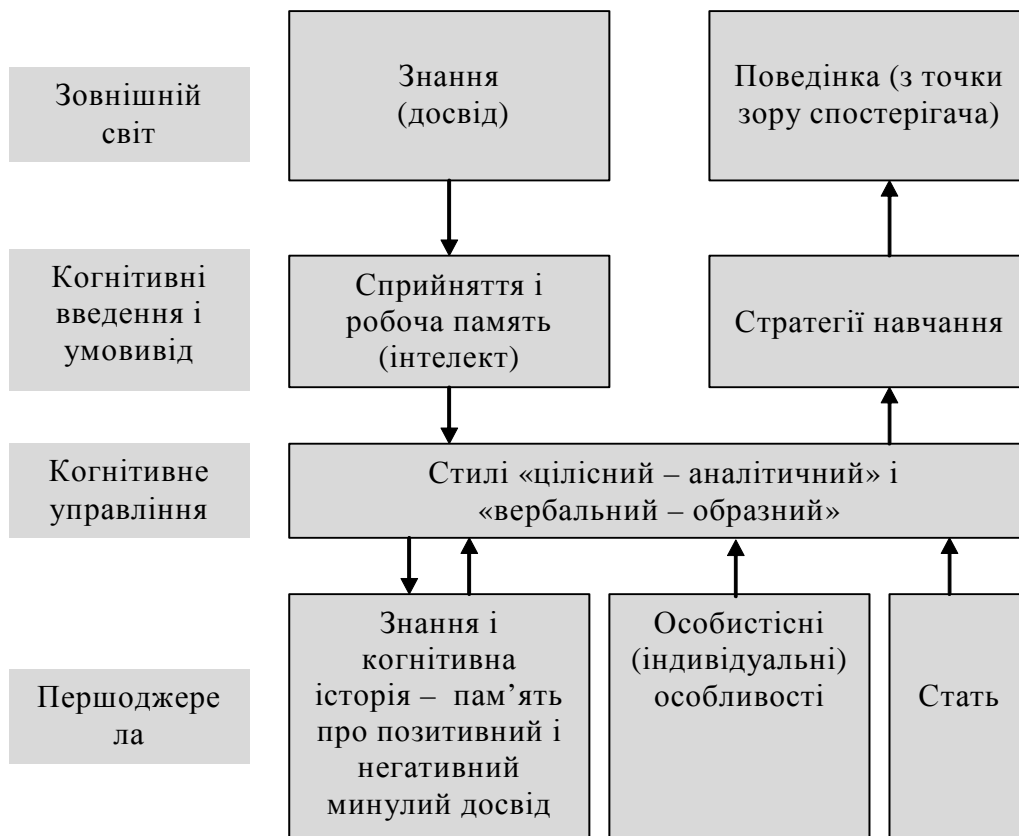


Рис. 4.2. Модель когнітивного управління

Переваги при сприйнятті інформації. Для побудови і підтримки в актуальному стані когнітивної моделі людини (людини-агента), яка входить до складу ГІС, виконується діагностика індивідуальних особливостей пізнавальних процесів людей.

Завдання діагностики виникає за таких умов:

- дано класифікацію об'єктів;
- дано опис цих об'єктів множиною непрямих характеристик;
- необхідно з появою нового об'єкта за непрямими характеристиками віднести його до одного з заданих класів [231, 232].

У психодіагностиці об'єктами є здорові люди, і роль непрямих характеристик відіграють їх індивідуальні психологічні особливості, а класи задаються завданнями дослідження.

Прийmemo, що отримані результати психологічного тестування D_i . Потрібно, спираючись на значення D_i , визначити значення деякої цільової характеристики C . При цьому передбачається, що кожна цільова характеристика може бути представлена як функція від деякого набору психологічних ознак:

$$C = F(D_i).$$

Завдання діагностики ставиться у вигляді схеми, яка наведена на рис. 4.3.

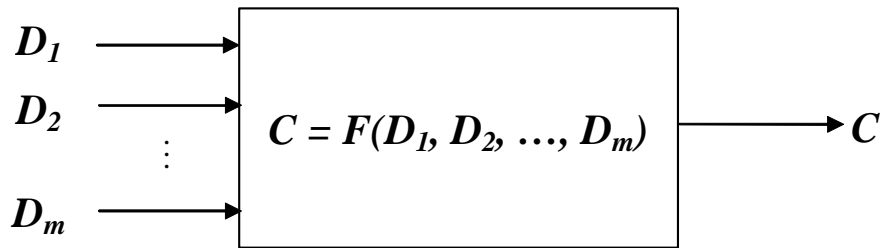


Рис. 4.3. Схема діагностики

З цієї схеми видно, що розв'язання завдання психодіагностики для побудови когнітивної моделі людини-агента вимагає вирішення трьох таких підзадач:

1. Визначення цільових ознак, тобто вихідних ознак, що дозволять здійснити класифікацію випробуваних (тобто ЛПР) на внутрішньо однорідні групи.
2. Вибір діагностичних ознак, що використовуються для діагностики приналежності до класу.
3. Знаходження правила віднесення ЛПР до того чи іншого класу за значеннями діагностичних ознак.

Визначення цільових ознак. При підході до сприймання інформації як до процесу управління можна впливати на ефективність цього процесу способом фіксації та передачі інформації на пристроях відображення ЕОМ [233]. Будемо вважати, що інформаційні матеріали передаються людині послідовністю повідомлень.

До формальних характеристик повідомлення належать: зміст, форма, а також темп і ритм надходження інформації (інтервали між окремими повідомленнями, регулярність надходження і т. ін.) [234].

У результаті активного перетворення інформації, що надходить, відповідно до індивідуально-психологічних особливостей людини, у неї формуються концептуальні моделі та інформаційні образи, що не є дзеркальним відображенням дійсності, а являють суб'єктивну картину цієї дійсності. Індивідуальні властивості особистості стають причиною того, що різні люди можуть будувати різні образи і уявлення щодо тих самих ситуацій предметної сфери.

Особливості структурної організації когнітивного простору індивідуального інтелекту, під яким розуміється доступний для даного індивідуума обсяг можливих форм пізнавального відображення дійсності, визначають тип репрезентування ситуації, що відображається [235].

Адекватне репрезентування є фундаментом для всіх наступних трансформацій, об'єднань і скорочень інформації [236].

Результати експериментальних досліджень свідчать про те, що в низці п'яти основних компонентів процесу переробки інформації етап репрезентування вихідної ситуації займає особливе місце [237]. Розподіл цих компонентів в обсязі витраченого часу такий:

- 54 % припадає на кодування (тобто побудову ментальної репрезентації зовнішнього впливу);
- 12 % – умовивід;
- 10 % – порівняння;
- 7 % – перевірка;
- 17 % – повідомлення відповіді [237].

Форма інтелектуальної репрезентації індивідуалізована в силу своєрідності когнітивного складу й побудови індивідуального інтелектуального простору відображення (це може бути картинка, просторова схема, ієрархічний категоріальний опис, значеннева конструція тощо).

Таким чином, *форму представлення інформації* можна розглядати як *спосіб управління пізнавальною діяльністю* людини-агента в складі ГІС, оскільки вона є істотним чинником, що забезпечує сприймання, розуміння та засвоєння досліджуваного матеріалу. Відомо, що, опановуючи матеріал, під час навчання людина вибірково ставиться до його змісту, виду і форми [238].

При конструюванні презентаційної форми інформації необхідно забезпечити можливість представлення її змісту в різних формах. Повинні передбачатися такі варіанти подачі, які створюють можливості при сприйнятті того самого змісту користуватися різними формами його викладу (словесний опис, наочний малюнок, схематичне зображення, таблиця) [238].

Індивідуальні особливості користувача СППР повинні враховуватися також при виборі:

- темпу представлення матеріалу;
- складності матеріалу,

тому що ці характеристики інформації впливають на ефективність і якість засвоєння знань [239, 240, 241].

Ознаками, що дозволяють здійснити класифікацію користувачів компонентів СППР, є такі:

- форма представлення інформації;
- темп представлення (подачі) і
- складність інформації навчального матеріалу.

Вибір діагностичних ознак. Діагностичними ознаками слугують когнітивні характеристики користувача. Характеристики інтелектуальної діяльності розділяють на стильові і продуктивні.

Інтелектуальні здібності розглядаються у зв'язку з рівнем виконання дій, тобто результативністю інтелектуальної діяльності, і визначаються в термінах правильності та швидкості переробки інформації. Когнітивні стилі характеризують індивідуальні відмінності в особливостях побудови ментального образу ситуації та ступеня сформованості механізмів метакогнітивної регуляції інтелектуальної діяльності [242]. Отже, *когнітивний стиль* визначає форму представлення навчального матеріалу, а *інтелектуальні здібності* – темп і складність.

Когнітивний стиль та інтелектуальні здібності людини визначають його *когнітивний профіль*. Розрізняються такі способи (вони загальноприйняті) подачі матеріалу: текст; малюнок; схема; мова.


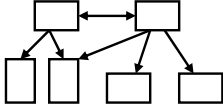
Для підвищення ефективності прийняття рішень учасники цього процесу і виконавці процедур обробки інформації повинні мати змогу сприймати інформацію у такій формі, яка відповідає їх когнітивному стилю.

Програмне забезпечення ГІС повинне мати можливості для такої презентації навчального матеріалу, форма якої (або модальність) відповідає когнітивному стилю людини.

У табл. 4.1 показано, яким формам віддають перевагу люди при сприйманні інформації, що належать до різних вимірів когнітивного стилю [230]. Числами в правій частині зазначено ступінь переваги від 1 до 3.

Таблиця 4.1

Переваги сприймання інформації щодо її представлення

Форма подання інформації	Стиль			
	Цілісно-вербальний	Аналітично-вербальний	Аналітично-образний	Цілісно-образний
 Малюнок	1	3	2	1
 Схема	3	2	1	2
 Мовна інформація	1	2	3	2
 Текстова інформація	2	1	2	3

Побудуємо класифікацію респондентів-агентів відповідно до обраних цільових ознак. Поділ осіб, що вчаться, на когнітивні типи визначається перевагою форми представлення навчального матеріалу, оптимальними темпом подачі і рівнем складності цього матеріалу. У табл. 4.2 наведений перелік запропонованих когнітивних типів.

Таблиця 4.2

Когнітивні типи слухачів

Тип	Представлення інформації		
	Форма	Темп	Рівень складності
1	Текст Мова Схеми Малюнки	низький	низький
2		середній	низький
3		середній	середній
4		високий	середній
5		високий	високий
6	Малюнки Схеми Мова Текст	низький	низький
7		середній	низький
8		середній	середній
9		високий	середній
10		високий	високий
11	Схеми Малюнки Текст Мова	низький	низький
12		середній	низький
13		середній	середній
14		високий	середній
15		високий	високий
16	Мова Текст Малюнки Схеми	низький	низький
17		середній	низький
18		середній	середній
19		високий	середній
20		високий	високий

Для віднесення слухача до того або іншого типу потрібно побудувати його когнітивний профіль. Розглянемо методики і програмні засоби для визначення змінних, необхідних для формування профілю слухача.

4.2. Визначення стильових та продуктивних характеристик

Для визначення когнітивного стилю застосовується комп'ютерна система оцінки когнітивного стилю (Cognitive Styles Analyses – CSA) [228].

CSA дозволяє оцінити, до якого полюсу на шкалі "цілісний – аналітичний" (wholist – analytic) і "вербальний – образний" (verbaliser – imager) відноситься тестований, і включає три субтести.

Перший (CSA-1) оцінює когнітивний стиль "вербальний – образний", пропонуючи випробуваному визначити істинність деяких тверджень. Половина з множини тверджень містить інформацію щодо концептуальних категорій, а інші описують зовнішній вигляд предметів. У свою чергу, половина тверджень кожного типу істинна. Реєструється час реакції по кожному твердженню й обчислюється відношення часів реакцій по твердженнях щодо концептуальних категорій (**T1**) і твердженнях щодо зовнішнього вигляду предметів (**T2**). Значення **T1/T2 < 1** відповідає параметру стилю "вербальний", а **T1/T2 > 1** – "образний".

Такі два субтести оцінюють когнітивний стиль "цілісний – аналітичний". Перший з них (CSA-2) подає предмети, що містять пари складних геометричних фігур, про котрі треба зробити висновок, однакові вони чи різноманітні. Другий (CSA-3) подає предмети, кожний із яких включає просту геометричну форму (наприклад, квадрат або трикутник) і складну геометричну фігуру, а індивідуум повинний зазначити, міститься або ні проста форма в складній фігурі. Реєструється час реакції й обчислюється відношення часу виконання субтестів CSA-2 (**T3**) і CSA-3 (**T4**). Значення **T3/T4 < 1** відповідає параметру стилю "цілісний", **T3/T4 > 1** – "аналітичний".

При виконанні субтестів респонденту невідомо, що в даний момент оцінюється час реакції, тому він вирішує задачі тим способом, що відбиває його звичайний спосіб опрацювання інформації.

Тести загального інтелекту спрямовані на вимір здатності до навчання [243]. Валідизація таких тестів орієнтується на успіхи в навчанні [244].

Тест Д. Векслера [245]. Тест діагностує загальний інтелект і його складові – вербальний і невербальний інтелекти.

Перша версія тесту запропонована в 1939 р. (шкала Векслера – Белльвю) для діагностики інтелекту людей у віці від 7 до 69 років. Модифікований варіант цієї шкали опублікований у 1955 р. за назвою Векслера інтелекту дорослих шкала (Wechsler Adult Intelligence Scale, WAIS), остання редакція, або WAIS – R, вийшла в 1981 р. Тест WAIS призначений для тестування дорослих (від 16 до 63 років) і складається з 11 субтестів, що складають вербальну і невербальну шкалу.

У вербальну частину ввійшли такі субтести.

1. "Загальна поінформованість": містить 29 питань. Діагностує рівень простих знань. Немає питань, що потребують спеціальних і теоретичних знань. Правильна відповідь оцінюється в 1 бал.

2. "Тямущість": 14 завдань на розуміння змісту виразів. Оцінюється спроможність до суджень. Оцінка залежно від слухності відповіді: 0, 1, 2 бали.

3. "Арифметичний": включає 14 задач із курсу арифметики початкової школи. Задачі розв'язуються усно. Діагностується легкість оперування числовим матеріалом. Оцінюється як слухність, так і витрачений час.

4. "Встановлення подібності": 13 завдань. Випробовуваний повинний підвести 2 предмети під загальні категорії, виявити, що між ними є подібним. Діагностується понятійне мислення. Оцінка залежно від слухності відповіді: 0, 1, 2 бали.

5. "Повторення цифр": I частина містить ряди, у яких від 3 до 9 цифр. Випробовуваний повинний прослухати цифри й усно їх відтворити. II частина включає ряди від 2 до 8 цифр. Випробовуваний повинний відтворити ряд в оберненому порядку.

6. "Словниковий запас": 42 поняття. Тест спрямований на вивчення вербального досвіду й уміння визначати поняття. Випробовуваний повинний пояснити значення слова. Перші 10 слів – поширені в повсякденній промові, наступні 20 слів – середньої складності, останні 12 слів – абстрактно-теоретичні поняття. Оцінка від 0 до 2 балів.

Вербальна шкала тісно корелює із загальною культурою випробуваного й академічною успішністю. Оцінки з субтестів "Поінформованість", "Кмітливість" і "Словниковий запас" характеризують загальний рівень інтелекту випробовуваного.

Результати виконання субтесту "Встановлення подібності" свідчать про спроможність до логічного мислення, узагальнення й абстрагування.

Субтест "Арифметичний" діагностує не тільки рівень оперування числовим матеріалом, але й довільну концентрацію уваги. Результати його виконання залежать від професії та рівня освіти.

Субтест "Повторення цифр" найслабкіше корелюється із загальним інтелектом і спрямований на визначення обсягу короткочасної пам'яті і рівня активної уваги.

Невербальна шкала, або "шкала дій", складається з 5 субтестів.

7. Субтест "Шифровка" (або "Цифрові символи") є варіантом тесту на кодові заміни. Потрібно написати під кожною цифрою (усього 100) відповідний символ за 1,5 хвилини. Наведено ключ: під кожною із 9 цифр відповідний символ. Діагностується зорово-моторна швидкість. Оцінка визначається кількістю правильно зашифрованих цифр.

8. "Відсутня деталь" (або "Завершення картинок"): 21 картка, на яких зображені картинки з відсутньою деталлю. Діагностує зорову спостережливість і спроможність виявляти істотні ознаки. Час розв'язання однієї задачі – 20 с. Правильна відповідь оцінюється 1 балом.

9. "Конструювання блоків" ("Кубики Коссо") – 10 завдань. Включає набір карток із червоно-білими кресленнями і набір червоно-білих кубиків. Випробовуваний повинний, дивлячись на зразок, зібрати з кубиків креслення. Діагностуються рухова координація і візуальний синтез. Оцінюється точність і час рішення.

10. "Послідовні картинки" – 8 серій картинок. Кожна серія подає сюжет. Картинки подаються в неправильній послідовності. Випробовуваний повинний їх правильно розташувати. Діагностуються спроможності організації цілого з частин, розуміння ситуації, екстраполяції. Оцінка визначається слушністю і часом вирішення.

11. "Складання об'єкта" ("Складання фігур") – 4 завдання. Випробовуваний повинний зібрати фігуру добре знайомого предмета з окремих деталей (фігури: "людина", "профіль", "рука", "слон"). Діагностується спроможність до синтезу цілого з деталей. Оцінка залежить від часу і слушності складання.

Найбільш комплексним тестом невербальної шкали є "Шифровка", що діагностує властивості уваги, сприймання, координації.

Найбільш інформативним субтестом невербальної шкали багато авторів вважають "Кубики Косо". Аналогічний за змістом і тест "Складання об'єктів".

Успішність виконання цих трьох тестів залежить від розвитку сенсомоторної координації, тим часом як результати по тестах "Відсутня деталь" і "Послідовні картини" не залежать від розвитку моторики, а більшою мірою визначаються когнітивними спроможностями.

У цілому невербальна шкала діагностує не тільки знання, але й спроможність індивіда до моторно-перцептивної взаємодії з об'єктами навколишнього світу, що залежить від досвіду діяльності.

У завданнях тесту відбиті як інтелектуальні, так і неінтелектуальні чинники, від яких залежить ефективність прояву інтелекту.

Надійність WAIS значна: 0,97 за вербальною шкалою.

Тест Д. Векслера є одним із найбільш відомих і найчастіше використовується в психологічній, педагогічній і медичній практиці.

Він належить до індивідуальних тестів. Процес інтерпретації результатів виконання частини вербальних тестів не цілком алгоритмізований і припускає активну участь психолога.

Тест структури інтелекту Амтхауера (Amthauer Intelligenz – Struktur – Test, IST) [246]. Тест запропонований у 1953 р. (остання редакція 1973 р.) для оцінки структури інтелекту осіб від 13 до 61 року. Він призначався для диференційованого добору кандидатів на різноманітні види фахового навчання і для фахового добору. Тест містить завдання, спрямовані на діагностику вербального інтелекту, лічильно-арифметичних спроможностей, просторового інтелекту, мнемонічних здатностей.

До тесту входять 9 субтестів. В усіх субтестах, крім 4, 5 і 6-го використані завдання закритого типу.

1) Логічний добір (LS) – досліджується "почуття мови" за Р. Амтхауером. Випробовуваний повинний завершити речення, обравши відповідне слово зі списку.

2) Визначення загальних ознак (GE) – досліджується спроможність до понятійної абстракції. Даються п'ять слів, із яких випробовуваний повинний виділити єдине, що не має значеннєвого зв'язку з іншими.

3) Аналогії (AN) – тестуються комбінаторні спроможності. Даються три слова, між першим і другим є значеннєвий зв'язок. Випробовуваний повинний підібрати до третього слова четверте, що знаходилося б із ним в аналогічному зв'язку.

4) Класифікація (KL) – оцінюється спроможність до судження. Випробовуваний повинний позначити два слова загальним поняттям.

5) Рахунок (RA) – тестується рівень розвитку арифметичного мислення. Випробовуваний повинний вирішити 20 арифметичних задач.

6) Ряди чисел (ZR) – тестується індуктивне мислення. Потрібно встановити закономірність числового ряду, продовжити його.

7) Вибір фігур (FS) – досліджується просторова уява. Подаються розділені на частини фігури. Потрібно вибрати фігуру, що відповідає розділеній.

8) Кубики (WU) – тестується уміння мислено оперувати об'ємними тілами в просторі. Дається малюнок куба в зміненому положенні. Потрібно з запропонованих малюнків вибрати куб, що відповідає даному.

9) Завдання на зосередження уваги і пам'ять (ME). Пропонується запам'ятати низку слів і знайти їх серед інших.

Субтести складаються з 20 завдань (у четвертому субтесті – 16 завдань). Час виконання окремих субтестів – від 6 до 10 хв. Весь тест проводиться за 1,5 години. Кожне правильне рішення оцінюється в один бал (крім 4-го субтесту). Первинні оцінки перекладаються в шкальні. Суми первинних балів по всіх субтестах перекладаються в загальну оцінку рівня інтелекту.

Окремо аналізується профіль. Перші чотири субтести, відповідно до Р. Амтхауера, характеризують теоретичні спроможності, а останні п'ять – практичні спроможності. Скоріше ж мова може йти про вербальний і невербальний інтелекти.

Надійність тесту – 0,91.

Тест Р. Амтхауера широко застосовувався в СРСР у практиці фахового добору, шкільній психодіагностичній роботі, атестації інженерних кадрів, у психологічній фаховій консультації. Неодноразово проводилась стандартизація й переадаптація тесту. Оцінки "теоретичного інтелекту" (4 перші субтести) порівнювалися з досягненнями з гуманітарних предметів, а оцінки "практичного інтелекту" (5-й – 9-й субтести) – з досягненнями в "точних науках" (фізиці і математиці). Коефіцієнти кореляції коливалися від 0,58 до 0,89.

Тест Амтхауера – одна з найбільш валідних, надійних і практично застосованих діагностичних методик.

Прогресивні матриці Равена (Raven Progressive Matrices) [247]. Призначений для виміру рівня інтелектуального розвитку. Запропонований Дж. Равеном разом із Л. Пенроузом у 1936 р. Відповідно до англійської школи вивчення інтелекту найкращим засобом визначення інтелектуального розвитку є тест на пошук абстрактних відношень. В основу завдань тесту покладена теорія гештальту і теорія інтелекту Ч. Спірмена. Передбачається, що випробовуваний спочатку сприймає завдання як ціле, потім виділяє закономірності зміни елементів уяви, після чого виділені елементи включаються в цілісну уяву, і знаходиться відсутня частина зображення.

У якості матеріалу були обрані абстрактні геометричні фігури з малюнком, організованим за певним законом.

Найбільш відомі два основні варіанти тесту:

- 1) простіший кольоровий тест, призначений для дітей від 5 до 11 років;
- 2) чорно-білий варіант для дітей і підлітків від 8 до 14 років та дорослих від 20 до 65 років.

У кольоровому варіанті тесту використовуються три серії, що різняться за рівнем складності. У кожній серії – 12 матриць. Другий варіант складається з 5

серій (А, В, С, D, E) по 12 завдань, розташованих за зростанням труднощі. Трудність завдань зростає від серії А до серії Е. Перші 5 завдань серії А випробовуваний виконує за допомогою експериментатора, інші – самостійно. Випробовуваний повинний вибрати правильну відповідь із 6-8 запропонованих варіантів. Кількість варіантів відповіді збільшується в міру зростання труднощі серії.

Дж. Равен припускав, що в ході виконання тесту випробовуваний навчається, і виконання попереднього завдання готує його до виконання наступного, важчого.

У **серії А** респондент повинний доповнити відсутню частину зображення. Він має продемонструвати вміння диференціювати елементи і виявляти зв'язки між елементами гештальта, а також доповнювати відсутню частину структури, порівнюючи її зі зразками.

У серії В випробовуваний повинний знайти аналогії між парами фігур, диференціюючи їхні елементи.

При виконанні серії С потрібно вирішити завдання, визначивши принцип зміни фігур по вертикалі і горизонталі.

У серії D потрібно визначити закономірність перестановки фігур по горизонталі і вертикалі.

Серія Е для свого вирішення потребує аналіз фігур основного зображення й упорядкування відсутньої фігури вроздріб (аналітико-синтетична розумова діяльність).

За кожне правильне рішення присвоюється 1 бал, підраховується кількість правильних рішень у кожній серії і загальна кількість балів, що трансформуються в стандартний коефіцієнт IQ. На основі результатів по серіях обчислюють також "індекс варіабельності". Існують отримані на вибірці стандартизації розподілу кількості правильних рішень по серіях, що відповідають загальній сумі балів. Табличний розподіл порівнюється з отриманим при тестуванні випробовуваного, а різниці очікуваної й емпіричної оцінок підсумовуються без урахування знака. "Індекс варіабельності" характеризує достовірність результатів і спрямований на виявлення випробовуваних, які вирішували завдання шляхом угадування або симуляцією низького результату (не розв'язали прості задачі).

Нормальне значення індексу дорівнює 0 – 4, при значенні 7 відповіді вважаються недостовірними.

Надійність тесту Равена варіює в межах від 0,70 до 0,89; середня трудність завдань тесту 0,32; кореляція з успішністю шкільного навчання (оцінкою успішності) – 0,72. Кореляція з IQ за тестом Д. Векслера (WAIS) 0,70 – 0,74 (дорослі) і 0,91 (діти 9 – 10 років), кореляція з арифметичними тестами – до 0,87.

За твердженням автора, створений ним тест не призначений для дослідження загальних здібностей. Мова йде про виявлення певних здібностей до систематизації в мисленні, спроможності логічно мислити і розкривати існуючі зв'язки між предметами і явищами. Вивчення ж загального інтелекту стає можливим при додатковому використанні вербальних шкал, що були розроблені при модифікації тесту 1977 року Дж. Равеном у співпраці з Д. Кортом.

Оригінальний матеріал тесту значно змінений (ускладнені завдання, введені нові серії та вербальні шкали).

За кордоном найчастіше використовуються на практиці й у дослідницькій роботі батареї тестів DAT і GATB.

Батарея тестів DAT [245]. Тест DAT (Differential Aptitude Test) створений 1947 року і неодноразово переглядався. Батарея була призначена для тестування учнів VII – XII класів середньої школи США в ході фахової консультації.

Автори тестів включили в нього завдання, виконання яких могло б прогнозувати успішність навчання у вищій школі. Автори виходили не лише з практичних потреб, але й урахували результати факторно-аналітичних досліджень.

Тест містить 8 субтестів.

1. Словесне мислення. Використовуються подвійні аналогії. Випробовуваному треба заповнити пропуски слів у реченні, обравши потрібне слово зі списку.

2. Числові спроможності. Випробовуваному пропонують прості рівняння. Він повинний вибрати правильну відповідь.

3. Абстрактне мислення. Випробовуваний повинний продовжити серію геометричних фігур.

4. Просторові відношення. Подаються розгортки геометричних тіл. Випробовуваний повинен вибрати фігуру, що відповідає розгортці.

5. Технічне мислення. Дано картинки, що описують певну фізичну ситуацію. Потрібно відповісти на запитання, зрозумівши деякий фізичний принцип.

6. Швидкість і точність сприймання. Подається серія буквених пар, одна з яких виділена. Випробовуваний повинний знайти цю комбінацію на бланку відповідей.

7. Письменність. Випробовуваному подається список слів, він повинний перевірити правильність їх написання.

8. Використання мови. Надається речення з помилками в будові або пунктуації. Респондент повинен визначити помилки.

Загальний час виконання тесту значний (до 5 годин), тому часто застосовують скорочені варіанти.

Тест DAT належить до тестів граничних можливостей. Надійність тесту 0,90.

Результати зіставлення даних тесту з оцінками шкільної успішності показали, що кореляції достатньо великі. Найбільш прогностичні субтести "Словесне мислення" (0,39-0,50), "Числові можливості" (0,32-0,48), "Пропозиції" (0,30-0,52). Сумарний показник тесту "Числові можливості" і "Словесне мислення" характеризує спроможність до навчання (кореляції з навчальними досягненнями 0,70-0,80).

Батарея тестів GATB (General Aptitude Test Battery) [245]. У 1940 р. (пізніша версія 1956 р.) була розроблена батарея тестів загальних спроможностей

– GATB. GATB створена за замовленням Служби зайнятості США для цілей фахової орієнтації та управління кадрами в армії й державних закладах.

Батарея може бути лише умовно віднесена до тестів структур інтелекту, оскільки охоплює також перцептивні та сенсомоторні спроможності. Наведемо список чинників і субтестів:

1) G – загальні здібності до навчання. Бал утворюється на основі додавання показників 3 тестів: словникового, арифметичного, сприйняття тривимірного простору.

2) V – вербальні спроможності. Вимірюються тестом на виділення з групи слів, що мають подібні або протилежні значення.

3) N – арифметичні здібності. Тестуються двома тестами: "арифметичні задачі" (50 задач) і "арифметичні вправи" (50 простих завдань з одною дією).

4) S – просторові здібності. Тестуються завданнями на сприйняття форм: випробовуваному дається креслення з розгорткою об'ємної фігури, він повинний відібрати зображення, що відповідає розгортці.

5) P – сприйняття форми. Вимірюється двома тестами. У першому тесті пропонується два набори фігур на двох частинах листа. Фігури однакові, відрізняються лише розташуванням і розгортанням. Потрібно знайти ідентичні фігури. У другому тесті потрібно визначити, яке з чотирьох зображень відповідає зразку.

6) Q – уявне сприйняття слів ("швидкість сприйняття клерка"). Випробовуваний повинний виявити ідентичність написання слів у парах (150 пар).

7) K – рухова координація. Випробовуваний повинний за зразком якнайшвидше намалювати лінії в квадратах.

8) F – пальцева моторика. Вимірюється двома тестами "психомоторної спритності". У першому тесті випробовуваний повинний, діючи обома руками, виймати стрижні з отворів верхньої частини дошки і вставляти в отвори нижньої частини дошки. Тест повторюється тричі. У другому тесті випробовуваний одною рукою виймає стрижень і, повертаючи його, вставляє іншим кінцем у той самий отвір. Тест повторюють три рази.

9) M – ручна моторика. Вимірюється двома тестами на пальцеву рухливість. Даються дошки зі 100 отворами (50 у кожній половині). У верхній частині дошки вставлені металеві заклепки. На дошці є стрижень із набором шайб. У першому тесті випробовуваний повинний узяти заклепку; надіти шайбу і вставити їх у нижню частину дошки. У другому тесті він повинний повернути заклепки і шайби у вихідне положення.

Проведення обстеження займає близько 2,5 години. Вісім субтестів у батареї є бланковими, а чотири потребують спеціального устаткування.

Усі субтести є високошвидкісними. При опрацюванні результатів попередні оцінки перекладаються в стандартні, і потім аналізується профіль оцінок. Інтелектуальні субтести батареї достатньо надійні (0,73-0,90). Тест GATB застосовується більш ніж у 30 країнах.

У Німеччині на основі GATB створений німецькомовний аналог – тестова батарея ВЕТ (Begufeignungstest). Так само як і GATB, вона складається з 12 субтестів і діагностує 9 чинників.

Система комп'ютерної діагностики для цілей профконсультації [248].

Система містить 20 тестів, серед яких особистісні й мотиваційні.

Для діагностики пізнавальних можливостей використовувалися такі тести.

1. Методика на пошук логічних відношень ("Вівця").
2. Методика на короткочасну образну пам'ять ("Memory").
3. Методика на числове – логічне мислення ("Poisk").
4. Методика на наочно-образне мислення. Використовувався тест Равена.
5. Методика на просторові уявлення ("Space"). Використовувався субтест

VIII Амтхауера.

6. Методика на оперативну пам'ять ("Рахунок"). Застосовувалась методика В.Д.Шадрікова "Рахунок із нарощуванням".

7. Методика на увагу ("Attent") – методика, аналогічна таблицям Шульте – Платонова. Використовувалась модифікація методики "Пошук чисел із переключенням".

Ряд тестів збігається з діагностичною спрямованістю тесту Р. Амтхауера.

"Абітурієнтів і старшокласників тест розумового розвитку" (АСТРР) [249]. Тест включає 8 субтестів. Усі завдання складені на матеріалі шкільних програм та підручників і призначені для вивчення рівня розумового розвитку випускників середньої школи. При опрацюванні результатів тестування можна одержати не тільки загальний бал, але й індивідуальний тестовий профіль випробовуваного, що дозволяє прогнозувати успішність наступного навчання випускників у навчальних закладах різноманітного профілю.

4.3. Комп'ютерна діагностика когнітивних характеристик

Основним критерієм можливості комп'ютерної реалізації діагностичної тестової методики є її формалізованість. Для конкретизації поняття "формалізованість" доцільно виділити порівняно самостійні елементи психодіагностичного експерименту, що піддаються систематизації. До них належать стимули, що адресуються випробовуваному в ході експерименту, відповіді (відгуки) на цей вплив, та операції з інформацією, породженою реакціями випробовуваного на стимули. Відповідно підставою для класифікації психодіагностичних методик можуть служити різноманітні поєднання форм тестових завдань із способами реагування випробовуваних, доповнені характеристиками процедур опрацювання експериментальних даних [250, 251].

У табл. 4.3 подані форми тестових завдань психодіагностичних методик. Вербальні стимули – це питання, твердження і завдання, виражені словами. Стандартизовані стимули є однаковими для всіх випробовуваних, у той час як індивідуально орієнтовані підбираються окремо для кожного конкретного випробовуваного. Невербальні стимули – це картинки, фігури, значки, плями і т.

д. Крім того, невербальні стимули можуть бути адресовані до сфери не тільки зорового сприймання, а й інших почуттів (слух, дотик, нюх, смак). Параметри статичних невербальних стимулів постійні в часі, а в динамічних об'єктів можуть змінюватися форма, колір, висота тону і т. д.

Таблиця 4.3

Види тестових завдань

Види стимулів				Порядок пред'явлення стимулів	
Вербальні		Невербальні		Фіксовані	Змінні
Стандартизовані	Індивідуально орієнтовані	Статичні	Динамічні		Випадкові

Характеристика форм тестових завдань доповнюється описом засобу пред'явлення стимулів у процесі психодіагностичного експерименту. Цей засіб може бути фіксованим і перемінним. Різновидом перемінного засобу є випадкове пред'явлення стимулів. Інший різновид пов'язаний із використанням у ряді психодіагностичних методик зворотного зв'язку із випробовуванням, коли утримання і форма поточного стимульного матеріалу залежать від реакцій випробовуваного на попередні стимули.

Засоби відповідей випробовуваного на тестові стимули розділяються на закриті, відкриті й динамічні реагування через органи управління (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Види відповідей на тестові завдання

Закриті			Відкриті		Динамічне Реагування через органи управління
Вибір	Оцінка ознаки за заданою шкалою	Оновлення частин	Доповнення	Вільне конструювання	

При закритому способі всі відповіді в сукупності утворять повну групу, або, іншими словами, усі можливі види відповідей заздалегідь відомі. Ці відповіді можуть здійснюватися у формі вибору з "меню відповідей" (залежно від обсягу меню розрізняють методики з альтернативним і множинним вибором), за допомогою оцінювання значення якоїсь ознаки за заданою шкалою, шляхом відновлення частин пропозицій, фігур і т. д., а також вимогою змінити структуру даних. Відкриті способи припускають відповіді випробовуваного на запропоновані стимули у вільній формі. При цьому можуть бути регламентовані лише найбільш загальні вимоги до форми відповіді (вербальна або невербальна, орієнтовні обсяг і час). Відкриті способи містять відповіді у вигляді доповнення

заданого стимулу і відповіді, у котрих цілком допускають вільне конструювання. При динамічному реагуванні через органи управління використовуються перцептивні і моторні спроможності випробовуваного.

Нижче наводяться характеристики можливих форм сполучень тестових завдань із видами відповідей випробовуваних, а також дається оцінка співвідношення якісного й кількісного компонентів у процедурах аналізу експериментальних даних для кожного виділеного класу психодіагностичних методик.

Стимули – Вербальні стандартизовані
Відповіді – Закриті, типу "Вибір"

Сполучення вербальних стандартизованих стимулів із закритими відповідями типу "Вибір" характеризується малим ступенем участі психодіагноста в процедуру обстеження. Алгоритми опрацювання результатів цих тестів, як правило, являють собою нескладну процедуру підрахунку кількості збігу відповідей випробовуваного з так званим діагностичним ключем і наступне приведення отриманого результату до нормованого вигляду. Застосування комп'ютера дозволяє цілком автоматизувати подібні методики.

Стимули – Невербальні статичні
Відповіді – Закриті, типу "Вибір"

Методики даного типу застосовуються, наприклад, для дослідження просторової уяви, комбінаторних спроможностей і спроможностей співвіднесення невербальних стимулів до певного класу з заданого алфавіту класів.

Опрацювання результатів у даному разі зводиться до оцінки кількості правильно зроблених виборів. У якості діагностичного параметра використовується час вирішення заданого тесту. Сучасні комп'ютери, що мають образотворчі засоби, дозволяють цілком автоматизувати методику даного типу. При цьому в якості стимулів можуть виступати не тільки статичні, а й динамічні об'єкти.

Стимули – Вербальні стандартизовані;
 невербальні статичні
Відповіді – Закриті, типу "Відновлення частин"

Психодіагностичні методики аналізованого типу є, по суті, модифікацією тестів із множинним вибором. Відмінною рисою цих методик є те, що випробовуваним пропонується самим сформулювати (сконструювати) відповідь, не застосовуючи меню можливих відповідей. Таким чином, випробовуваний не обмежений рамками у своїх відповідях. У той же час при такому підході передбачається, що існують правильні відповіді на завдання тесту, що можуть бути виражені в достатньо визначеній формі.

Опрацювання результатів обстеження за допомогою психодіагностичних методик аналізованого класу достатньою мірою формалізована. Діагностичними

процес психодіагностики, і, хоча для ефективного використання техніки репертуарних штахетів, безумовно, потрібна комп'ютерна підтримка методики, у самої процедури обстеження й інтерпретації результатів акцент ще більш зміщається вбік використання важко формалізованих знань і досвіду експерта – психодіагноста.

Стимули – Вербальні стандартизовані
Відповіді – Відкриті, типу "Доповнення"

Прикладом психодіагностичних методик даного типу може служити методика завершення речень. Обстежуваному пропонується серія незакінчених речень, що складаються з одного або декількох слів, із тим, щоб він їх завершив за своїм розсудом. Речення в даній методиці формулюються таким чином, щоб стимулювати випробовуваного на відповіді, що ставляться до досліджуваних властивостей особистості. Другим прикладом є методика завершення історій. Тут на відміну від попередньої методики в якості стимулу виступає невеличка розповідь.

Інтерпретація відповідей важко формалізується, тому комп'ютеризація даних методик проблематична.

Стимули – Невербальні статичні
Відповіді – Закриті, типу "Доповнення"

Показовим прикладом методики доповнення невербальних стимулів є малюнковий тест Вартегга. Стимульний матеріал цього тесту складається з 8 стандартних, обмежених білим простором графічних знаків, розташованих на чорному полі. Випробовуваному необхідно в наявному просторі виконати малюнки з урахуванням зображених знаків.

При інтерпретації результатів ураховуються зміст малюнків та їхнє графічне виконання.

Стимули – Вербальні стандартизовані;
 невербальні
Відповіді – Відкриті, типу "Вільне конструювання"

Для психодіагностичних методик, що припускають відповіді у формі вільного конструювання, стимули можуть бути найрізноманітнішими – як вербальними, так і невербальними. Те ж можна сказати і про вигляд відповідей випробовуваних – це можуть бути малюнки на задану тему, розповіді, інтерпретації зображень і т. д. Методики з вільним конструюванням відповідей мають ще менш формалізовану структуру, ніж наведені вище методики з відповідями у вигляді доповнень стимулів.

Стимули – Невербальні динамічні
Відповіді – Динамічне реагування через органи управління

Аналізоване сполучення стимулів і відповідей відповідає класу психодіагностичних методик, що звичайно називають апаратурними тестами. Ці тести використовуються в дослідженнях параметрів часу реакції (реактометри, рефлексометри), типологічних особливостей вищої нервової діяльності та ін.

Стимули – Вербальні індивідуально орієнтовані
Відповіді – Відкриті

Цей клас методик можна визначити як сценарії діалогів, у яких передбачається безпосередній контакт психодіагноста з випробовуваним і враховуються специфічні особливості конкретного діагностичного завдання. Такі сценарії погано формалізуються, й у них найбільш важлива жива взаємодія експерта і випробовуваного.

На основі аналізу існуючих діагностичних тестових методик з урахуванням можливості їхнього формального представлення складена **тестова батарея для комп'ютерної діагностики когнітивних здатностей учня**, що включає такі тести [252, 253].

1. "Складні аналогії". Методика складається з 20 пар слів. Слова в парі пов'язані певним відношенням. Випробовуваному потрібно визначити, який із шести типів логічного зв'язку укладений у кожній парі слів. Зразки використовуваних типів зв'язку наводяться в таблиці. Час виконання завдання – 3 хвилини. Фіксується кількість правильних відповідей [254].

2. "Числові ряди". Методика на числово-логічне мислення. Числові ряди, запропоновані випробовуваним, побудовані за певною закономірністю. У кожному з них не вистачає двох чисел. Випробовуваний повинний розкрити закономірність і заповнити пропуски. Загальна кількість рядів – 10, час роботи – 5 хв. Перед основним завданням дається тренувальна серія. Фіксується час виконання завдання і кількість правильних відповідей [255].

3. Методика на наочно-образне мислення. Використовується тест Равена [247]. При його виконанні вирішальну роль грає рівень розвитку уваги, сприймання й образного мислення. Застосовується скорочений експрес-варіант методики, що складається з 20 картинок. Тест складається з 5 серій (по 4 "картинки"):

- установлення взаємозв'язку в структурі матриці;
- пошук аналогії між парами фігур;
- пошук прогресивних змін у фігурах матриці;
- знаходження принципу перегрупування фігур по горизонталі і вертикалі;
- знаходження принципу аналізу і синтезу фігур на елементи.

Фіксується час виконання тесту, час виконання окремих завдань, кількість правильних відповідей.

4. "Оперативна пам'ять". Випробовуваному називаються (у другому варіанті – подаються) 5 цифр. Потрібно запам'ятати їх, потім у думці скласти першу цифру з другою, другу з третьою, третю з четвертою і четверту з п'ятою.

Отримані чотири суми записати. Час для обчислень – 15 секунд. Реєструється кількість правильних відповідей [255].

5. Таблиці Шульте – це методика тест на увагу. Випробовуваному по черзі подаються п'ять таблиць, у яких у довільному порядку розташовані числа от 1 до 25. Випробовуваний відзначає цифри в порядку зростання. Фіксується час виконання й кількість помилок по кожній таблиці [256].

Запропонована батарея тестів охоплює практично всі рівні психологічних пізнавальних спроможностей:

- мовномисленнєвий рівень,
- логічне мислення, наочно-образне мислення,
- сприймання,
- пам'ять,
- увага.

У ході тестування фіксується час виконання кожного тесту, кількість правильних відповідей (або помилок), тобто фіксуються швидкісні й точнісні показники виконання завдання. Після завершення тестування провадиться опрацювання результатів. На початковому етапі визначаються первинні оцінки ("сирі" бали), потім вони перекладаються в шкальні (стандартні бали). Це забезпечує порівнянність результатів таких стандартних оцінок виконання кожного тесту. У якості стандартної шкали застосовується Т-шкала [244].

На рис. 4.4 подана запропонована схема визначення когнітивного профілю користувача (учня), перелік тестів, стандартні значення когнітивних характеристик.

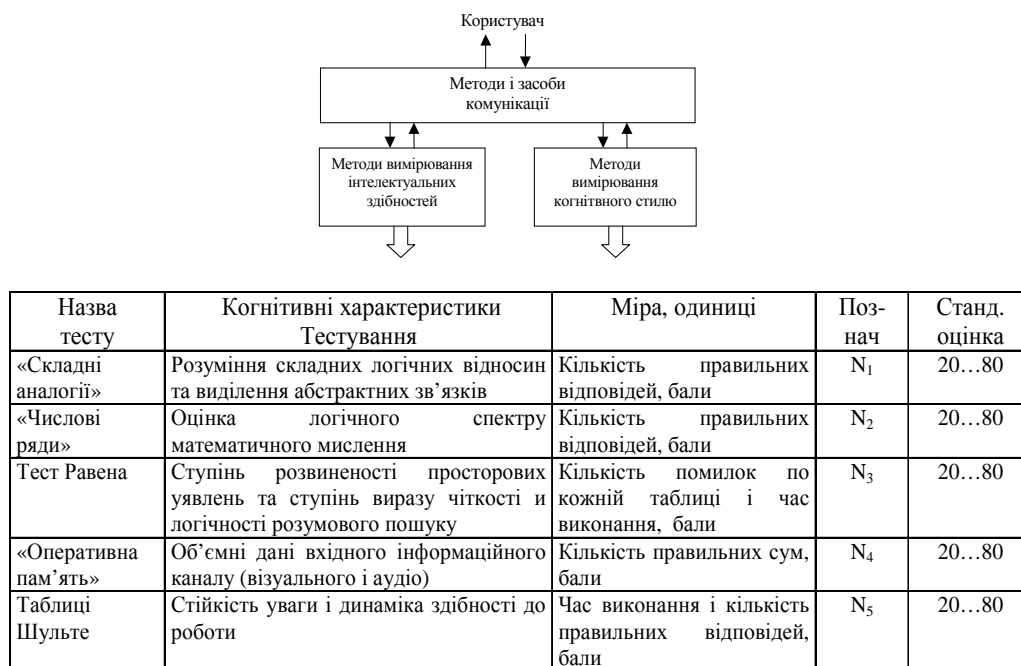


Рис. 4.4. Побудова когнітивного профілю користувача

4.4. Адаптація навчальних епізодів до переваг користувача

В умовах навчання з використанням персоналізованого адаптивного тьютора потрібно забезпечити управління аспектами подання знань, що надаються респонденту. Відповідність форм подання навчальних епізодів і переваг учнів сприймати інформацію підвищує рівень успішності навчання й зменшує інформаційне навантаження на нервову систему людини. На рис. 4.5 подана архітектура персоналізованого адаптивного тьютора [257], що забезпечує:

- вимір характеристик користувача (учня),
- побудову його когнітивного профілю,
- визначення когнітивного типу,
- адаптацію навчальної інформації до когнітивного профілю користувача.

База знань учня складається з *когнітивної моделі користувача (учня)* і *продукційних правил* інтерпретації когнітивного профілю, що зберігається й актуалізується когнітивною моделлю. Ці правила мають узагальнений вигляд:

$$\text{ЯКЩО } \text{antec}_j \text{ ТО } \text{conseq}_j, \quad (4.1)$$

де j – індекс продукційного правила;

antec_j – посилання j -ого продукційного правила;

conseq_j – висновок.



Рис. 4.5. Архітектура персоналізованого адаптивного тьютора

Посилання і висновок правила (4.1) мають вигляд:

$$\text{antec}_j \triangleq r_{j1} \text{ I } r_{j2} \text{ I } \dots \text{ I } r_{jq}, \quad (4.2)$$

$$\text{conseq}_j \triangleq \Delta_j, \quad (4.3)$$

де r_{ji} ($i = 1, \dots, q$) – i -те елементарне посилання j -ого продукційного правила;

Δ_j – j-тий висновок.

Елементарне посилення r_{ji} має вигляд:

$$1) r_{ji} (i = 1, \dots, m) \stackrel{\Delta}{=} n_k < N_i \leq n_l, \quad (4.4)$$

де N_i – результат тестування, отриманий у i-тому тесті;

$i = 1, \dots, m$;

m – кількість тестів для визначення продуктивних характеристик;

n_k, n_l – відповідно нижнє і верхнє граничні значення результату тестування для віднесення користувача до класу переваг за типом і складністю подання інформації.

$$2) r_{ji} (i = m + 1, \dots, q) \stackrel{\Delta}{=} T_i R_i, \quad (4.5)$$

де T_i – результат тестування когнітивного стилю;

R – відношення $<$ або відношення $>$.

Наслідок Δ_j має вигляд

$$\Delta_j \stackrel{\Delta}{=} C = c_j,$$

де c_j – j-й когнітивний тип.

Блок класифікації є механізмом логічного висновку, що визначає когнітивний тип користувача (навчаємого). Потреба в запропонованій архітектурі викликана тим, що визначення когнітивних стилів і когнітивних властивостей людини не є устояними. Психологи й когнітологи продовжують уточнювати когнітивні якості людини, і для забезпечення гнучкості адаптивного тьютора застосована архітектура, у якій знання відділені від процедури висновку і можуть легко редагуватися.

Ця ж причина пояснює необхідність блока *менеджер тестів*, призначення якого встановлювати перелік тестів, запропонованих учню, для тестування його когнітивних спроможностей. Тим самим забезпечується можливість редагувати тести й їхню множину без зміни програмних компонентів тьютора.

База знань предметної області (БЗ ПрО) містить знання з предметів, що викладається користувачу. Вона може бути, наприклад, множиною сценаріїв, кожний із яких відповідає когнітивному типу учня.

Функція *блока адаптації* полягає у виборі відповідного когнітивного типу сценарію навчання.

Презентаційний блок є узагальненою назвою компонентів адаптивного тьютора, що виконують функції організації діалогового спілкування (комунікації) з користувачем.

Представимо правила віднесення користувача до деякого когнітивного типу (4.1) так, як наведено в табл. 4.1, і відповідно рис. 4.4.

Введемо додаткові змінні P і L , що описують темп і рівень складності подання інформації (табл. 4.5).

Змінні що описують темп і рівень складності подання інформації

Подання інформації	Градації	Значення змінної
Темп	Низький	$P = 1$
	Середній	$P = 2$
	Високий	$P = 3$
Рівень складності	Низький	$L = 1$
	Середній	$L = 2$
	Високий	$L = 3$

Змінні L і P визначаються параметрами $N_1 \dots N_5$, що є результатами тестування продуктивних характеристик користувача (див. рис. 4.4):

$$L = f(N_1, N_2, N_3), \quad (4.7)$$

$$P = f(N_4, N_5). \quad (4.8)$$

Формалізуємо залежності (4.7) і (4.8) на основі теорії нечітких множин [258, 259, 260].

Роздивимося параметри N_i , $i = 1, \dots, n$ ($n = 5$) як лінгвістичні перемінні, задані на універсальних множинах

$$U_i = [N_i, \bar{N}_i], i = 1, \dots, n (n = 5), \quad (4.9)$$

де N_i , \bar{N}_i – відповідно нижнє і верхнє значення параметра N_i .

Для оцінки нечітких змінних будемо використовувати єдину шкалу термів: **H** – низький; **C** – середній; **B** – високий.

Логічні рівняння, що зв'язують функції приналежності перемінних L , P і параметрів $N_1 - N_5$, мають вигляд:

$$\mu^H(L) = \mu^H(N_1) * \mu^H(N_2) * \mu^H(N_3) \vee \mu^H(N_1) * \mu^H(N_2) * \mu^C(N_3) \vee \mu^H(N_1) * \mu^H(N_2) * \mu^C(N_3) \vee \mu^H(N_1) * \mu^H(N_2) * \mu^H(N_3); \quad (4.10)$$

$$\begin{aligned} \mu^C(L) = & \mu^H(N_1) * \mu^C(N_2) * \mu^C(N_3) \vee \mu^C(N_1) * \mu^H(N_2) * \mu^C(N_3) \vee \\ & \vee \mu^C(N_1) * \mu^C(N_2) * \mu^H(N_3) \vee \mu^C(N_1) * \mu^C(N_2) * \\ & * \mu^C(N_3) \vee \mu^C(N_1) * \mu^B(N_2) * \mu^C(N_3) \vee \mu^C(N_1) * \mu^C(N_2) * \\ & * \mu^B(N_3) \vee \mu^B(N_1) * \mu^C(N_2) * \mu^C(N_3); \end{aligned} \quad (4.11)$$

$$\mu^B(L) = \mu^C(N_1) * \mu^B(N_2) * \mu^B(N_3) \vee \mu^B(N_1) * \mu^C(N_2) * \mu^B(N_3) \vee \mu^B(N_1) * \mu^B(N_2) * \mu^C(N_3) \vee \mu^B(N_1) * \mu^B(N_2) * \mu^B(N_3); \quad (4.12)$$

$$\mu^H(P) = \mu^H(N_4) * \mu^H(N_5) \vee \mu^H(N_4) * \mu^C(N_5) \vee \mu^C(N_4) * \mu^H(N_5); \quad (4.13)$$

$$\mu^C(P) = \mu^C(N_4) * \mu^C(N_5) \vee \mu^C(N_4) * \mu^B(N_5); \quad (4.14)$$

$$\mu^B(P) = \mu^B(N_4) * \mu^C(N_5) \vee \mu^B(N_4) * \mu^B(N_5). \quad (4.15)$$

При виконанні розрахунків за рівняннями (4.10) – (4.15) логічні операції \wedge і \vee над функціями належності замінюються на операції \min і \max :

$$\mu(a) \wedge \mu(b) = \min[\mu(a), \mu(b)],$$

$$\mu(a) \vee \mu(b) = \max[\mu(a), \mu(b)].$$

Функції належності трьох нечітких термів (Н, С, В) подані на рис. 4.6 [260].

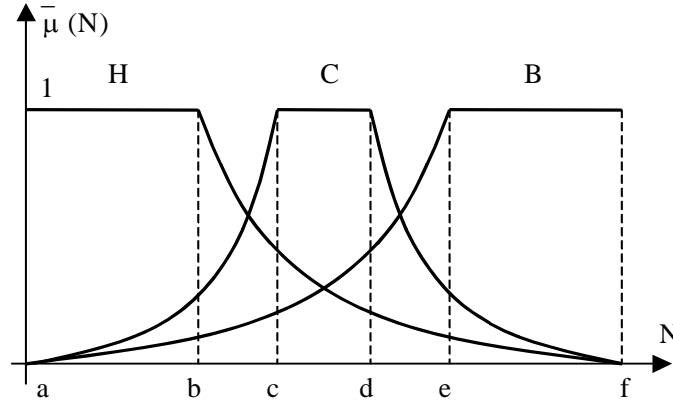


Рис. 4.6. Функції належності нечітких термів

Аналітичні вираження даних функцій мають такий вигляд [260]:

$$\mu^H(N) = \begin{cases} 1, N \in [a, b), \\ [(f - N)/(f - b)]^{1,5}, N \in (b, f], \end{cases} \quad (4.16)$$

$$\mu^C(N) = \begin{cases} [(N - a)/(c - a)]^{1,5}, N \in [a, c), \\ 1, N \in (c, d), \\ [(f - N)/(f - d)]^{1,5}, N \in [d, f), \end{cases} \quad (4.17)$$

$$\mu^B(N) = \begin{cases} [(N - a)/(e - a)]^{1,5}, N \in [a, e), \\ 1, N \in (e, f]. \end{cases} \quad (4.18)$$

Значення **a, b, c, d, e, f**

дорівнюють:

$$a = 20; b = 37; c = 45, d = 55, e = 63, f = 80. \quad (4.19)$$

З урахуванням (4.19) вирази (4.16) – (4.18) матимуть вигляд:

$$\mu^H(N) = \begin{cases} 1, N \in [20, 37), \\ [(80 - N)/43]^{1,5}, N \in (37, 80], \end{cases} \quad (4.20)$$

$$\mu^C(N) = \begin{cases} [(N - 20)/15]^{1,5}, N \in [20, 45), \\ 1, N \in (45, 55), \end{cases} \quad (4.21)$$

$$\mu^B(N) = \begin{cases} [(80 - N)/25]^{1,5}, N \in [55, 80), \\ [(N - 20)/23]^{1,5}, N \in [20, 63], \\ 1, N \in (63, 80]. \end{cases} \quad (4.22)$$

Значення змінних **P** і **L** визначаються за такими правилами.

♦ Для змінної **P**:

1. **ЯКЩО** $\mu^H(P) = \max [\mu^H(P), \mu^C(P), \mu^B(P)]$
ТО $P = 1$.
2. **ЯКЩО** $\mu^C(P) = \max [\mu^H(P), \mu^C(P), \mu^B(P)]$
ТО $P = 2$.
3. **ЯКЩО** $\mu^B(P) = \max [\mu^H(P), \mu^C(P), \mu^B(P)]$
ТО $P = 3$.

♦ Для змінної **L**:

1. **ЯКЩО** $\mu^H(L) = \max [\mu^H(L), \mu^C(L), \mu^B(L)]$
ТО $L = 1$.
2. **ЯКЩО** $\mu^C(L) = \max [\mu^H(L), \mu^C(L), \mu^B(L)]$
ТО $L = 2$.
3. **ЯКЩО** $\mu^B(L) = \max [\mu^H(L), \mu^C(L), \mu^B(L)]$
ТО $L = 3$.

З урахуванням введених змінних **P** і **L** правила віднесення користувача (учня) до деякого когнітивного типу матимуть вигляд:

1. **ЯКЩО** $P = 1 \text{ і } L = 1 \text{ і } T6 < 1 \text{ і } T7 > 1$
ТО КОГНІТИВНИЙ ТИП = 1.
2. **ЯКЩО** $P = 2 \text{ і } L = 1 \text{ і } T6 < 1 \text{ і } T7 > 1$
ТО КОГНІТИВНИЙ ТИП = 2.
3. **ЯКЩО** $P = 2 \text{ і } L = 2 \text{ і } T6 < 1 \text{ і } T7 > 1$
ТО КОГНІТИВНИЙ ТИП = 3.
4. **ЯКЩО** $P = 3 \text{ і } L = 2 \text{ і } T6 < 1 \text{ і } T7 > 1$
ТО КОГНІТИВНИЙ ТИП = 4.
5. **ЯКЩО** $P = 3 \text{ і } L = 3 \text{ і } T6 < 1 \text{ і } T7 > 1$
ТО КОГНІТИВНИЙ ТИП = 5.
6. **ЯКЩО** $P = 1 \text{ і } L = 1 \text{ і } T6 > 1 \text{ і } T7 < 1$
ТО КОГНІТИВНИЙ ТИП = 6.
7. **ЯКЩО** $P = 2 \text{ і } L = 1 \text{ і } T6 > 1 \text{ і } T7 < 1$
ТО КОГНІТИВНИЙ ТИП = 7.
8. **ЯКЩО** $P = 2 \text{ і } L = 2 \text{ і } T6 > 1 \text{ і } T7 < 1$
ТО КОГНІТИВНИЙ ТИП = 8.
9. **ЯКЩО** $P = 3 \text{ і } L = 2 \text{ і } T6 > 1 \text{ і } T7 < 1$
ТО КОГНІТИВНИЙ ТИП = 9.
10. **ЯКЩО** $P = 3 \text{ і } L = 3 \text{ і } T6 > 1 \text{ і } T7 > 1$
ТО КОГНІТИВНИЙ ТИП = 10.
11. **ЯКЩО** $P = 1 \text{ і } L = 1 \text{ і } T6 > 1 \text{ і } T7 > 1$
ТО КОГНІТИВНИЙ ТИП = 11.
12. **ЯКЩО** $P = 2 \text{ і } L = 1 \text{ і } T6 > 1 \text{ і } T7 > 1$
ТО КОГНІТИВНИЙ ТИП = 12.
13. **ЯКЩО** $P = 2 \text{ і } L = 2 \text{ і } T6 > 1 \text{ і } T7 > 1$
ТО КОГНІТИВНИЙ ТИП = 13.
14. **ЯКЩО** $P = 3 \text{ і } L = 2 \text{ і } T6 > 1 \text{ і } T7 > 1$
ТО КОГНІТИВНИЙ ТИП = 14.

15. **ЯКЩО** $P = 3 \text{ I } L = 3 \text{ I } T_6 > 1 \text{ I } T_7 > 1$
ТО КОГНІТИВНИЙ ТИП = 15.
16. **ЯКЩО** $P = 1 \text{ I } L = 1 \text{ I } T_6 < 1 \text{ I } T_7 < 1$
ТО КОГНІТИВНИЙ ТИП = 16.
17. **ЯКЩО** $P = 2 \text{ I } L = 1 \text{ I } T_6 < 1 \text{ I } T_7 < 1$
ТО КОГНІТИВНИЙ ТИП = 17.
18. **ЯКЩО** $P = 2 \text{ I } L = 2 \text{ I } T_6 < 1 \text{ I } T_7 < 1$
ТО КОГНІТИВНИЙ ТИП = 18.
19. **ЯКЩО** $P = 3 \text{ I } L = 2 \text{ I } T_6 < 1 \text{ I } T_7 < 1$
ТО КОГНІТИВНИЙ ТИП = 19.
20. **ЯКЩО** $P = 3 \text{ I } L = 3 \text{ I } T_6 < 1 \text{ I } T_7 < 1$
ТО КОГНІТИВНИЙ ТИП = 20.

Висновок про когнітивний тип користувача надалі використовує блок адаптації для управління параметрами переданих учню навчальних послідовностей.

Наведемо покрокові дії персоналізованого адаптивного тьютора (ПАТ) у ході спілкування з користувачем (учнем).

Крок 1. Користувач встановлює зв'язок із ПАТ.

Крок 2. ПАТ ідентифікує користувача. Перевіряється пароль і, якщо користувач не має доступу, то зв'язок розривається. Якщо користувач має доступ, то перевіряється стан його когнітивного профілю. Якщо когнітивний профіль користувача (КПК) побудований цілком, то ПАТ переходить до кроку 5. Якщо КПК не побудовано або побудовано частково, то виконується перехід до такого кроку.

Крок 3. ПАТ запускає менеджер тестів. Менеджер тестів формує тестову послідовність відповідно до інформації з конфігураційного файлу, що містить назви тестів із бази даних тестів і порядок їх пред'явлення.

Після того як тестова послідовність сформована, кожний тест подається учню. Коли черговий тест завершений, він повертає управління менеджеру тестів, що запускає такий тест. Якщо тестова послідовність вичерпана, формуються результати тестування, менеджер тестів завершує свою роботу, і ПАТ переходить до такого кроку.

Крок 4. Результати тестування опрацьовуються і заносяться в базу знань. Формується когнітивна інформаційна модель користувача, що відображає його когнітивний профіль (когнітивний стиль і значення продуктивних характеристик).

Крок 5. Експертний блок тьютора (блок класифікації), що моделює поведінку педагога, на основі побудованого КПК відносить користувача до одного з типів учнів.

Крок 6. ПАТ визначає навчальний предмет і, відповідно до типу учня, формує послідовність навчальних епізодів.

4.5. Адаптація ГІС з використанням методів маркетингових досліджень переваг споживачів інформаційних послуг

Попередні підрозділи були присвячені методам моніторингу стану студента-користувача для формування керуючих впливів в інтелектуалізованих і комп'ютерних системах навчання. Однак у практиці застосування "електронних" технологій освіти майже не трапляються програмні засоби, які б визначали когнітивні переваги респондентів, і ще менше таких, що враховують ці переваги в процесі комунікацій у складі ГІС.

У цьому підрозділі визначимо підходи до адаптації ГІС на основі переваг людини як споживача інформаційних, а точніше – освітніх послуг, які викладені автором із співавторами в [181].

Адаптація форми, в якій передаються знання, залежно від індивідуальних особливостей слухача впливає на досягнення максимальних результатів навчання. Адаптація ГІС на основі характеристик користувача системи "електронного" навчання може бути здійснена шляхом зміни структури системи, її входу або виходу. Тобто, один з методів – адаптація інформаційного матеріалу. Для перетворення інформації з одного представлення в інше пропонується використати аспекти теорії Хомського [261], які містять концепцію глибинних структур представлення інформації людиною.

Як відомо, маркетинг – вид людської діяльності, спрямованої на задоволення їх потреб за допомогою обміну товарами та послугами.

У нашому випадку індивід відчуває потребу в нових знаннях (інформації), вивчаючи дисципліни навчального плану. Можна провести аналогію між запропонованими дисциплінами та асортиментом товарів, оскільки товар – все, що може задовольнити потребу. Із збільшенням кількості запропонованих об'єктів навчання в індивіда виникає інтерес, бажання отримати нову інформацію. У [71] показано роль інформаційних потреб у навчальній діяльності. Припустимо, що на її основі формується запит – потреба, підкріплена купівельною спроможністю. Купівельна спроможність залежить від рівня доходу й накопиченого капіталу. Якщо провести аналогію між ринком товарів і навчальним процесом, покупцями і студентами, продавцями і викладачами, то можна сказати, що в обмін за придбані знання студент "розплачується" результатами контрольних завдань і тестів. По суті, відбувається комерційний обмін цінностями. Процес отримання найбільшого прибутку аналогічний намагання отримати найвищу оцінку успішності навчання. Тоді можна сказати, що рівень доходів студентів – його рейтинг, а накопичений капітал – оцінка знань, одержаних раніше. Якщо оцінити знання, отримані студентом у рамках даного навчального процесу, і знання, які він уже має, йому можна пропонувати тільки ті розділи дисциплін, які студент може засвоїти (асимілювати) на основі існуючих знань, тобто підкріплених його "купівельною" спроможністю.

Зміна вибору може виявитися результатом зміни "рівня доходу". Так, наприклад, якщо студент має хороші рейтинги, він може розширити перелік дисциплін або форми їх сприймання. І, навпаки, можливе звуження цього

переліку або перехід на загальні і легші для сприйняття теми й форми подачі інформації, якщо в процесі навчання відбулася перерва і (або) контрольний тест був незадовільний.

Не всі товари бажані в однаковій мірі. Одне із завдань маркетингу – відшукати споживачів, виявити їх потреби, створити товар, який відповідатиме їх потребам і матиме доступну ціну. Іншими словами, необхідно розбити суб'єкти навчання на типи, виявити коло дисциплін, перелік тем і форми подачі інформації, проаналізувавши рейтинги. Для цього скористаємось вже відомими методами маркетингових досліджень для вирішення поставленої задачі.

В інтелектуальних навчальних системах до складу архітектури персоналізованого тьютора входить блок адаптації, функцією якого є вибір відповідного когнітивному типу сценарію навчання [206]. Такий поділ на типи накладає обмеження:

- когнітивний профіль слухача збігається з одним з чотирьох когнітивних типів;
- не враховується похибка визначення когнітивного профілю, яка характеризувала б відхилення фактичної когнітивної моделі слухача з причини віднесення його до одного з полюсів когнітивних типів;
- лише при значній зміні фактичного когнітивного профілю користувача буде побудована нова модель слухача і в механізм адаптації буде переданий один з полярних когнітивних типів.

У результаті проведених досліджень нами пропонується ввести адаптивний механізм, який дозволив би зняти вищезазначені обмеження. Це завдання вирішується за допомогою блока "експерта – маркетолога" в складі ГС, функцією якого є побудова інтегрованої неполярної когнітивної моделі користувача на основі маркетингових технологій.

Для цих цілей були відібрані такі маркетингові методи:

- сегментний аналіз;
- SWOT-аналіз (аналіз конкурентоспроможності);
- PORTFOLIO-аналіз;
- GAP-аналіз;
- Матриця Анзоффа.

Наведені в списку методи застосовують послідовно, оскільки одержані результати аналізу використовуються як вихідні дані розрахунків для наступного маркетингового методу. Наприклад, portfolio-аналіз проводиться після визначення темпів зростання товару і його відносної частки ринку за допомогою двох інших методів.

На ринку інформаційних систем існує безліч маркетингових програм (у тому числі і вітчизняних), що підтримують дані методи. Це дозволило застосовувати їх на початкових етапах практичного використання методики аналізу знань як товару.

Сегментний аналіз надає змогу виявити основних учасників інформаційного процесу, канали, через які знання можуть бути передані слухачеві, основні форми представлення даних. Розгляд характеристик цілих сегментів, а не окремо взятих користувачів, дасть можливість значно скоротити час і витрати на підготовку контенту дисциплін.

SWOT-аналіз дозволяє виявляти сильні й слабкі сторони кожної з форм представлення знань. Результатом аналізу конкуренції є поділ множини дисциплін на формальні розділи з рекомендаціями для представлення знань у кожному розділі.

Після проведення portfolio-аналізу слухачеві можуть бути запропоновані стратегії розвитку дисциплін: збільшення або, навпаки, скорочення варіантів представлення окремих розділів або в цілому дисциплін у базі знань.

Використання на наступному етапі GAP-аналізу дає можливість спрогнозувати результати навчання.

Сегментація ринку і позиціонування товару. Ринок складається з покупців, а покупці відрізняються один від одного властивостями та перевагами. Різними можуть бути потреби, ресурси, місцезнаходження, відносини і звички. Будь-яку з цих змінних можна використовувати як основу для сегментації ринку. Адаптація зміною форми подачі знань для конкретного студента – трудомісткий процес. Доцільно виявити категорії споживачів знань, відмінних своїми вимогами до подачі інформації.

Єдиного методу сегментації ринку не існує, тому необхідно випробувати варіанти сегментації на основі різних змінних, однієї або декількох відразу, щоб визначити найефективніший підхід до навчального процесу.

Споживачі – слухачі, які вже мають вищу освіту, мають і запас різносторонніх знань, вони наполегливі й працелюбні, мають виражені переваги до змісту навчання. Таким людям можна запропонувати чергувати різні дисципліни із запропонованого списку або продовжити вивчення тієї ж самої дисципліни, замінивши тільки форму подачі інформації. Сегментацію ринку можна проводити за географічним (регіон, місто, щільність населення), соціальним (суспільний клас, спосіб життя, тип особи), поведінковим (причина навчання, шукані вигоди, статус студента, інтенсивність навчання, постійність, здібність до сприйняття матеріалу, відношення до тематики курсу) і демографічним принципом (рід занять, освіта, національність і т. д.).

Товарна і асортиментна політика. Планування асортименту – одна з функцій маркетингу, роль якої зростає із загостренням конкурентної боротьби. Товарний асортимент включає весь перелік тем і дисциплін, які пропонуються в рамках даного навчального процесу. Товарний асортимент характеризується "в ширину" за кількістю пропонованих дисциплін, у глибину – за кількістю тем, охоплених кожною дисципліною та співвідношенням асортиментних груп дисциплін щодо цілей навчання, інтервалу рейтингових оцінок і каналів, через які ведеться навчання.

Ми розглядаємо набір дисциплін як товарний асортимент, не враховуючи обмеження стандартів, тому що нормативні документи українського Міністерства освіти та науки суперечать ринковому характеру сучасних систем освіти. Навчальний план спеціальності (тобто "програма навчання" в термінах англо-європейських систем освіти) в українській вищій освіті має приблизно 70 дисциплін, з яких студент може обрати 3-4, решту необхідно вивчати обов'язково. Наш підхід відповідає базовій концепції неокласичної економічної теорії, а саме – вільного вибору споживача на ринку послуг [1]. Мається на увазі, що студент може вибрати навчальні предмети і будувати власну програму навчання (з урахуванням обмежень та політики кредитної системи навчання). Зауважимо, що в Києво-Могилянській

академії (КМА) така система успішно діє понад 10 років. Таким чином, відповідність нашого підходу світовій практиці свідчить про його об'єктивність.

Portfolio-аналіз. Розглянемо теорію альтернативного використання капіталу організаціями, яка була розроблена Брюсом Хендерсеном, науковим співробітником консультаційної фірми Boston Consulting Group.

Аналогом ринкової конкуренції може виступати можливість подання студенту однієї й тієї ж інформації в різному вигляді. Форми подання інформації в цій ситуації виступають конкурентами. Маркетингова стратегія заснована на формуванні збалансованого набору дисциплін, втілених у формі, яка забезпечить максимальну рейтингову оцінку респондента.

Практичне використання теорії засновано на матрицях, які наочно ілюструють позицію в навчальному процесі кожної з дисциплін за конкурентними типами представлення інформації. Нехай в один і той же час теми А, В і С, які перебувають на різних стадіях життєвого циклу, представлені в одній з конкуруючих форм. Якщо метою сприймання знань у перебігу довгого часу є отримання високої оцінки знань, співвідношення тем дисциплін повинне бути приблизно таким: стадія використання даного виду представлення знань, які дає дисципліна В, починається тоді, коли має місце спад рейтингових оцінок з дисципліни А, а стадія даного представлення знань з дисципліни С – коли відбувається спад рейтингу дисципліни В і т. д. Дисципліна, яка зменшує свою частку в даній матриці, збільшує її в одній з матриць конкурентів.

Ідея "портфеля дисциплін" полягає в тому, щоб забезпечити досягнення цілей навчального процесу, пов'язаних з підвищенням рейтингів.

"Бостонська матриця" класифікує дисципліни, запропоновані для навчання, відповідно до рейтингових оцінок, одержаних тестуванням знань. При цьому наведені показники розглядаються відповідно до частки дисципліни в навчальному процесі й темпів розширення ринку. Частка дисципліни в навчальному процесі зазначається в матриці у відносному вираженні: у вигляді частки даної форми представлення інформації по відношенню до частки основного конкурента. Так, наприклад, якщо частки даного представлення й основного конкурента складають по 20%, то це співвідношення буде 1:1 (по горизонтальній осі матриці), а якщо даного представлення даних – 20%, а конкурентного – 10%, то 2:1. Домінанта частки навчального процесу – відношення частки навчального процесу, що припадає на дисципліну, матеріал якої представлений в даному вигляді, до частки ринку, що припадає на цю ж дисципліну, представлену в конкуруючому, альтернативному вигляді. На горизонтальній осі матриці крайні ліве й праве значення цього показника відображають стан, коли частка навчального процесу дисципліни відповідно в 10 разів перевищує частку в навчальному процесі дисципліни, представленої у вигляді основного конкурента, і складає 1/10 частину від неї. По вертикальній осі відкладаються темпи зростання місткості навчального процесу. Якщо зростання перевищує 10%, він вважається високим, якщо менш ніж 10% – низьким.

Розгляд характеристик дисциплін, що розташовані в різних квадрантах матриці, прояснює суть аналізу портфеля дисциплін. Управління навчальним процесом повинне забезпечити використання знань, одержаних у квадранті "Дійні корови", на вивчення дисциплін, що опинилися в квадранті "Зірка" і "Важка дитина" (рис. 4.7).

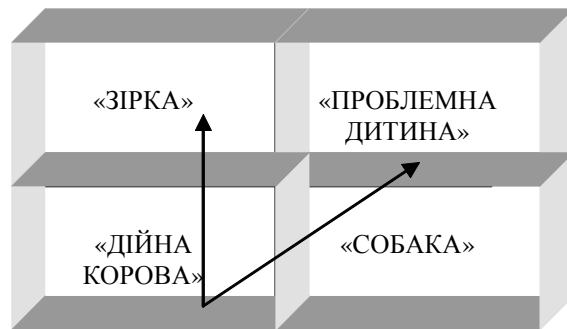


Рис. 4.7. Оптимальна послідовність навчання залежно від наявних знань

За час життєвого циклу дисципліни можуть переміщуватися з одного квадранта Бостонської матриці в інший. Ідеальний напрям такого переміщення дисциплін наведений на рис 4.8.

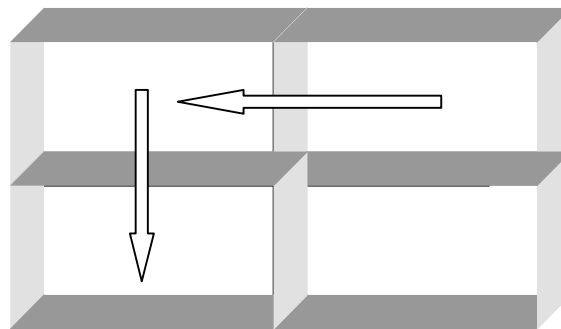


Рис. 4.8. Напрямок переміщення дисциплін

Розглянемо етапи планування асортименту дисциплін. Перший має на меті з'ясувати справжній "стан асортименту" дисциплін і можливості в галузі використання внутрішніх ресурсів первинної подачі інформації для поліпшення структури асортименту.

Другий етап припускає організацію планування і створення нових дисциплін або дисциплін, в які раніше матеріал був поданий в іншій формі.

Третій етап, "припинення виробництва товарів". Хворобливим є видалення з навчального процесу неактуальних дисциплін або дисциплін, які надалі викладатимуться за допомогою інших методів. Але це є необхідним, оскільки "невдахи" можуть гальмувати процес розвитку в цілому і віднімати багато часу й ресурсів як у студента, так і у викладача, які ніколи не окупляться, оскільки не дадуть високих рейтингових оцінок.

SWOT-аналіз – це аналіз на основі матриці SWOT, який слід проводити в два етапи.

Перший етап матриці SWOT – розподіл даних аудиту у відповідні розділи: сильні й слабкі сторони, можливості і загрози. До сильних сторін належать внутрішні чинники, наприклад рівень і якість підготовки дисципліни, високі рейтингові оцінки, які студент одержує після вивчення запропонованого матеріалу. Ці чинники вважаються сильними сторонами, оскільки дають певні переваги в конкурентній

боротьбі. До слабких сторін також відносять внутрішні чинники, наприклад малі обсяги матеріалу порівняно з іншими конкурентами. По суті, це можуть бути чинники, які важливі для студентів, але по яких дана форма представлення інформації є конкурентно слабкою.

Можливості (сприятливі) виникають у зовнішньому середовищі, такі, як зміна смаків і потреб студентів.

До загроз також належать зовнішні чинники. Ці чинники можуть негативно позначатися на навчальному процесі.

Наступний етап полягає в практичному використанні структурованих даних. Оцінка параметрів на другій стадії аналізу дозволяє виділити ті області, де необхідні певні активні дії.

Подальшим і продуктивнішим кроком буде проведення SWOT-аналізу в "координатах" маркетингових категорій: товар, ціна, місце, просування.

Модель управління системи навчання з адаптацією до переваг респондента (рис. 4.9) передбачає побудову моделі слухача для всіх чотирьох когнітивних типів. Подальші дослідження будуть спрямовані на збір результатів про властивості наповнення навчальних предметів як товару з використанням методів, визначених в даній роботі. З цією метою слід провести експерименти в навчальних групах

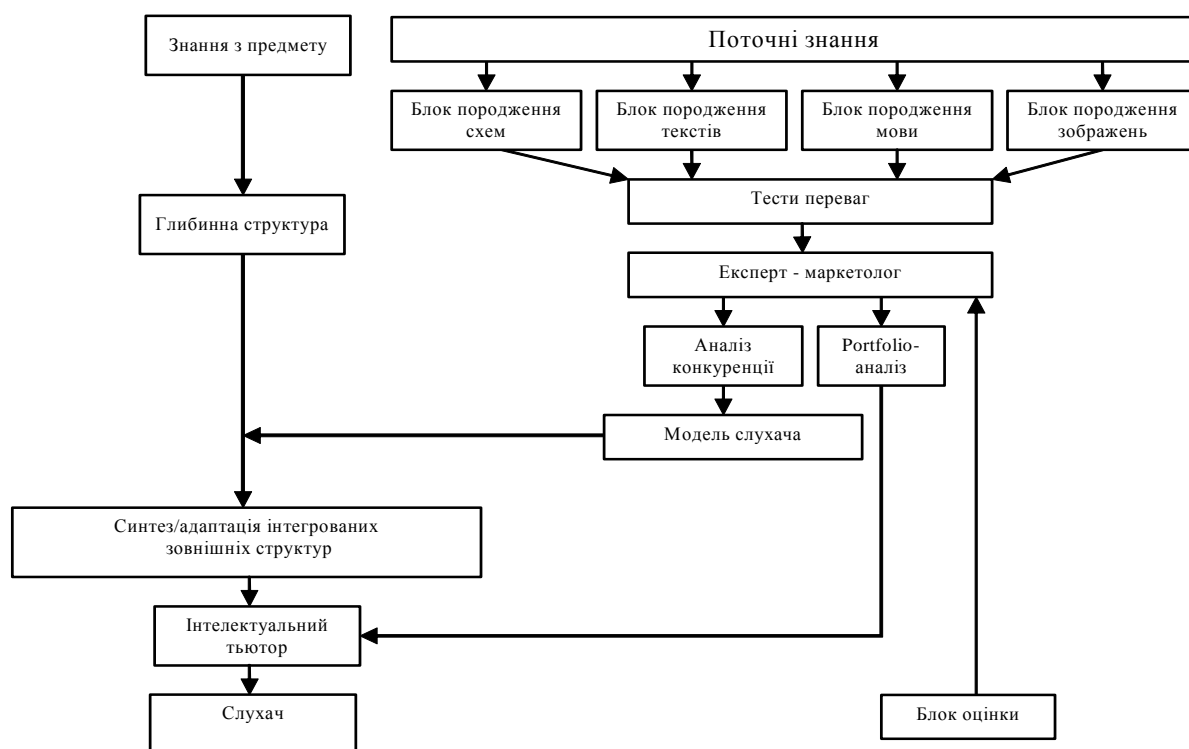


Рис. 4.9. Схема адаптивного управління навчанням

студентів. Потрібно також розробити алгоритми для реалізації граматик породження таких форм змісту предмету, який відповідатиме когнітивним перевагам слухачів.

4.6. Розширення еротематичної логіки для забезпечення процесів тестування знань

У цьому розділі основну увагу приділимо формальній моделі контролю знань людини, що вчиться в середовищі ГІС.

Вище показано, яким чином можна синтезувати прості тести-питання, використовуючи знання, що представлені семантичною мережею. Питання, які були синтезовані, належать до типу "чи-питання", а в термінах МТО фактично зводяться до питань про валентність категорій, а саме:

Чи існує об'єкт (властивість, відношення) X?

Для реалізації "який-питань", суб'єкти котрих мають більше ніж 2 складових елементи, необхідне розширення семантичної мережі, яка представляє означення деякого поняття. Ураховуючи рекомендації відомих методик створення тестів про наявність 3-5 варіантів для вибору учнем, таке розширення потрібно здійснити за рахунок:

- збільшення кількості вузлів (класів) даного рівня для суб'єктів відношення "є субкласом класу", "є видом роду", "є частиною цілого" та інших відношень типу "класифікація" до кількості $(3-5) + 1 = (4-6)$. У термінах онтологічного підходу на даному рівні таксономії повинно бути не менше за зазначену кількість елементів;
- забезпечення наявності тих самих властивостей, що відносяться до означуваного об'єкта й до сусідніх класів того ж рівня;
- забезпечення наявності тих самих зв'язків інших типів (крім згаданого типу "класифікація"), що присутні у формулі означення.

Реалізація наведених вимог, запропонованих нами в результаті аналізу означень понять (див., наприклад, додатки Б, В) і тестів щодо знання цих понять, забезпечить формування суб'єкта питання з достатнім списком "альтернатив". Тобто таким чином можна забезпечити типи тестів з вибором декількох варіантів із списку ("множинний вибір" – див. розділ 2.2 та роботу [190]).

Дистрактори та їх автоматичне визначення для синтезу тесту. Еротематична логіка (логіка для забезпечення істинності відповіді на поставлене питання в контексті комунікативної взаємодії для асиміляції знань) призначена для опису питань та відповідей, коли партнери діють спільно та їх цілі щодо еротематичного процесу збігаються. В умовах контролю знань учасники комунікативного процесу можуть протистояти один одному. За цієї умови пряме застосування еротематичного підходу не є адекватним такій взаємодії: учень не завжди зацікавлений в об'єктивній оцінці свого рівня знань через тестування. У такому разі більш точним терміном буде "діагностика" рівня знань учня. Для діагностики необхідний вибір цільових ознак,

Це доповнення ми введемо в опис передумови питання – тесту.

Представимо суб'єкт питання як

$$\sigma = \varphi_s(S, p_\sigma, d),$$

де S – об'єкт предметної сфери;

p_{σ} – властивість об'єкта;

d – дистрактор.

Представимо передумову як вимогу до відповіді та як засіб контролю істинності відповіді й “вбудуємо” в передумову механізм контролю для дистракторів:

$$\rho = \varphi_p(s, c, p_{\rho}, \neg d),$$

де s – специфікація вибору числа;

c – специфікація вимоги повноти;

p_{ρ} – специфікація вимоги розрізнення;

$\neg d$ – вимога заперечення дистрактора.

Програмні модулі персоналізованого тьютора тепер може на основі формальних вимог до питань і відповідей (тестів) визначати неправильні відповіді слухача. На основі наведеної формальної моделі, після вибору моделі предметної області, "електронний" тьютор зможе також автоматично синтезувати тести для контролю знань. Таким чином, наведені вище елементи формально-логічної моделі тестів з дистракторами забезпечують методику побудови тестових множин та алгоритмічних процедур.

4.7. Архітектура програмного комплексу системи тестування знань у складі інтелектуального тьютора

Складові архітектури автоматизованої системи навчання з адаптацією до когнітивних переваг респондента наведені на рис. 4.5.

Візьмемо за основу цю архітектуру і запропонуємо зміни до її складу, виходячи з досліджених моделей спілкування тьютора зі студентом та запропонованого в даній роботі методу синтезу тестових питань так, що:

- вилучимо зі складу ІАТ (інтелектуального адаптивного тьютора) "менеджер тестів";
- вилучимо зі складу ІАТ "базу даних тестів";
- уведемо до складу ІАТ модуль синтезу тесту, який реалізуємо як програмний агент логічного виводу на онтологічній базі даних ПрО;
- уведемо до складу ІАТ модуль визначення послідовності тестових питань, який реалізуємо як програмний агент планування діалогу;
- блок адаптації в архітектурі ІАТ представимо презентаційним агентом, який виконує функції породження інформаційного потоку на адресу учня у формі, що визначається перевагами його сприймання та поточним рівнем знань, тобто в цілому – когнітивним рівнем.

Таким чином, архітектура ІАТ відповідає архітектурі системи підтримки комунікаційної взаємодії партнерів, опублікованій нами в [20, 11]. Представимо версію такої системи для ІАТ на рис. 4.10.

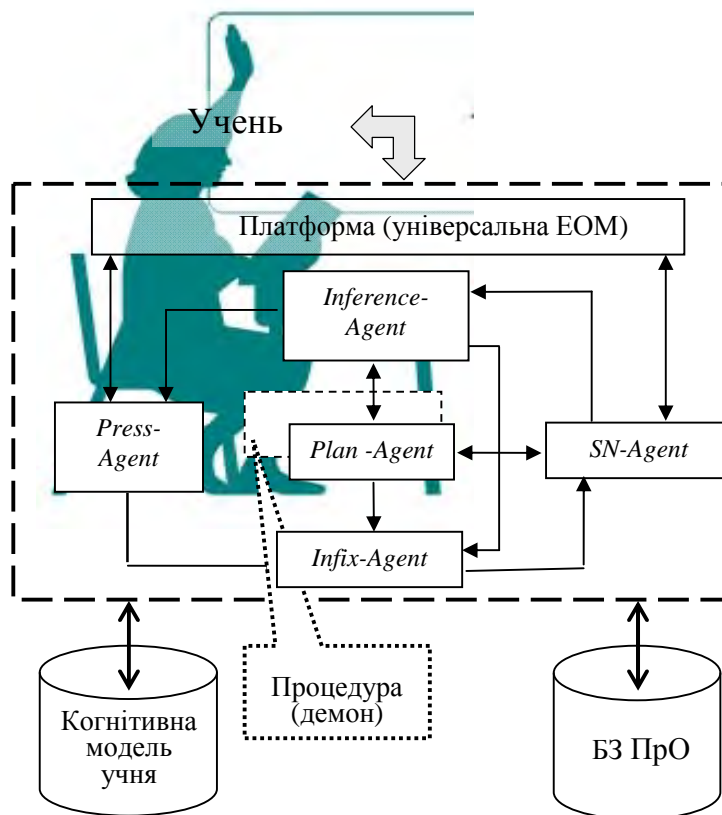


Рис. 4.10. Мультиагентна система спілкування для забезпечення моніторингу знань

Створення бази даних прототипу програмних компонентів тьютора, що забезпечує синтез тестів для контролю знань студента, виконано на прикладі предметної сфери "ризикологія" [262, 263, 264].

Діяльність (взаємодія) агентів у навчальному процесі та концептуальний алгоритм синтезу тестового питання.

Представимо формування тесту переліком дій партнерів діалогу. Тобто, визначимо дії, які потрібно виконати відповідному блоку тьютора, як активному партнерові, для постановки запитання й отримання відповіді на це запитання, а учневі (пасивному партнерові) – знайти відповідь і передати її тьютору.

1. Ідентифікація елементу знань учня, відносно якого слід формувати тестове запитання на основі оцінки рівня "незнання".
2. Формування суб'єкті запитання, тобто множини альтернатив в експліцитній формі або за допомогою деякої функції. Зауважимо, що ця множина є пред'явленням з точки зору раціонального вибору, що впливає із результатів автора та співавторів, опублікованих у [19].

3. Формування передумови запитання, тобто загальних вимог до множини альтернатив, які встановлюють обмеження на вибір учнем (пасивним партнером) щодо альтернатив, які він може вмістити в повідомлення-відповідь.
4. Інтерпретація інтеррогативу (який є формальним представленням запитання) у форму повідомлення для передачі його учневі-партнеру. До цієї дії належить і процедура (операція) граматичного узгодження відмінків іменників, що ідентифікують відповідні поняття, форм дієслів та інших частин мови.
5. Передавання повідомлення учневі через комунікативний канал.
6. Виконання учнем процедури оцінки альтернатив з метою порівняння їх за деякими критеріями та шкалами (або відношеннями), які визначають раціональний вибір в економічній, управлінській діяльності, до якої відноситься навчальна задача-тест. Тобто **учень** використовує знання та вміння для формулювання відповіді на тестове питання. У теорії вибору ця процедура використовує "сукупність відомостей δ , що забезпечують можливість зіставляти альтернативи", і називається "структурою над множиною альтернатив (варіантів) A ".
7. Застосування правил вибору до суб'єкта питання, які в теорії вибору називаються "правилом вибору π " і які є інструкцією для пасивного партнера діалогу, роль якого виконує учень.
8. Інтерпретація відповіді у форму (наприклад, вербальну) повідомлення для передачі його пасивному партнерові.
9. Передавання змісту повідомлення партнерові-тьютору через комунікативний канал.
10. Перевірка відповідності тесту-запитання вимогам передумови запитання.
11. Фіксація значення істинності результату-відповіді (відповідність-невідповідність інтеррогативу запитання).
12. Перевірка значення обмеження щодо часу тривалості тесту або кількісних обмежень. Якщо досягнуто граничних величин цих обмежень, комунікативний процес припиняється.
13. Перехід до п. 1 діалогового циклу.

Висновки

Навчання є однією з функцій гібридної інтелектуальної системи, яка належить до типу складних динамічних систем і до складу якої входять агенти – користувачі і програмні агенти. Поведінка партнерів, що здійснюють комунікативний процес для передачі знань (що відображають зміст навчального предмету), визначається, в основному, можливостями слухача сприймати і структурувати знання. Результати, одержані дослідниками когнітивних процесів, дозволили віднести кожного слухача до певного типу залежно від стратегій, які він застосовує для сприймання і обробки сприйманої інформації. Запропонована інформаційна модель, що відображає когнітивні можливості слухача-користувача, можна визначити як "когнітивний профіль користувача". Він будується за результатами тестування того, хто вчиться, і виконується

інтелектуальним персоналізованим тьютором, що входить до складу ПС, та використовується для адаптації навчального процесу до переваг користувача.

Основні результати, одержані в розділі 2, сформулюємо таким чином:

1. Виділені продуктивні й стильові характеристики індивіда як параметри, що впливають на ефективність навчання.
2. Визначені ознаки для віднесення слухача до когнітивного типу. Це форма представлення навчального матеріалу, темп його подачі і складність.
3. Запропонована класифікація користувачів, яка включає 20 когнітивних типів.
4. Запропонована методика автоматизованої інтерактивної оцінки когнітивних властивостей користувача (навчаного) за допомогою машинного тьютора та програмних "демонів".
5. Для реалізації програмних компонентів підсистеми інтерактивного тестування користувача визначена батарея тестових методик, що включає 5 тестів.
6. Уперше створено модель формування дистракторів – варіантів тесту-питання, які не є правильними і призначені визначати помилки респондента в ході моніторингу його знань.
7. Показано, що архітектура інтелектуального тьютора з модулями синтезу тестів та моніторингу знань учня є версією мультиагентної системи інформаційної взаємодії агентів, і запропоновано архітектуру гібридної інтелектуальної системи.

РОЗДІЛ 5

5. АРХІТЕКТУРА ДІАЛОГОВОЇ ГІБРИДНОЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СППР

5.1. Група інтелектуальних агентів та діалог для прийняття рішень у складі ГІС

Подальшим розвитком моделі взаємодії партнерів, що входять до ГІС, з метою породження організаційно-економічних рішень, є розширення складу партнерів до групи спеціалізованих агентів. У [9] автори запропонували мультиагентну (або багатоагентну – БАС) систему агентів для прийняття рішення. Кожний агент у цій системі спеціалізований і виконує власні функції, які в сумі забезпечують інтелектуальну діяльність. Пропонована БАС узгоджується із даними дослідників СППР, зокрема, наведеними в [265].

Усі потреби інтерактивного спілкування з метою одержати нове знання зводяться до взаємодії інтелектуальних партнерів у таких формах:

- "розмови з самим собою"; ми вважатимемо, що ця форма слугує для внутрішньої обробки знань одного з інтелектуальних партнерів з метою її актуалізації;
- "дискусії", коли два партнери в діалозі породжують нове знання;
- "передачі знань" системі з меншим рівнем знань.

Архітектура діалогової системи для реалізації взаємодії інтелектуальних партнерів у [266] використовує концепцію деякої абстрактної машини. Ця машина є мультиагентною системою (МАС), яка містить Діалогову Базу знань (ДіБЗ) із повним описом стимулів і реакцій партнерів. Поводження партнерів моделює група інтелектуальних агентів. Як агенти, так і ДіБЗ є компонентами Машини Діалогу. Агент розуміється в значенні, запропонованому в [267], як складова частина моделі свідомості, структура якого моделює прості елементи функціонування інтелекту. Розглянемо МАС для системи підтримки прийняття організаційно-економічних рішень (ППР). Подамо нашу агентну систему як абстрактну машину, що моделює взаємодію двох партнерів. Кожний з партнерів може бути або ЛПР, або інтелектуальним компонентом системи підтримки прийняття рішень.

Уважатимемо, що інтелектуальний агент є віртуальним чи фізичним об'єктом, який здатен [268]:

- а) діяти на об'єкти в деякому середовищі, на інших агентів та на себе;
- б) прагнути деяких цілей та діяти під впливом мотивації;
- в) спілкуватися з іншими агентами;
- г) сприймати середовище "рецепторами" та підтримувати його модель;
- д) мати деякі обов'язки та надавати послуги;
- е) бути спроможним накопичувати ресурси та діяти автономно;
- ж) прагнути самозбереження, для чого копіювати себе.

Наділимо властивостями "а"... "г" агентів, які утворюють МАС системи ППР. Для бази знань цієї системи використаємо модель семантичної мережі

[269]. Введемо кілька агентів для моделювання діалогової поведінки партнерів під час прийняття рішень (рис. 5.1).

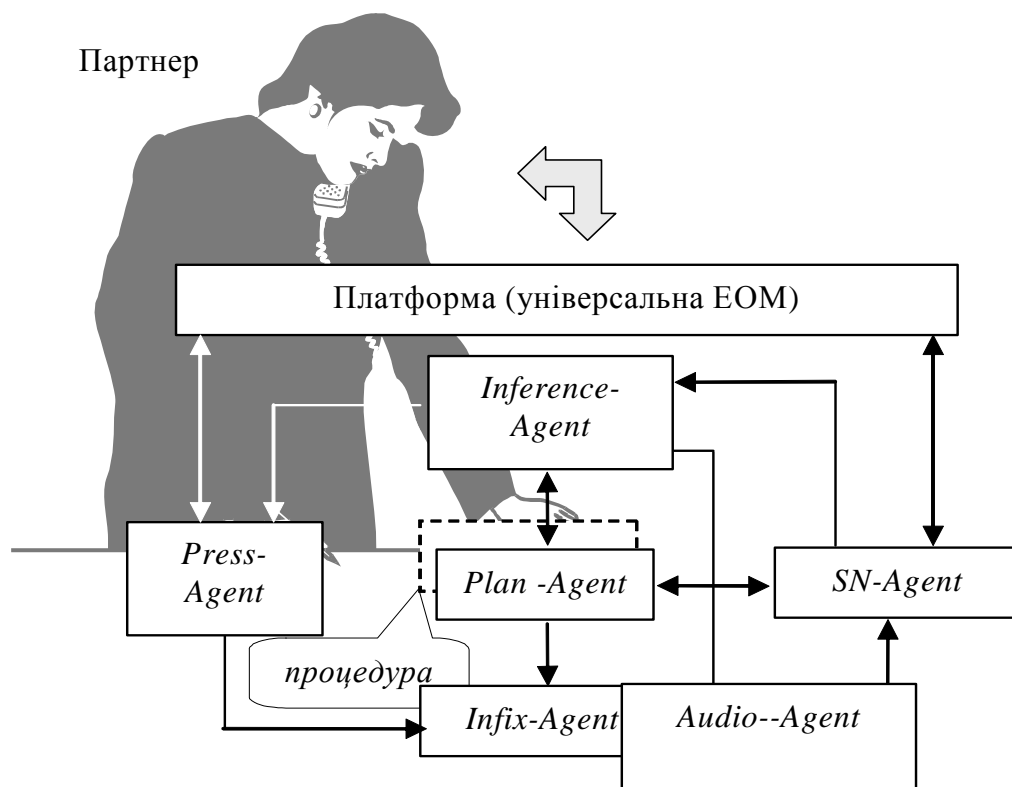


Рис. 5.1. Мультиагентна система спілкування

Призначення агентів, показаних на рис. 5.1:

- *SN-Agent* підтримує семантичну базу знань (Semantic Network);
- *Inference-Agent* реалізує механізм виводу (Inference Mechanism);
- *Plan-Agent* генерує кроки діалогу та керує сценарієм діалогу;
- *Press-Agent* є презентаційним агентом, який засобами ЕОМ спілкується з партнером;
- *Infix-Agent* реалізує механізм вводу нових знань.

Цей *Infix-Agent* є відмінністю, яку пропонує автор в архітектурі МАС ППР. Завдяки *Infix-Agent* інтелектуальна МАС стає симетричною: з одного боку, вона генерує повідомлення партнеру, які є логічним виводом із бази знань. З іншого боку, МАС породжує послідовність логічних виводів для таких питань (повідомлень) партнерові, відповіді на які *Infix-Agent* може передати *SN-Agent*'у для введення їх в базу знань.

Розглянемо для прикладу поведінку *Infix-Agent*'а.

Середовищем для цього агента є партнер з його знаннями. *Infix-Agent* діє також на *Press-Agent* та на *SN-Agent*. Він **спілкується** з *Plan-Agent* для визначення ідентифікатора кроку діалогу та з *Inference-Agent* для того, щоб отримати від нього *суб'єкт* та *передумову*. Вони є компонентами кроку діалогу, який ми подаємо як *ситуацію* "запитання – відповідь" у розумінні авторів роботи [140]. **Моделлю** середовища *Infix-Agent*'а є формальна модель логіки запитань-відповідей. **Ресурсом**, який цей агент накопичує, є знання, а **мета**, яку він ставить

– зниження рівня невизначеності в системі знань МАС, якій належить *Infix-Agent*.

Для реалізації процедур *Plan-Agent* може їх викликати (зображено пунктиром на рис. 5.1).

Розвитком архітектури діалогової системи з інтелектуальними функціями є результати, які наведені в роботі автора (із співавторами) в публікації [19].

Нижче наводимо інформаційні моделі для побудови так званого динамічного сценарію діалогу.

Задача формування сценарію діалогу. Породження послідовності кроків діалогу, яка не вбудована в процедуру, можна вирішити двома шляхами. Перший – це створити сценарій аргіогі і зберігати його в постійній пам'яті ЕОМ. Для здійснення такого сценарію потрібен інтерпретатор. Наприклад, така технологія використовує засоби HTML для опису сценарію та броузери для реалізації цього опису шляхом інтерпретації. Якщо сценарій створюється за цією технологією, то участь експерта – фахівця відповідної предметної сфери обов'язковий. Цей фахівець у разі створення діалогу для взаємодії з ЛПР повинен мати знання та вміння з таких питань:

- структура бази знань та мова маніпулювання знаннями;
- методи прийняття рішень;
- методи побудови сценаріїв;
- специфікації для програміста, який напише процедури, потрібні для деяких кроків діалогу.

Якщо послідовність кроків діалогу та самі кроки генеруються деякою глобальною процедурою під час реалізації сценарію, то зусилля експерта-фахівця потрібні, в ідеалі, тільки для створення такої процедури. Розглянемо далі розширення еротематичного підходу для того, щоб можна було не тільки описати формальним чином побудову кроків діалогу, а й вирішити задачу визначення наступного, альтернативного кроку. Це забезпечить реалізацію предметних діалогів як логічний висновок на основі знань, що є в розпорядженні інтелектуальних складових СППР.

Моделювання поведінки інтелектуальної системи сприймати інформацію. Перш за все нам потрібно розглянути модель подання знань СППР, оскільки процедура породження діалогу користується цими знаннями для побудови сценарію. Відомо, що моделі бази знань можуть бути зведені одна до одної, тому припустимо, що знання СППР про предметну галузь, для якої призначена ця СППР, підтримуються моделлю "сутність – зв'язок". Назвемо ці складові бази знань категоріями. Категорії можуть утворювати типи категорій, як у моделі Чена [269]. Оскільки ми будуємо інтелектуальну систему взаємодії ЛПР з СППР, використаємо такі аналогії когнітивної поведінки людини для моделювання цієї поведінки компонентами СППР:

- людина сприймає інформацію за власною ініціативою;
- людина сприймає, зберігає та використовує нечітку або не повністю "істинну" інформацію.

Для моделювання ініціативи інтелектуальної системи звертатися до середовища за інформацією можна скористатися теорією потреб людини.

Відповідно до цієї теорії, людина потребує інформації для задоволення життєво важливих потреб. Може бути, що ці потреби відсутні на даний час. У такому випадку діє природний механізм "цікавість" (допитливість). Логічно припустити, що обидві ці причини "запускають" механізм збору інформації у разі, якщо в знаннях інтелектуальної системи не вистачає знань стосовно деякої категорії, яка вже представлена в базі знань. Наприклад, у знаннях про клієнта банку є інформація про його платіжну спроможність, але невідомий ступінь достовірності цих даних. Співробітник банку, "усвідомивши" своє "незнання" з цього приводу, скористається деяким інтерфейсом (телефон і т. ін.) і поставить запитання партнеру, у якого може бути інформація щодо цього клієнта.

Наділимо СППР компонентою архітектури, яка:

- усвідомлює "незнання", або невизначеність своїх знань;
- моделює "цікавість".

Для забезпечення цих функцій припустимо, що категорії "сутність" та "зв'язок" є взаємно перехідними. Наприклад, відношення (яке реалізує категорію "зв'язок") "є зеленим кольором" може в іншому контексті бути екземпляром типу категорії "колір". Припустимо, що предметна область, яка моделюється базою знань, має N категорій. Кожній категорії можна приписати позначку 1; 2; 3... [156]. Відповідно до принципів багатозначної логіки категоріям, які мають однаковий рівень невизначеності, припишемо однакову позначку. Більше значення позначки означає "більш невизначена", а менше значення позначки – "менш невизначена" категорія. Оскільки в корені ієрархії типів категорій є власне поняття "категорія", то усе дерево типів не може бути визначеним остаточно, якщо припустити, що в базу знань можна додавати нову категорію як тип, а не вважати це модифікацією схеми бази знань. Це означає, що інтелектуальна система може будуватися так, що при досягненні повної визначеності категорій, які вже є в базі знань, система звернеться до партнера з запитанням: "Яка нова категорія, крім відомих системі, існує в даній предметній галузі та може бути введена в базу знань?"

Механізм побудови сценарію діалогу. Розглянемо два випадки організації бази знань СППР:

а) Схема бази знань визначена в тому розумінні, що новий тип категорій найвищого рівня може вводити адміністратор, змінюючи саму схему.

б) Новий тип категорій може вводитися в базу знань без обмежень. Це означає, що кількість категорій у цьому випадку не відома.

На рис. 5.2 зображена структурна модель компонентів СППР, які будують сценарій взаємодії партнерів, що вирішують проблеми людини та самої СППР.

Розглянемо поведінку системи у випадках "а" та "б".

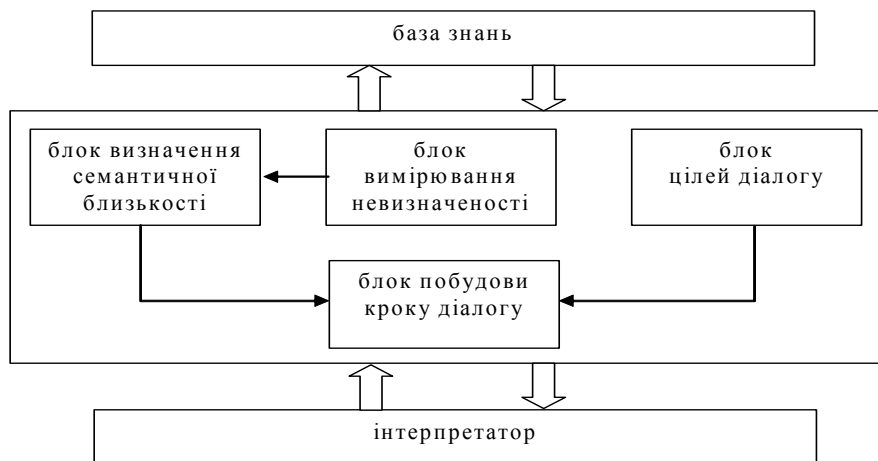


Рис. 5.2. Модель породження сценарію діалогу

Зазначимо, що блок цілей діалогу діє однаково в обох випадках. Він ставить партнеру запитання, відповідь на яке визначає предметну область, в якій СППР шукатиме рішення. У випадку "а" блок виконує пошук множини категорій з найбільшим значенням невизначеності.

Уся множина категорій деякої ПрО є:

$$C = \{c_i\}, i = 1, 2, 3, \dots, n.$$

Припишемо, як сказано вище, кожній категорії c_i позначку $k = 1, 2, 3, \dots$

$$C = \{c_i^k\}, k = 1, 2, 3, \dots$$

Блок вимірювання невизначеності формує підмножину категорій, які мають найбільший рівень невизначеності.

$$C^k = \{c_i^k / k = \max\},$$

де $C^k \subset C$.

Якщо множина C^k налічує більше ніж один елемент, управління передається "Блоку визначення семантичної близькості". Цей блок вибирає із підмножини C^k тільки одну категорію c_i^k таку, яка відповідає критерію найбільшої семантичної близькості. Функція вибору c_i^k може бути подана як

$$S_c = \varphi(r),$$

де r – відношення, яке визначає близькість (аналогія, асоціація і т. ін.).

У випадку "б" кількість категорій, які можуть бути введені в базу знань, заздалегідь не відома. Для оцінки ступеня невизначеності категорій застосуємо формальний апарат, який наводиться в [156]. Для цього блок вимірювання невизначеності реалізує відповідний алгоритм.

Удосконалимо множину агентів, які входять до БАС для СППР. Введемо таких агентів для моделювання поведінки учасників процесу ПР:

Уведемо до множини АПР агента, який керує процедурами ПР (тобто іншими агентами) та виконує авторизацію рішення. Назвемо його *Leader-Agent*.

Він, з точки зору об'єктного моделювання систем, виконуватиме ролі актора деякої системи для побудови "проектів" раціональних рішень. Цей АПР-агент, таким чином, є користувачем системи, яку складають решта агентів. Припустимо, що всі агенти, крім *Leader-Agent*, можуть бути як людиною, так і комп'ютерним інтелектуальним компонентом СППР. Це припущення потрібне для такої моделі спілкування діалогових партнерів, яка б не залежала від природи "інтелектів, що спілкуються". Перелічимо агентів БАС для СППР:

Leader-Agen, який виконує функції менеджера, що керує колективом агентів, та авторизує рішення.

Analys-Agent – агент, який виконує порівняльний аналіз альтернатив (виконує функції „структури над *A*”).

Infix-Agent – агент, який відповідає за введення нової інформації.

Inference-Agent здійснює умовивід (логічний висновок) і є машиною виводу).

Plan-Agent генерує кроки діалогу та керує сценарієм діалогу.

Press-Agent є презентаційним агентом, який засобами ЕОМ спілкується з партнером.

5.2. Багатоагентна система прийняття рішення

Моделювання предметних галузей з використанням Уніфікованої Мови Моделювання (Unified Modeling Language, UML) можна розповсюдити і на діяльність людей, що приймають рішення. Технологія такого моделювання починається з опису на звичайній мові так званих "сценаріїв використання майбутніх програмних продуктів" [201, с. 129]. Опишемо, користуючись прийнятими в рамках ООП і UML технологіями "сценарій використання", агентів, що приймають рішення. Як і раніше, вважаємо, що АПР – це учасники групового прийняття рішення.

Визначення, формулювання та діагностика проблеми. З точки зору загальних підходів до управління цей етап вирішення проблеми є контролем за станом керованого об'єкта. Задача діагностики розглянута нами вище. Інструментальними засобами діагностики є засоби моніторингу, які докладно розглядаються в [270]. Основною процедурою діагностики є реєстрація спостережуваних даних про явище чи об'єкт і задача віднесення об'єкта до одного з заданих класів. У теорії і практиці інтелектуальних систем така задача розглядається в контексті розпізнавання образів. Класичні підходи до розпізнавання образів наведені ще в [271, с. 63]. До них належать паралельний та послідовний методи класифікації, які пов'язані зі способами опису об'єктів, що підлягають класифікації. Послідовний метод класифікації можна представити **як діалог з експертом**, який реалізує дерево рішення.

На відміну від класичного представлення задачі розпізнавання, представимо рішення цієї задачі як діалог, який описано сценарієм і який вирішує задачу шляхом збору даних для побудови вектора опису об'єкта. У рамках кожної ситуації "запитання-відповідь" розв'язується задача переходу до іншого кроку діалогу, яка аналізує так звану "пам'ять діалогу" [19]. Задачу переходу

узагальнимо до процедури умовиводу, яка і вирішує задачу, тобто досягає локальної чи глобальної мети діалогу.

$$A = f(\delta, \rho, S), \quad (5.1)$$

де A – наступний крок діалогу;

δ – суб'єкт запитання, або пред'явлення, в термінах раціонального вибору;

ρ – вимоги передумови;

S – пам'ять діалогу.

Якщо $D = \{D_i\}$, $i = 1, \dots, n$ – вектор опису об'єкта, який підлягає класифікації, то суб'єкт запитання містить підмножину $\delta_j = D_j \in D$.

Таким чином, у цілому інформаційні процеси вирішення проблеми є рекурсивними, тому що містять процедуру вибору, результатом якої може бути вибір альтернативи, що вимагає повернення до попередніх процедур. Можна твердити, що принаймні для деякого класу проблем їх ідентифікація полягає в застосуванні циклічної процедури постановки питань і пошуку відповідей на них, яка реалізує діалог (дерево рішення).

Збирання інформації. Вище зазначалося, що на кожному етапі прийняття рішення є потреба в пошуку або придбанні інформації. Розглянемо такі випадки:

- a) Агент, що приймає рішення (АПР), звертається за інформацією до бази даних.
- b) АПР звертається до партнера-експерта.
- c) АПР звертається до середовища.

Наш підхід полягає в еротематичному способі здобування знань. Еротематичний діалог реалізують ведуть партнери, один з яких ставить запитання іншому для того, щоб отримати відсутній (у його «базі») елемент знань. Активний партнер для постановки запитання повинен володіти "більшими" знаннями, тобто "відсутній" елемент – це значення деякої запитальної змінної. Семантика відносно змінної відома саме активному партнерові, тобто йому також відомі діапазон значень, обмеження, інші метазнання, які дозволяють поставити запитання в термінах суб'єкта, і передумови цього запитання. Якщо партнер, роль якого полягає у відповіді на запитання, має запитувані знання, його відповідь у рамках формули запитання є істинною і може бути внесена в базу знань без подальшої перевірки та розпізнавання. Таку гарантію надає еротематична логіка запитань-відповідей.

У випадку а) для прийняття рішення необхідна інформація (знання), яка вже накопичена комп'ютерною системою і потрібна для розв'язання поточної проблеми в рамках діяльності агента (чи агентів), що приймають рішення. Активним партнером у цьому разі в рамках СЗВ виступає система бази даних, програмний компонент якої і формулює запитання до партнера-користувача приблизно такого змісту: "До якої предметної галузі відноситиметься запитувана інформація?" Далі, після вибору предметної галузі, можливе запитання "Яка характеристика комбайну "Дон-1500" Вас цікавить?" з суб'єктом запитання:

$\delta = (\text{Потужність, Продуктивність, Подрібнення_зерна, Втрата_зерна})$,

і т. д. до запитання, відповідь на яке визначатиме термінальний факт (див. п. 2.2).

Таким чином, формальний опис для запитань, які складають діалог АПР з комп'ютерною базою даних, визначимо як

$$Q = f(\delta_{DB}, \rho_{DB}),$$

де Q – запитання;

δ_{DB} – суб'єкт запитання, побудований на основі бази даних;

ρ_{DB} – вимоги передумови, побудованої на основі бази даних.

Якщо база даних побудована на основі моделі "сутність-зв'язок", то формування запитань можна описати, використовуючи мову тернарного представлення (див. розділ 2.2). У рамках цього представлення деякий об'єкт \mathcal{I} має властивості \mathcal{R} , або має відношення \mathcal{R} , а контекстна роль \mathcal{R} визначається формою запису. Перелік формальних представлень запитань наведено в табл. 3.5.

Відомо, що для проектування бази даних потрібно створити тезаурус предметної сфери. У відповідності з методами об'єктно-орієнтованого аналізу (ООА), основою такого тезаурусу є перелік об'єктів, а в нотації UML – перелік класів. Щодо відношень між категоріями ООА та ООП, то їх перелік обмежений [274]. Однак для автоматизації здобуття знань та автоматизованого управління з використанням природної мови, зокрема для породження питань до АПР, ми пропонуємо використати ідеї ситуаційного управління, викладені Д. А. Поспеловим у [198]. Зокрема, Поспелов визначив, що множина відношень для різних предметних сфер є відносно сталою і налічує приблизно 160 найменувань (див. табл. 3.4.)

Сталий відносно різних предметних сфер прийняття раціональних рішень набір відношень дозволяє побудувати генератор запитань, теж незалежний (для деякого класу застосувань) від предметної галузі.

Для випадку б) здобування інформації за допомогою експерта застосовується та сама модель, але для побудови запитань до експерта використовуються відношення, пов'язані з нетермінальними елементами бази даних, тобто запитання про імена, але не про значення денотатів.

Для випадку с) для побудови моделі здобування знань Агентом, що Приймає Рішення, від середовища, скористаємося представленнями когнітивних психологів. А саме, моделлю перцептуального циклу Найсера (див. розділ 2.1). Практичне значення сприймання інформації із середовища впливає із задач моніторингу, які досліджені в [270]. Наприклад, якщо об'єктом управління є стан повітряного басейну, а параметрами моніторингу – значення екологічних характеристик, технологію збору даних за допомогою деяких вимірювальних приладів (датчиків) можна побудувати як еротематичний діалог. Такий самий підхід можна використати для програмного та технічного забезпечення агрофільних технологій [321, 323]. У рамках цих технологій потрібні методи автоматичного відбору даних про стан ділянок поля, вологості зерна та соломи, кількості обмолоченого зерна та ін. Суб'єктом "питання" на адресу певного датчика в цьому випадку є можливі значення параметра.

Процедури етапів збору інформації та ідентифікації проблеми можуть повторюватися. Результатом цих етапів є сформульована проблема, яку треба вирішити.

Формування множини варіантів для вибору. Як вище зазначено (п. 1.3), учасники процесу прийняття рішень взаємодіють один з одним під час знаходження рішення і здійснюють тим самим обмін інформацією з метою усунути невизначеність відносно майбутнього плану дій (тобто самого рішення).

Для класу неструктурованих проблем задачу формування множини пред'явлення вирішимо частково.

Припустимо, що виконуються умови, викладені в п. 2.2.

Зауважимо, що еротематична логіка надає метод для породження суб'єкта запитання, який діє в межах мовної комунікації [19, 140], на відміну від класичної теорії вибору, у рамках якого формування пред'явлення не розглядається.

У рамках еротематичної логіки, або логіки запитань-відповідей, пред'явлення-суб'єкт визначається за допомогою підстановки денотатів замість імен, а ці імена є запитальними змінними.

Для класу добре структурованих проблем (розділ 1.1) задачу формування множини пред'явлення вирішимо на основі сценарного підходу [32]. На відміну від процедурних інструментальних засобів, сценарний підхід забезпечує:

- незалежність від предметної області;
- можливість редагування сценарію текстовими процесорами.

Як визначено в розділі 1, породження варіантів для вибору (тобто "пред'явлення") зводиться до "творчості" [28] або до процедур пошуку.

У публікації [272] автором запропоновано формальну модель для пошуку елементів знань у комп'ютерній базі з використанням критерію невизначеності елементів знань. Тобто якщо досвід, наприклад, групи АПР представлений у базі знань і містить історію рішень проблем або проекти майбутніх дій, то для формування множини "пред'явлення" необхідно знайти такі проекти (деякі категорії знань бази знань), які мають найнижчий ступінь визначеності, або найвищий ступінь ентропії (див. розділ 2.2).

Для моделювання генерації варіантів "творчим" методом уявимо, що деякий учасник групи прийняття рішень (АПР) реалізує функцію породження цих варіантів. У такому разі СППР використовує діалоговий метод спілкування з цим АПР і отримує від нього множину варіантів. Опис, або інтерrogатив, кроків діалогу відповідає виразові (5.2).

У разі пошуку АПР знаходить категорію, відносно якої треба знизити рівень невизначеності:

$$i = f_2(G_w, \max(S_C), R_N), \quad (5.2)$$

де i – ідентифікатор категорії;

G_w – параметр, який описує інтенціональні відношення агента для предметної сфери (домену) W ;

S_C – ентропія категорії;

R_N – параметр, який визначає семантичну близькість категорій.

Якщо висування множини пред'явлення зводиться до пошуку інформації, то в цьому випадку використовуються загальновідомі моделі пошуку.

Раціональний вибір.

1. **Представлення пред'явлення.** *Press*-АПП представляє (групі прийняття рішень у цілому або лідеру – *Leader*-АПП) множини варіантів "пред'явлення". Ця множина має форму суб'єкта запитання, яке формулює проблему, задачу чи підзадачу на відповідному рівні дерева рішень.
2. **Оцінка варіантів.** Для оцінки і порівняння варіантів, які утворюють множину пред'явлення, група прийняття рішень використовує можливості, які умовно представляє *Analys*-Агент. Він відповідає за здійснення оцінки варіантів, їх порівняння, і для виконання цих функцій агент використовує можливості інших агентів та інструментальні методи, які реалізовані як програмні модулі. У термінах раціонального вибору *Analys*-Агент моделює "структуру над А", яка разом з **правилами вибору** складає **механізм вибору**. Для обґрунтування виділення в процесі прийняття рішень функцій *Analys*-Агент'а зазначимо, що аналогічні функції виконує введений автором роботи [273] *демон* для програмної реалізації машини діалогу.
3. **Вибір варіантів.** У рамках еротематичної логіки природа, механізм самого вибору варіантів не розглядається, тобто не розглядаються причини, які спонукають партнера, який генерує відповідь (це пасивний, Р-партнер), вмещувати у відповідь ті чи інші альтернативні елементи множини суб'єкта запитання, які "дозволені" описом запитання. Але партнер, який ставить запитання (активний, або А-партнер), впливає на Р-партнера, на зміст відповіді і обмежує її двома способами. Перший – це категорні умови, які явно чи неявно наводяться в інтеррогативі, що представляє запитання. Кожна з цих категорних умов відноситься до однієї із запитальних змінних і визначає область визначення цієї змінної. Зазначимо, що в термінах реляційних баз даних ця область називається доменом. Другий – це вимоги передумови запитання, які розглядалися у розділі 2.2. Зазначимо, що ми в даному абзаці розглядаємо логічний апарат, який забезпечує побудову таких питань, коли істинність відповіді на них можна строго визначити.

Поставимо у відповідність правилам вибору (у термінах раціонального вибору) вимоги передумови (у термінах еротематичної логіки). Вимоги передумови для кожного кроку діалогу можуть утворювати множину, наприклад, продукційних правил. У цьому разі для програмної реалізації механізму вибору можна застосувати стандартну машину виводу, яку можна представити як діяльність *Inference*-Агента. Якщо база знань буде побудована на іншій моделі, при проектуванні цього агента потрібно врахувати особливості логічного висновку для інших моделей знань.

Сформульована проблема передається презентаційному агенту. Його завданням є представлення опису проблеми в найбільш вигідній формі (модальності) для сприйняття людиною.

Насправді цей агент діє кожен раз, коли треба формувати черговий крок діалогу, тому що в рамках одного кроку вирішується запитання про форму інформації, тобто повідомлень, за допомогою яких цю інформацію необхідно передавати конкретному АПР.

5.3. Об'єктна модель діалогового процесу прийняття рішень

Наведемо перелік функцій, які треба виконати для прийняття рішення, у рамках об'єктно-орієнтованого аналізу (ООА). Скористаємося проектними процедурами з [274] для означення та категоризації функцій системи прийняття рішень.

Людина, що приймає рішення, наприклад менеджер або керівник, найчастіше в процесі вироблення цього рішення взаємодіє з іншими людьми або з джерелами інформації на різних етапах прийняття рішення.

Модель взаємодії агентів, що приймають рішення, в нотації UML.

Представимо рішення проблеми як вирішення деякої множини задач, на які можна розбити цю проблему (метод декомпозиції задач на підзадачі). Далі, кожна таку задачу можна представити як вирішення однієї або деякої множини ситуацій "питання-відповідь" у рамках моделей, які викладені вище. Визначимо дії, які потрібно виконати для постановки запитання і отримання відповіді на це запитання.

1. Ідентифікація елемента знань, відносно якого слід формувати запитання.
2. Формування суб'єкта запитання, тобто множини альтернатив у експліцитній формі або за допомогою деякої функції. Ця множина є пред'явленням з точки зору раціонального вибору.
3. Формування передумови запитання, тобто загальних вимог до множини альтернатив, які встановлюють обмеження на вибір.
4. Інтерпретація інтеррогативу (який є формальним представленням запитання) у форму повідомлення для передачі його пасивному партнерові.
5. Передавання повідомлення партнерові через комунікативний канал.
6. Процедура оцінки альтернатив з метою порівняння їх за деякими критеріями і шкалами (або відношеннями, які визначають раціональний вибір в управлінні). У теорії вибору ця процедура використовує «сукупність відомостей δ , що забезпечують можливість порівнювати альтернативи, яка позначається "структура над A "».
7. Застосування правил вибору до суб'єкта, які в теорії вибору називаються "правилом вибору π " і є інструкцією для пасивного партнера, який виконує роль ЛПР.
8. Інтерпретація відповіді у форму (наприклад, вербальну) повідомлення для передачі його пасивному партнерові.
9. Передавання повідомлення партнерові через комунікативний канал.
10. Перевірка відповідності запитання вимогам передумови запитання.
11. Відмова від прийняття відповіді в разі невідповідності інтеррогативу запитання.
12. Авторизація відповіді-рішення (чи мікрорішення).

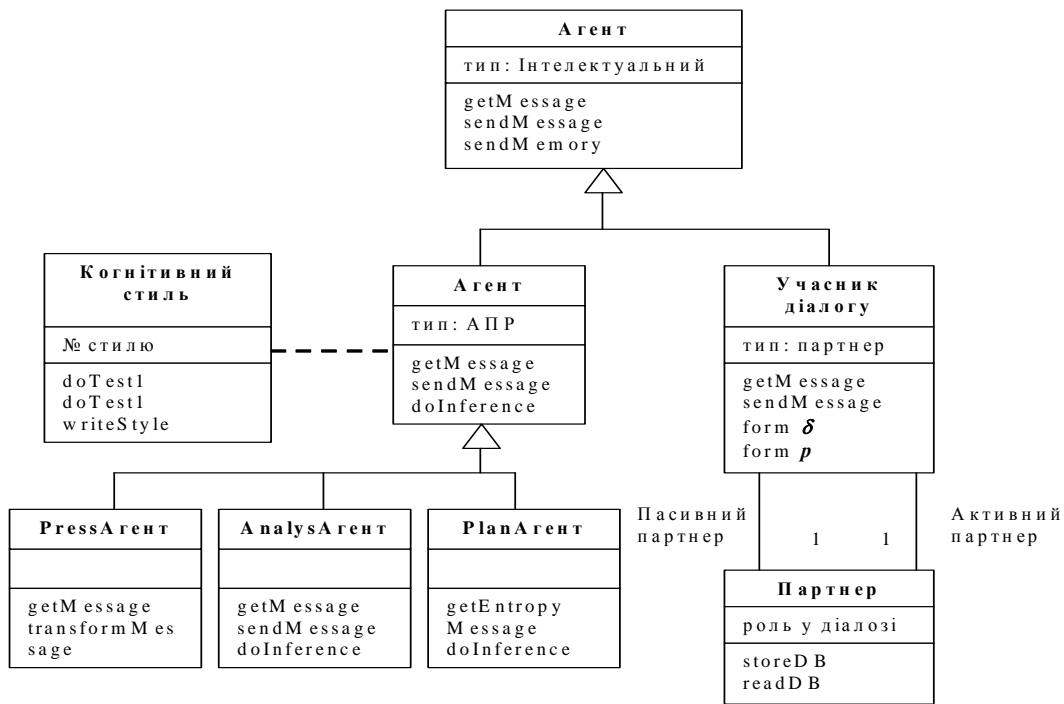


Рис. 5.3. Діаграма класів для множини агентів ГАСППР

Наведемо (рис. 5.3) в нотації UML (Unified Modeling Language, тобто Уніфікованої Мови Моделювання) діаграму класів для множини агентів.

Декларативні знання зберігаються в пам'яті питань **QMem**, а процедурні знання – у пам'яті з позначенням **DiAM**. Ми розглядаємо два типи пам'яті **QMem** і **DiAM** з погляду методу доступу до інформації про поточний і черговий кроки діалогу. З цієї точки зору пам'ять **QMem** є пам'яттю з довільним доступом до специфікацій питань (**Q-chunk**), і тому для отримання доступу до специфікацій конкретного питання потрібна адреса відповідної специфікації. **DiAM** – це мережна структура, яка здатна транслювати поточну відповідь реактивного агента (**A-chunk**) на адресу специфікації релевантної відповіді. Таким чином, **DiAM**, по суті, зберігає метод розв'язання задачі. На рис. 5.4 наведена діаграма класів, що моделює спрощену структуру діалогового вирішувача задач.

Як видно з рис. 5.4, з діалоговою базою знань (**DiKB**) асоційовано два класи: клас **DiMC**, що здійснює покрокову інтерпретацію знань, які зберігаються в діалоговій базі знань, і клас **DiGen** (Dialogue Generator), що є повноекранним редактором **DiKB**.

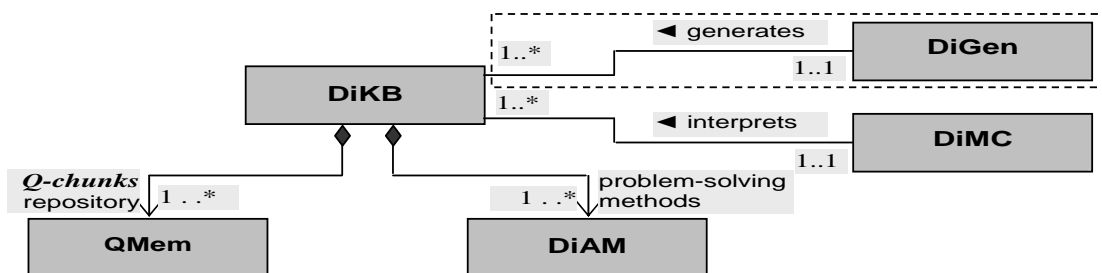


Рис. 5.4. Спрощена структура діалогового вирішувача задач

Клас DiMC інтерпретує будь-який крок діалогу, і фази його роботи не залежать ні від специфіки кроку, ні від специфіки предметної області. Після того як розроблено діалогову базу знань, відпадає необхідність у класі DiGen. Цей клас використовується на етапі генерації і редагування діалогової бази знань. Відзначимо, що методи класів DiMC і DiGen можуть бути розподілені між класами діалогової бази знань, якщо остання розглядається як об'єктна база.

Використовуючи результати, одержані при синтезі діалогового методу доступу в [275], можна синтезувати структуру діалогового вирішувача задач, що наведена на рис. 5.5.

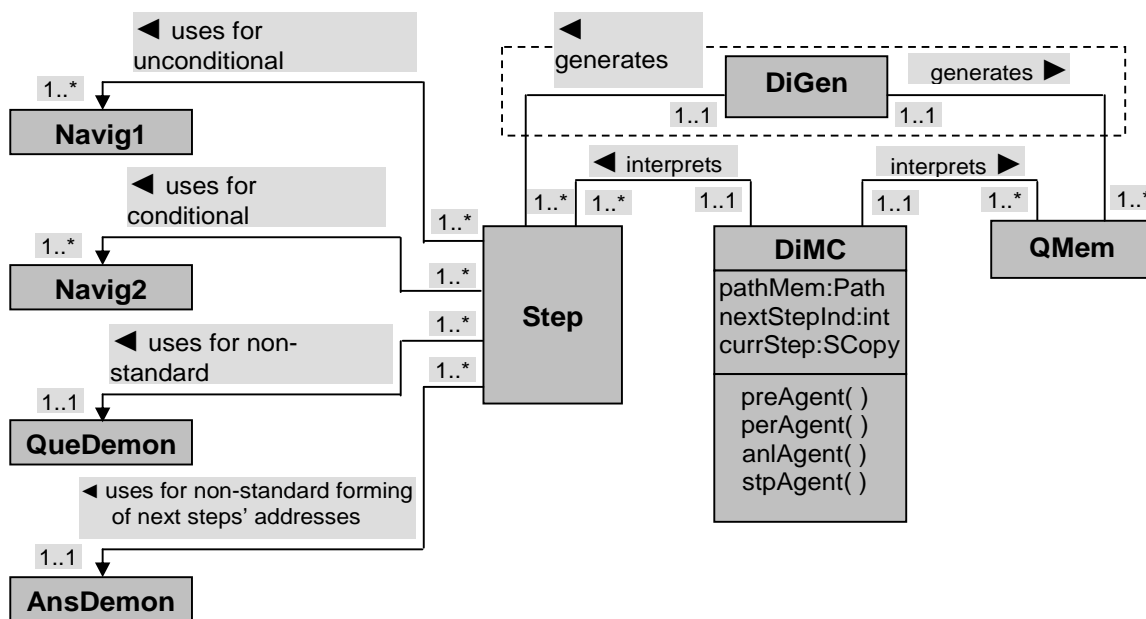


Рис. 5.5. Структура діалогового вирішувача задач

На рис. 5.5 опущені поля класів діалогового методу доступу (класи Step, Navig1, Navig2, QueDemon, AnsDemon).

Передбачається, що для реалізації поведінки класу DiMC необхідні такі чотири агенти: презентаційний агент (presentation agent, або *Pre-agent*); перцептивний агент (perceptual agent, або *Per-agent*); аналізуючий агент (analyzing agent, або *Anl-agent*) і агент кроку (step agent, або *Stp-agent*).

Поведінка презентаційного агента (*Pre-agent*). Презентаційний агент здійснює презентацію *Q-chunk* реактивному агенту діалогу. Наприклад, *Q-chunk* може відповідати питанню, яке спроектоване для отримання фактів з метою умовиводу висновків про ступінь розуміння початкового текстового документа слухачами. Взаємодія із зовнішнім світом однонаправлена, від *Pre-agent* до реактивного агента діалогу. Взаємодія з "внутрішнім світом" вирішувача задач здійснюється таким чином. З пам'яті, яка зберігає описи поточного кроку, *Pre-agent* читає ім'я *Q-chunks*, а потім – всю інформацію, необхідну для презентації з пам'яті *Q-chunks*.

Поведінка перцептивного агента (*Per-agent*). Перцептивний агент сприймає *A-chunks* від реактивного агента і акумулює їх в акумуляторі *A-chunks*. Таким чином, акумулятор *A-chunks* береже історію відповідей реактивного агента. Взаємодія із зовнішнім світом однонаправлена, від реактивного агента діалогу до *Per-agent*. Відповіді реактивного агента діалогу сприймаються і кодуються за допомогою стандартного периферійного устаткування комп'ютера.

Поведінка аналізуючого агента (*Anl-agent*). Аналізуючий агент: розпізнає сприйнятий *A-chunk* шляхом його послідовного порівняння з елементами *RA-set*; визначає ім'я наступного кроку. *Anl-agent* не взаємодіє із зовнішнім світом. Його взаємодія з "внутрішнім світом" вирішувача задач здійснюється таким чином. *Anl-agent* читає *A-chunk* з акумулятора і *RA-set* з пам'яті, що зберігає опис поточного кроку. Потім визначає ім'я наступного кроку і вміщує його в пам'ять з іменем наступного кроку.

Поведінка агента кроку (*Stp-agent*). Агент кроку обновляє описи поточного кроку. Агент кроку не взаємодіє із зовнішнім світом. Його взаємодія з "внутрішнім світом" вирішувача задач здійснюється таким чином. Агент кроку читає ім'я наступного кроку з відповідного блоку пам'яті і потім описи цього кроку з DiKB. Прочитані описи вміщуються в пам'ять описів поточного кроку.

Програмні агенти, що реалізують уніфікований циклічний процес інтерпретації даталогічного представлення вузла, моделюються методами класу DiMC: preAgent, perAgent, anlAgent, stpAgent.

Передбачається, що поля діалогової бази знань відкриті для зазначених методів. Крім того, у клас DiMC введені поля, що моделюють "внутрішній світ" вирішувача задач:

- поле *pathMem:Path* моделює акумулятор *A-chunks*;
- поле *currStep:SCopy* моделює опис поточного кроку;
- поле *nextStepInd:int* моделює ім'я наступного кроку.

Для класу DiMC прийнятий децентралізований спосіб управління викликом методів-агентів. Передбачається, що методи-агенти самостійно управляють викликом свого агента-партнера.

Відзначимо, що в даному розділі не ставилася задача синтезу структури декларативної пам'яті активного агента (клас QMem на рис. 5.5). Один з підходів до такого синтезу досліджений у [276].

Висновки

Дослідження, результати яких відображені в розділі 5, присвячені побудові моделей комунікативних відношень та суб'єктів, що діють в групі, мета якої – прийняття раціонального рішення щодо управління економічним об'єктом. Ці моделі утворюють архітектуру групової системи прийняття рішень, учасниками якої є люди та компоненти СППР, і всі вони розглядаються як інтелектуальні агенти в складі ГІС.

Основні результати, отримані в розділі 5, є такими.

Розроблена модель раціонального вибору так, що вибір реалізується як послідовність кроків діалогу.

Визначено множину агентів (Агенти, що Приймають Рішення, АПР), мета яких – продукування раціональних рішень, та спеціалізацію кожного агента.

Розроблено мета-сценарій діяльності АПР для кожного етапу прийняття рішення: збору інформації, генерації варіантів, власне раціонального вибору, авторизації рішення та комунікативної взаємодії для забезпечення цієї діяльності на основі оцінки ентропії інформації, побудови запитань основі моделі предметної області, адаптації інформації з урахуванням когнітивних переваг ЛПР.

Визначені функції кожного АПР (агента, що приймає рішення) – учасника групи прийняття рішень для створення програмних систем на основі об'єктно-орієнтованого підходу (ООА та ООП), побудовані діаграми в нотації Уніфікованої Мови Моделювання (UML) для подальшої генерації програмного коду CASE-засобами.

Моделі, побудовані в розділі 5, використовуються надалі для програмної реалізації компонентів ГСППР.

РОЗДІЛ 6

6. РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ДІАЛОГОВОГО АДАПТИВНОГО СЕРЕДОВИЩА ГІС

6.1. Реалізація програмного інтелектуального агента для адаптації до когнітивних характеристик користувача

Пакет програм реалізований у вигляді окремих модулів, які пред'являються менеджером тестових послідовностей у процесі тестування. Реалізовано п'ять тестів для визначення когнітивного стилю людини, що приймає рішення (ЛПР). Тести пред'являються ЛПР по черзі, без переривання тестування. Після завершення одного тесту відразу виводиться вікно наступного тесту.

На початку пред'явлення виводяться пояснення до тесту, оформлені у вигляді інструкції, яка містить опис стимульного матеріалу. Прочитавши інструкцію, ЛПР повинен натиснути кнопку "Почати". Після цього відбувається пред'явлення стимульного матеріалу. Залежно від виду тесту стимульним матеріалом може бути текст, звуки, графіка або цифрові послідовності.

Після пред'явлення стимульного матеріалу модель тестування переходить у режим очікування реакцій користувача. Залежно від виду тесту, елементами управління для сприйняття реакції користувача, можуть бути кнопки, зображення або зони редагування. ЛПР повинен натискувати ліву кнопку маніпулятора, коли курсор знаходиться над елементом управління, або ввести необхідний текст у зону редагування, використовуючи клавіатуру.

Після реєстрації реакцій випробовуваного на пред'явлені стимули, модуль тестування переходить до наступної тестової сцени, якщо така існує. Якщо ж наступна тестова сцена відсутня, то поточний модуль тестування завершує свою роботу і передає управління менеджеру тестових послідовностей. Припинити виконання тесту можна на будь-якому етапі тестування. Для цього слід натиснути кнопку "Виконаний".

Для прикладу наведемо опис одного з тестів, які пропонуються ЛПР для визначення його когнітивного стилю.

Це четвертий тест з тестової послідовності. Він використовує графічне представлення стимульної інформації. У вікно тесту виводиться зображення, яке містить певну комбінацію графічних примітивів (лінії, овали, квадрати, криві). ЛПР повинен доповнити зображення вибраним з наведених альтернатив фрагментом. Щоб указати вибраний фрагмент, потрібно підвести до нього курсор миші і натиснути ліву клавішу.

Коли відповідь зафіксована, відбувається порівняння з правильною відповіддю, а потім здійснюється перехід до наступної сцени.

На рис. 6.1 наведений вигляд вікна 4-го тесту.

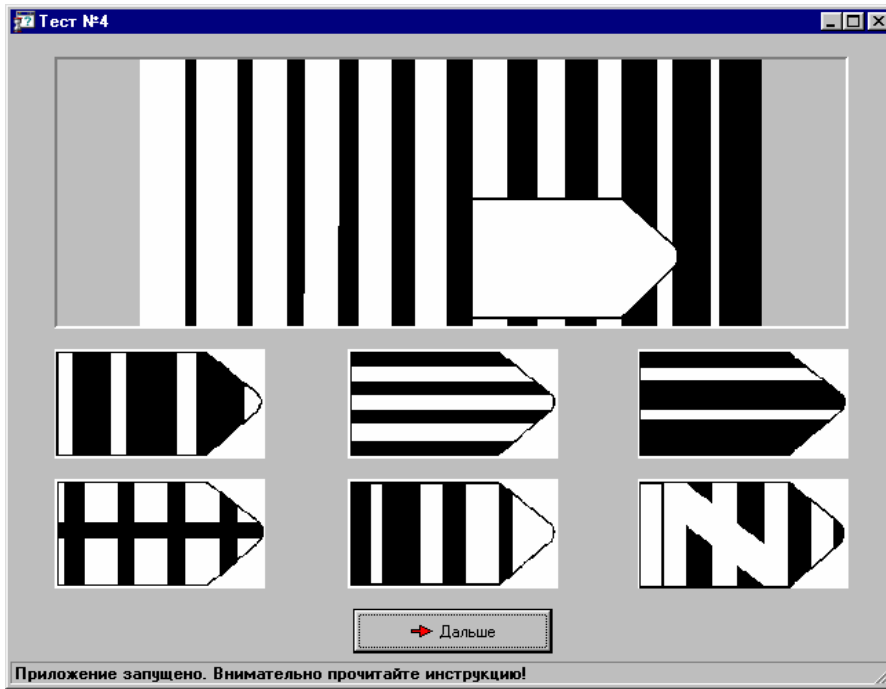


Рис. 6.1. Вікно тесту №4

Опис структури файлів. Файли конфігурації. Для конфігурування черговості і способу запуску окремих тестів з батареї тестів використовується файл Launcher.rc. Цей файл розташований в основному каталозі пакета програм і використовується кожного разу при запуску основного додатку – Launcher.exe.

Під час запуску пакета програма Launcher.exe відкриває свій файл конфігурації і читає з нього назви тестів у тій послідовності, в якій вони будуть пред'явлені, після цього програма переходить у режим тестування. Якщо під час звернення до файла відбувається помилка, то програма видає відповідне повідомлення і після цього створює новий файл Launcher.rc, який містить назви всіх файлів, що є в поточному каталозі додатка. Після цього програма Launcher.exe переходить у режим конфігурування послідовності пред'явлення тестів.

Файл Launcher.rc має такий вигляд:

```
*—————Початок файла —————
[Prefrences]
startup=test
[LaunchList]
testnum=5
1=TestOne
2=TestTwo
3=TestThree
4=TestFour=Skipped
5=TestFive
*—————Кінець файла —————
```

Користувач не повинен працювати з файлом конфігурації, тому для файла Launcher.rc включений режим "File Read only".

Структура файла конфігурації наведена в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

Структура файла конфігурації

Назва поля	Значення	Призначення
[Prefrences]	–	Ідентифікатор загального заголовка, за яким програма визначає свій формат
Startup	Test	Заголовок для перевірки коректності створеного конфігураційного файла
[LaunchList]	–	Ідентифікатор секції переліку всіх доступних тестів. Усе, що знаходиться під цією секцією, це назви тестів
Testnum	Кількість тестів	Поле, яке задає кількість тестів, доступних для відображення
1, 2, ..., N	Назви тесту	Поле, назвою якого є порядковий номер тесту, заданого як значення параметра

Файли результатів. Програма веде протокол відповідей користувача на всі тестові завдання, тому файл Result.rc містить інформацію про всі результати пройдених тестів.

Файл має такий вигляд:

```
*-----Початок файла результатів -----
[TestOne]
Right=15
[TestTwo]
Right=4
[TestThree]
Right 1=25
Wrong 1=0
TimePT 1=0:00:03
Right 2=25
Wrong 2=1
TimePT 2=0:00:00
Right 3=0
Wrong 3=25
TimePT 3=0:00:00
Right 4=0
Wrong 4=25
TimePT 4=0:00:00
```


Right 5=0
 Wrong 5=25
 TimePT 5=0:00:00
 [TestFive]
 Right 1=4
 Right 2=4
 Right 3=3
 Right 4=2
 Right 5=4
 Right 6=3
 Right 7=3
 Right 8=3
 Right 9=1
 Right 10=2

*_____Кінець файла результатів _____

Структура файла результатів наведена в табл. 6.2

Таблиця 6.2

Структура файла результатів

Назва поля	Значення	Призначення
[Test_Name]	Назва тесту	Ідентифікатор тесту. Усе, що розташовано нижче цієї секції, до наступної, що належить до цього тесту
Right	Правильних відповідей	Кількість правильних відповідей для всього тесту. Якщо після ключового слова є цифра, це значить, що кількість неправильних відповідей стосується окремої сцени тесту
Wrong	Неправильних відповідей	Кількість неправильних відповідей для всього тесту. Якщо після ключового слова є цифра, це значить, що кількість правильних відповідей стосується окремої сцени тесту
TimePT	Час виконання тесту	Час виконання окремої сцени тесту. Час запам'ятовується у форматі <i>година:хвил:сек</i>

6.2. Вибір інструментальних засобів створення онтолого-орієнтованих компонентів синтезу тестів ГІС навчального призначення

Основне питання при побудові повнотекстових засобів "електронного" навчання полягає в тому, як організувати велику кількість інформації так, щоб користувачі могли здійснювати ефективний пошук. Для цього розроблені складні схеми класифікації та правила каталогізації для метаданих. Використання онтологій – можливий підхід для досягнення цієї мети [277]. Мета застосування онтологічного підходу даного дослідження дещо інша: представлення семантики понятійного апарату навчального контенту так, щоб побудувати алгоритм синтезу тексту. Тому розглянемо основні функції і можливості інструментів інженерії онтологій, їх переваги й недоліки, а також зробимо порівняльний аналіз з метою вибору програмних засобів для реалізації завдань даного дослідження. Головним критерієм вибору визначимо сумісність відомих засобів побудови і підтримки онтологій з мовами розробки програмних агентів моніторингу знань.

За останні роки кількість інструментів онтологій різко збільшилась (сайт консорціуму W3C, наприклад, надає список більш ніж 50 інструментів редагування).

Розглянемо найвідоміші інструменти інженерії онтологій, URL і основні характеристики яких наведені в табл. 6.3 і 6.4 [278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289].

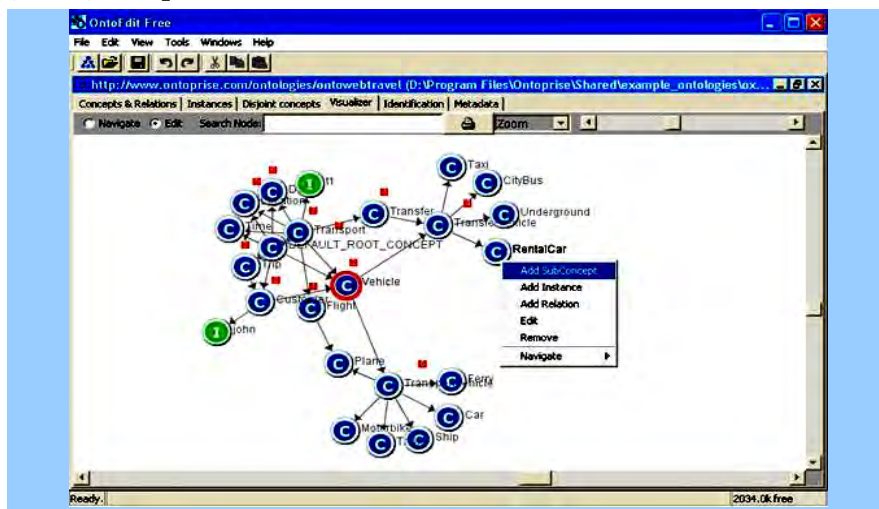


Рис. 6.2. Навігація по онтології та її редагування за допомогою OntoEdit

Для прикладу наведемо вікно інструментального засобу OntoEdit, який є автономним Java-додатком, який можна локально встановити на комп'ютері і архітектура якого подібна Protege (рис. 6.2). Сьогодні онтології доступні в різних представленнях; для відповідності цих представлень існують ряд інструментальних засобів, класифікація яких наведена в [288]:

для об'єднання двох онтологій з метою створення однієї нової (PROMPT, Chimaera, OntoMerge);

для визначення функції перетворення з однієї онтології в іншу (OntoMorph);

для визначення відображення між концептами у двох онтологіях, знаходячи пари відповідних концептів (наприклад, OBSERVER, FCA-Merge);

для визначення правил відображення для зв'язку тільки релевантних частин початкових онтологій (ONION).

У табл. 6.3 наведено результати порівняльного аналізу трьох груп інструментів: побудови онтологій; відображення, вирівнювання і об'єднання онтологій, а також анотування на основі онтологій.

Таблиця 6.3

Інструментальні засоби онтологій

Ім'я	Опис	URL
<i>Створення онтологій</i>		
Ontolingua	Підтримка сумісної розробки	http://www.ksl.stanford.edu/software/ontolingua/
WebOnto	Підтримка сумісного перегляду	http://webonto.open.ac.uk
Prot?g?	Створення, перегляд, підтримка	http://protege.stanford.edu
OntoSaurus	Web-броузер баз знань LOOM	http://www.isi.edu/isd/ontosaurus.html
ODE, WebODE	Створення, методологія Methontology	http://delicias.dia.fi.upm.es/webODE/
KADS22	Проектування моделей знання за методологією CommonKADS.	http://www.swi.psy.uva.nl/projects/kads22/index.html
OntoEdit	Розробка і підтримка онтологій	http://www.ontoprise.de/products/ontoedit
OilEd	Підтримка міркування	http://oiled.man.ac.uk
i.com	Підтримка інтелектуального концептуального моделювання	http://www.inf.unibz.it/~franconi/icom/
<i>Об'єднання і відображення онтологій</i>		
PROMPT	Додаток об'єднання до Prot?g?	http://protege.stanford.edu/plugins/prompt/
Chimaera	Інструмент об'єднання, на основі редактора онтологій Ontolingua	http://www.ksl.stanford.edu/software/chimaera/
OntoMerge	Інструмент об'єднання і міркування	http://cs-www.cs.yale.edu/homes/dvm/daml/ontology-translation.html
OntoMorph	Перетворення символічних знань	http://www.isi.edu/~hans/ontomorph/
OBSERVER	Інформаційна система на основі взаємодії онтологій	http://lsdis.cs.uga.edu/?mena/OBSERVER/
FCA-Merge	Метод порівняння онтологій	http://www.aifb.uni-karlsruhe.de/Forschungsgruppen/WBS/
ONION	Система композиції онтологій	http://www.semanticweb.org/SWWS/program/full/paper51.pdf
<i>Анотування Web-ресурсів</i>		
SHOE's Knowledge Annotator	Опис змісту Web-сторінок	http://www.cs.umd.edu/projects/plus/SHOE
MnM	Анотація на основі онтологій	http://kmi.open.ac.uk/projects/akt/MnM
Metabrowser	Створення і перегляд метаданих	http://metabrowser.spirit.net.au

Таблиця 6.4

Інструментальні засоби створення онтологій

	OiiEd	OntoEdit	Ontolingua	OntoSaurus	Protege	WebODE	WebOnto
<i>Загальна інформація</i>							
Розробник	IMG, University Manchester	Ontoprize	KSL, Stanford University	ISI, University Southern California	SML, Stanford University	Ontology Group, Polytechnic University Madrid	KML, Open University
Версія	3.5.5 Oct2003	2.6.6 Mar2004	1.0.650 Oct2002	1.9 Mar2002	2.1.1 June2004	2.1 Mar2003	2.3 May2001
Доступність	Відкритий код	Вільна ліцензія	Вільний доступ	Відкритий код, вільний доступ	Відкритий код	Вільний доступ	Вільний доступ
Підтримка методологією	-	On-To-Knowledge	-	-	-	METH-ONTOLOGY	-
<i>Архітектура програмного забезпечення</i>							
Архітектура додатка	3-рівнева	3-рівнева	Клієнт/сервер	Клієнт/сервер	3-рівнева	n-рівнева	Клієнт/сервер
Розширюваність		Плагіні			Плагіні	Сервер додатка	
Зберігання онтологій	Файли	Файли	Файли	Файли	Файли, СУБД	СУБД	Файли
Мова ПЗ	Java	Java	Lisp	Lisp	Java	Java	Java+ Lisp

	OiEd	OntoEdit	Ontolingua	OntoSaurus	Protege	WebODE	WebOnto
<i>Модель знання</i>							
Формалізм	DL	Фрейми + FOL	Фрейми + FOL	DL	Фрейми + FOL	Фрейми + FOL	Фрейми + FOL
Основна мова представлення знання	DAML+OIL	OXML	Ontolingua	LOOM	OKBC	-	OSML
Формальна мова аксіом	-	FLogic	KIF	LOOM	PAL	WAB	OSML
<i>Редактори онтологій</i>							
Інтерфейс користувача	Локальний додаток	Локальний додаток	HTML	HTML	Локальний додаток	HTML і апплети	Апплети
Графічне редагування таксономії концептів	-	+	-	-	+	+	+
Редактор формальних аксіом	+	-	-	-	+	+	-
Сумісна розробка онтології	-	+	+	+	-	+	+
Машина висновку	FaCT (вбудована) RACER DIG	OntoBroker	JTP	Класифікатор LOOM	PAL (встр.) Jess FaCT Prolog FLORA Algermon	Prolog (вбудована) Jess	Система представлення знань OSML
Перевірка наявності протиріч	+	+	-	+	+	+	+

	OiiEd	OntoEdit	Ontolingua	OntoSaurus	Protege	WebODE	WebOnto
<i>Інтероперабельність</i>							
З іншими інструментами	-	OntoAnnotate OntoMat Semantic-Miner	Chimaera OKBC	OKBC	Prompt OKBC ArgoUML	ODE-KM ODE-SeW ODE-SWS ODE- Annotate Protege	MnM
Імпорт	RDF(S) OIL DAML+OIL SHIQ	OXML RDF(S) DAML+OIL FLogic	Ontolingua KIF CML IDL	LOOM PowerLOOM Stella IDL	XML RDF(S) XML Schema XMI	XML RDF(S) DAML+OIL OWL CARIN	OXML RDF(S)
Експорт	RDF(S) OIL DAML+OIL OWL SHIQ DIG	OXML RDF(S) DAML+OIL FLogic	Ontolingua KIF LOOM CLIPS CML Epikit Prolog IDL	LOOM PowerLOOM KIF Ontolingua Stella IDL C++	XML RDF(S) XML Schema FLogic CLIPS Java XMI	XML RDF(S) OIL DAML+ OIL OWL CARIN FLogic Prolog, Jess, Java	OXML Ontolingua RDF(S)

Таким чином, з наведених даних випливає, що частина відомих і популярних засобів побудови онтологій має відношення до мови Java – вони мають інтерфейс з цим засобом або базуються на Java. Можна зробити висновок, що для написання програмних модулів синтезу тестів – контролю знань агента-користувача ГІС необхідно використати мову Java, щоб забезпечити майбутню сумісність з іншими модулями архітектури тьютора. Інші вагомні переваги цієї мови – розвинуті засоби програмування мультимедійних додатків, які вони мають так само, як і можливості низькорівневого програмування додатків.

Для роботи з базою даних для підтримки множини понять реалізовані прототипи *SN-агент'а та Infix-агент'а*, тобто програмних компонентів для обслуговування бази даних. Для зберігання структурованої інформації потрібні спеціалізовані засоби, тобто СУБД.

6. 3. CASE-засоби для моделювання архітектури ГІС

Сучасні CASE-засоби охоплюють широку область підтримки численних технологій програмування комп'ютерних систем: від простих засобів аналізу і документування до повномасштабних засобів автоматизації, що охоплюють весь життєвий цикл програмного забезпечення.

Найбільш трудомісткими етапами розробки інформаційної системи (ІС) є етапи аналізу і проектування, у процесі яких CASE-засоби забезпечують якість технічних рішень і підготовку проектної документації. При цьому значну роль відіграють методи візуального представлення інформації. Вони забезпечують побудову структурних та інших діаграм у реальному масштабі часу, використання колірної палітри, наскрізну перевірку синтаксичних правил. Графічні засоби моделювання ПрО забезпечують розробникам візуалізацію структури і зв'язків існуючої ІС, перебудову її відповідно до поставленої мети й наявних обмежень [290].

До класу CASE-засобів потрапляють як відносно дешеві системи для персональних комп'ютерів з обмеженими можливостями, так і дорогі системи для неоднорідних обчислювальних платформ та операційних середовищ. Сучасний ринок програмних засобів налічує близько 300 різних CASE-засобів, найпотужніші з яких так чи інакше використовуються практично всіма провідними західними фірмами [291, 292]. Наведемо короткі дані про ці системи.

Silverrun має модульну структуру, складається з чотирьох модулів, забезпечує побудову моделей бізнес-процесів (інакше – процесів ПрО) у формі діаграм потоків даних (BPM – Business Process Modeler), дозволяє моделювати функціонування обстежуваної організації або створюваної ІС. Діаграми можуть зображатися в декількох нотаціях.

Модуль концептуального моделювання даних (ERX – Entity-Relationship eXpert) забезпечує побудову моделей даних сутність-зв'язок, не прив'язаних до конкретної реалізації. Цей модуль має вбудовану експертну систему, що дозволяє створити коректну нормалізовану модель даних за допомогою відповідей на змістовні питання про взаємозв'язок даних. Можлива автоматична побудова моделі даних з описів структур даних. Аналіз функціональної залежності

атрибутів дає можливість перевірити відповідність моделі вимогам третьої нормальної форми та забезпечити їх виконання. Перевірена модель передається в модуль RDM.

Модуль реляційного моделювання (RDM – Relational Data Modeler) дозволяє створювати моделі сутність-зв'язок, призначені для реалізації в реляційній базі даних [293].

Одним з недоліків Silverrun є відсутність жорсткого взаємного контролю між компонентами різних моделей. Для автоматичної генерації схем баз даних у Silverrun існують мости до найпоширеніших СУБД: Oracle, Informix, DB2, Ingres, Progress, SQL Server, SQLBase, Sybase. Для передачі даних у засоби розробки додатків є мости до мов рівня 4GL: JAM, PowerBuilder, SQL Windows, Uniface, NewEra, Delphi [294].

CASE-засіб **JAM** має модульну структуру і складається з таких компонентів:

- Ядро системи;
- JAM/DBi – спеціалізовані модулі інтерфейсу до СУБД (JAM/DBi-Oracle, JAM/DBi-Informix, JAM/DBi-ODBC і т. д.);
- JAM/RW – модуль генератора звітів;
- JAM/CASEi – спеціалізовані модулі інтерфейсу до CASE-засобів (JAM/CASE-TeamWork, JAM/CASE-Innovator і т. д.);
- JAM/TPi – спеціалізовані модулі інтерфейсу до менеджерів транзакцій (наприклад, JAM/TPi-Server TUXEDO і т. д.);
- Jterm – спеціалізований емулятор X-терміналу.

Ядро системи (власне, сам JAM) є закінченим продуктом і може самостійно використовуватися для розробки додатків. Уся решта модулів є додатковими і самостійно використовуватися не можуть. В ядро JAM вбудована розрахована на одного користувача реляційна СУБД JDB. Основним призначенням JDB є створення прототипів додатків у тих випадках, коли робота зі штатною СУБД неможлива або недоцільна.

JAM дозволяє будувати додатки для роботи більш ніж з 20 СУБД: ORACLE, Informix, Sybase, Ingres, InterBase, NetWare SQL Server, Rdb, DB2, ODBC-сумісні СУБД та ін. JAM, як середовище розробки, і додатки, побудовані з його використанням, не є ресурсоемними системами. Наприклад, на платформі MS-Windows достатньо мати 8 МВ оперативної пам'яті і 50 МВ дискового простору для середовища розробки. На UNIX-платформах вимоги до апаратури визначаються самою операційною системою [295].

Vantage Team Builder є інтегрованим програмним продуктом, орієнтованим на реалізацію каскадної моделі ЖЦ ПЗ і підтримку повного ЖЦ ПЗ. Vantage Team Builder забезпечує виконання таких функцій:

- проектування діаграм потоків даних, сутність-зв'язок, структур даних, структурних схем програм і послідовностей екранних форм;
- проектування діаграм архітектури системи – SAD;

- генерація коду програм на мові 4GL цільової СУБД з повним забезпеченням програмного середовища і генерація SQL-коду для створення таблиць БД, індексів, обмежень цілісності і збережених процедур;
- програмування на мові С з вбудованим SQL;
- управління версіями і конфігурацією проекту;
- розрахований на багатокористувацький доступ до репозиторія проекту;
- генерація проектної документації за стандартними і індивідуальними шаблонами;
- експорт і імпорт даних проекту у форматі CDIF (CASE Data Interchange Format).

Vantage Team Builder поставляється в різних конфігураціях залежно від СУБД (ORACLE, Informix, Sybase або Ingres) або засобів розробки додатків, що використовуються (Uniface). Для опису проекту ІС використовується достатньо великий набір діаграм, конкретні варіанти якого для найпоширеніших конфігурацій наведені нижче (табл. 6.5).

Таблиця 6.5

Набір діаграм опису проекту комп'ютерних систем

Тип діаграми	Позначення	Vantage Team Builder for ORACLE	Vantage Team Builder for Informix	Vantage Team Builder for Uniface
Сутність-зв'язок	ERD	+	+	+
Потоків даних	DFD	+	+	+
Структур даних	DSD	+	+	+
Архітектура системи	SAD	+	+	+
Потоків управління	CSD	+	+	+

Закінчення табл. 6.5

Тип діаграми	Позначення	Vantage Team Builder for ORACLE	Vantage Team Builder for Informix	Vantage Team Builder for Uniface
Типів даних	DTD	+	+	+
Структури меню	MSD	+		
Послідовності блоків	BSD	+		
Послідовності форм	FSD		+	+
Вмісту форм	FCD		+	+
Переходів станів	STD	+	+	+
Структурних схем	SCD	+	+	+

Процес проектування ІС з використанням Vantage Team Builder реалізується у вигляді чотирьох послідовних фаз (стадій) – аналізу, архітектури, проектування і реалізації, при цьому закінчені результати кожної стадії повністю або частково переносяться (імпортуються) в наступну фазу. Структура репозиторія (що зберігається безпосередньо в цільовій СУБД) і інтерфейси Vantage Team Builder є відкритою, що дозволяє інтеграцію з будь-якими іншими засобами.

Vantage Team Builder можна використовувати в конфігурації "клієнт-сервер", при цьому база проектних даних може розташовуватися на сервері, а робочі місця розробників можуть бути клієнтами [296].

Uniface 6.1 є середовищем розробки великомасштабних додатків в архітектурі "клієнт-сервер" і має таку компонентну архітектуру:

- Application Objects Repository (репозиторій об'єктів додатків) містить метадані, що автоматично використовуються рештою компонентів упродовж життєвого циклу ІС;
- Application Model Manager підтримує прикладні моделі (E-R моделі);
- Rapid Application Builder – засіб швидкого створення екранних форм і звітів на базі об'єктів прикладної моделі;
- Developer Services (служби розробника);
- Deployment Manager (управління розповсюдженням додатків) – засоби, що дозволяють підготувати створений додаток для розповсюдження, встановлювати і супроводжувати його;
- Personal Series (персональні засоби) – використовуються для створення складних запитів і звітів у графічній формі (Personal Query і Personal Access – PQ/PA), а також для перенесення даних у такі системи, як WinWord і Excel;
- Distributed Computing Manager – засіб інтеграції з менеджерами транзакцій Tuxedo, Encina, CICS, OSF DCE.

Середовище функціонування Uniface – основні UNIX-платформи і MS Windows [297].

Designer 2000 + Developer 2000

CASE-засіб Designer/2000 2.0 фірми ORACLE є інтегрованим CASE-засобом, що забезпечує в сукупності із засобами розробки додатків Developer/2000 підтримку повного ЖЦ ПО для систем, що використовують СУБД ORACLE. Базова методологія Designer/2000 – структурна методологія проектування систем, що повністю охоплює всі етапи життєвого циклу ІС. Відповідно до цієї методології на етапі планування визначаються мета створення системи, пріоритети і обмеження, розробляється системна архітектура і план розробки ПЗ. У процесі аналізу будуються модель інформаційних потреб (діаграма сутність-зв'язок), діаграма функціональної ієрархії (на основі функціональної декомпозиції ПрО), матриця перехресних посилянь і діаграма потоків даних [298].

На етапі проектування розробляється докладна архітектура ІС, проектується схема реляційної БД і програмні модулі, встановлюються

перехресні посилання між компонентами ІС для аналізу їх взаємного впливу і контролю за змінами.

На етапі реалізації створюється БД, будуються прикладні системи, проводиться їх тестування, перевірка якості і відповідності вимогам користувачів. Створюється системна документація, матеріали для навчання і керівництва користувачів. На етапах експлуатації та супроводу аналізуються продуктивність і цілісність системи, виконується підтримка і, за потреби, модифікація ІС. Designer/2000 забезпечує графічний інтерфейс при розробці різних моделей (діаграм) Про. У процесі побудови моделей інформація про них заноситься в репозиторій. Репозиторій Designer/2000 є сховищем усіх проектних даних, забезпечуючи паралельне оновлення інформації декількома розробниками. Фізичне середовище зберігання репозиторія – база даних ORACLE. Генерація додатків виконується також для Visual Basic.

Середовище функціонування Designer/2000 і Developer/2000 – Windows 3.x, Windows 95, Windows NT.

Локальні засоби (ERwin, BPwin, S-Designor, CASE.Аналитик). ERwin – засіб концептуального моделювання БД, що використовує методологію IDEF1X. ERwin реалізує проектування схеми БД, генерацію її опису на мові цільової СУБД (ORACLE, Informix, Ingres, Sybase, DB/2, Microsoft SQL Server, Progress та ін.) і реінжиніринг існуючої БД. ERwin існує в декількох різних конфігураціях, орієнтованих на найпоширеніші засоби розробки додатків 4GL. Версія ERwin/OPEN повністю сумісна із засобами розробки додатків PowerBuilder і SQLWindows і дозволяє експортувати опис спроектованої БД безпосередньо в репозиторій даних засобів. Для ряду засобів розробки додатків (PowerBuilder, SQLWindows, Delphi, Visual Basic) виконується генерація форм і прототипів додатків. Мережна версія Erwin ModelMart забезпечує узгоджене проектування БД і додатків у рамках робочої групи. BPwin – засіб функціонального моделювання, що реалізує методологію IDEF0.

S-Designer 4.2 є CASE-засобом для проектування реляційних баз даних. За своїми функціональними можливостями і вартістю він близький до CASE-засобу ERwin, відрізняючись зовні нотацією діаграм. S-Designor реалізує стандартну методологію моделювання даних і генерує опис БД для таких СУБД, як ORACLE, Informix, Ingres, Sybase, DB/2, Microsoft SQL Server та ін. Для існуючих систем забезпечується реінжиніринг БД.

S-Designer сумісний з низкою засобів розробки додатків (PowerBuilder, Uniface, TeamWindows та ін.) і дозволяє експортувати опис БД в репозиторій даних засобів. Для PowerBuilder виконується також пряма генерація шаблонів додатків.

Об'єктно-орієнтований CASE-засіб Rational Rose – CASE-засіб фірми Rational Software Corporation (США) – призначений для автоматизації етапів аналізу і проектування ПО, а також для генерації кодів на різних мовах і випуску проектної документації. Rational Rose використовує синтез-методологію об'єктно-орієнтованого аналізу і проектування, засновану на підходах трьох провідних фахівців у цій галузі: Booch, Rumbaugh, Jacobson. Розроблена ними універсальна

нотація для моделювання об'єктів (**UML – Unified Modeling Language**) претендує на роль стандарту в галузі об'єктно-орієнтованого аналізу і проектування. Конкретний варіант Rational Rose визначається мовою, на якій генеруються коди програм (C++, Smalltalk, PowerBuilder, Ada, SQLWindows і ObjectPro). Основний варіант – Rational Rose/C++ – дозволяє розробляти проектну документацію у вигляді діаграм і специфікацій, а також генерувати програмні коди на C++. Крім того, Rational Rose містить засоби реінжинірингу програм, що забезпечують повторне використання програмних компонент у нових проектах [299].

В основі роботи Rational Rose лежить побудова різного роду діаграм і специфікацій, що визначають логічну й фізичну структури моделі, її статичні і динамічні аспекти. До їх числа входять діаграми класів, станів, сценаріїв, модулів, процесів. У складі Rational Rose можна виділити 6 основних структурних компонентів: репозиторій, графічний інтерфейс користувача, засоби перегляду проекту (browser), засоби контролю проекту, засоби збору статистики і генератор документів. До них додаються генератор кодів (індивідуальний для кожної мови) і аналізатор для C++, який забезпечує реінжиніринг – відновлення моделі проекту за початковими текстами програм.

Репозиторій є об'єктно-орієнтованою базою даних. Засоби перегляду забезпечують "навігацію" за проектом, у тому числі переміщення за ієрархіями класів і підсистем, перемикання від одного виду діаграм до іншого і т. д. [203, 274].

У результаті розробки проекту за допомогою CASE-засобу Rational Rose формуються такі документи:

- діаграми класів;
- діаграми станів;
- діаграми сценаріїв;
- діаграми модулів;
- діаграми процесів;
- специфікації класів, об'єктів, атрибутів і операцій;
- заготовки текстів програм;
- модель програмної системи, що розробляється.

Тексти програм є заготовками для подальшої роботи програмістів. Вони формуються в робочому каталозі у вигляді файлів типів *.h* (заголовки, описи класів) і *.cpp* (заготовки програм для методів). Система включає в програмні файли власні коментарі, які починаються з послідовності символів. Склад інформації, що включається в програмні файли, визначається або за умовчанням, або за розсудом користувача. Надалі ці початкові тексти розвиваються програмістами в повноцінні програми.

Rational Rose інтегрується із засобом PVCS для організації групової роботи й управління проектом та із засобом SoDA – для документування проектів. Інтеграція Rational Rose і SoDA забезпечується засобами SoDA.

Найефективніше групова робота організовується при інтеграції Rational Rose із спеціальними засобами управління конфігурацією і контролю версій (PVCS). У цьому разі захист від модифікації встановлюється на всі керовані

підмоделі, окрім тих, які виділені конкретному розробнику. У цьому випадку ознака захисту від запису встановлюється для файлів, які містять підмоделі, тому при прочитуванні інших "підмоделей" захист їх від модифікації зберігається і випадкові дії виявляються неможливими.

Проведений огляд та аналіз сучасних CASE-засобів свідчить, що найбільшого поширення набув пакет Rational Rose, який має значні переваги при моделюванні семантичних баз даних [300].

6.4. Реалізація бази даних та програмного *SN-агента* підтримки мережі понять для синтезу тестів

Для побудови семантичної бази даних у роботі використано об'єктно-орієнтовану мову моделювання UML. Семантична база даних представлена нами у вигляді UML-діаграм. Основні типи UML-діаграм, використовувані в проектуванні баз даних, наведені в табл. 6.6 [301].

Для виокремлення класів, субкласів, їх властивостей та зв'язків між ними була побудована UML-діаграма класів предметної області "Економічний ризик" (рис. 6.3).

Логічна модель проекту бази даних розробляється на основі діаграми класів, оскільки в ній містяться сутності, атрибути і асоціації, які потрібні для опису структури бази. Крім того, по діаграмах класів можна встановити спосіб розподілу даних в пам'яті [201, 302]. За логічним проектом розробники баз даних можуть визначити з урахуванням цілей користувачів і розподілити між ними всі дані, до яких звертатиметься користувач. Такий підхід кращий, ніж тільки формування абстрактних таблиць баз даних [303].

Логічна концептуальна модель бази даних представлена на рис. 6.3.

Таким чином, представлення бази даних UML-діаграмами забезпечить побудову програмних засобів через створення програмного коду в середовищі CASE-засобу – пакет Rational Rose.

Вибір СУБД для проектування бази даних. Об'єктно-реляційна СУБД PostgreSQL створена в межах проекту Postgres. Основний критерій, що лежить в основі архітектури MySQL – функціональність. Об'єктно-реляційна модель вводить абстрактні типи даних для визначення даних довільної структури і поведінки. Завдяки спадкоємності користувач може проектувати власні типи даних з властивою тільки їм функціональністю, що дозволяє перекласти частину роботи з клієнта на сервер. Завдяки агрегатним функціям, операторам, створюваним користувачем, вбудованим мовам програмування (SQL, PL/pgSQL, PL/Tcl, PL/Perl), наявності тригерів, правил і збережених процедур PostgreSQL у змозі вирішувати широке коло задач.

Berkeley Database (BerkeleyDB) – вбудована СУБД, яку можна використовувати в додатках, які потребують високопродуктивного механізму зберігання і пошуку пар "ключ-значення", які підтримують одночасний доступ користувачів. BerkeleyDB зародилася як нова реалізація методу доступу hash, запропонованого замість hsearch і різних варіантів dbm.

Описи UML-діаграм

Діаграма	Опис
Прецедентів	Діаграма прецедентів – це модель передбачуваних функцій системи і середовища, в якому відбувається виконання бізнес-процесів. Ця модель служить угодою замовника і розробника ІТ-систем
Взаємодій	Діаграми взаємодій є діаграмами послідовностей або діаграми, на яких відображена взаємодія між об'єктами системи. Інформація, представлена на цих діаграмах, використовується для аналізу запитів до баз даних і створення необхідних індексів
Видів діяльності	Діаграми видів діяльності відображають послідовність виконання деякого процесу. З їх допомогою можна описати певний вид діяльності або бізнес-процес на високому рівні
Станів	Діаграми станів описують динамічну поведінку системи або її об'єктів
Класів	Діаграми класів – це логічні моделі, що відображають базову структуру системи
Бази даних	Діаграма бази даних описує структуру бази даних, включаючи таблиці, стовпці, обмеження і т. ін.
Компонентів	На діаграмах компонентів відображається фізичне розміщення бази даних, зокрема СУБД, розділи бази даних, а також застосування та інтерфейси, використовувані для доступу до бази даних
Розгортання	На діаграмах розгортання відображається апаратна конфігурація, на якій розташовані застосування і бази даних

Максимальний розмір бази даних, підтримуваний BerkeleyDB, складає 256 ТБ. Оскільки BerkeleyDB використовує як основне сховище БД файлову систему ОС, вона повинна підтримувати роботу з файлами великих розмірів. BerkeleyDB – компактна СУБД: двійкові файли повного комплекту, у тому числі всіх методів доступу, механізмів відновлення і транзакцій, займають у стандартній архітектурі всього близько 200 Кб. Однією з її особливостей є те, що для завершення транзакцій використовується система протоколювання з попередженням. Вона ж надає системі відновлення інформацію, необхідну для захисту від втрати або пошкодження даних у разі збою [63].

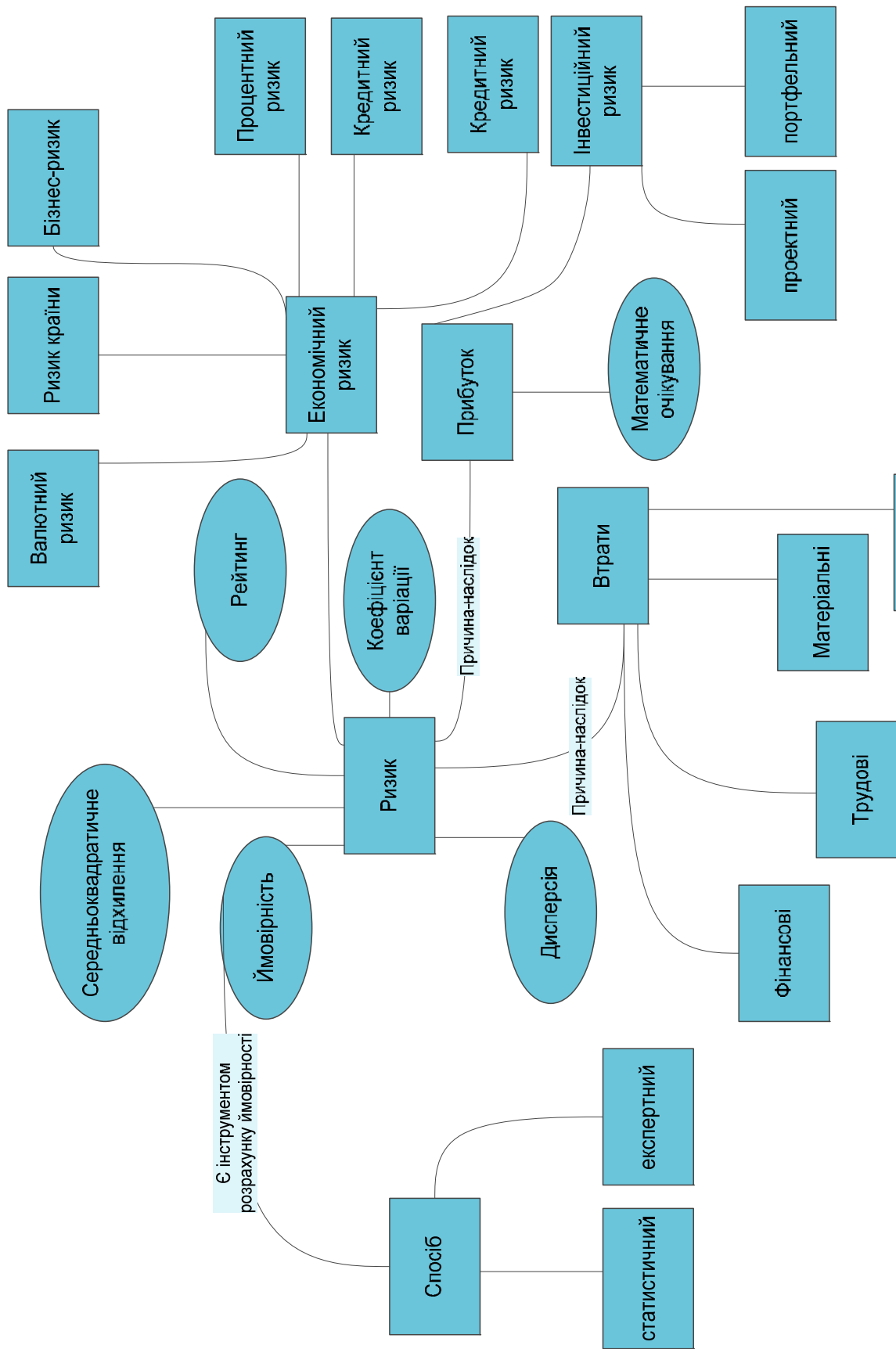


Рис 6.3. Концептуальна модель семантичної бази даних «економічний ризик»

Архітектура СУБД **Cache** істотно відрізняється від класичних реляційних систем. Самою компанією вона позиціонується як "недорога постріляційна СУБД, що поєднує об'єкти, SQL і технології роботи з багатовимірними масивами". Апаратні вимоги для систем, побудованих на базі Cache, у два-чотири рази, а іноді й на порядок нижче, ніж для аналогічних за масштабом СУБД світового класу. Ще одна перевага – низька загальна вартість підтримки. Відомі системи, що підтримують до 1,5 тис. користувачів одним сервером Cache. Банківські рішення розраховані на сотні користувачів і підтримку сотень гігабайтів даних, а разом з цим реально й успішно використовувані невеликі системи для декількох користувачів, наприклад для аптек [304]. **Oracle** працює на багатьох платформах і в різних операційних системах.

У 1999 р. вийшла версія 8i (Oracle 8.1.5) з вбудованою мовою Java. 2001 року вийшла версія 9i. За словами розробників, було зроблено понад 400 змін порівняно з попередньою версією. Характерні зміни – "інтелектуалізація" автоматизованих систем і розширення можливостей для аналітики. Oracle є засобом для масштабних проектів.

Програмний продукт **Lotus Approach** дозволяє кожному ефективно управляти своєю інформацією. Користувач може практично відразу приступати до складання звітів за корпоративними даними, аналізувати продажі, виставляти рахунки і тримати під контролем перспективи розвитку, замовників і постачальників. Lotus Approach названа базою даних з кращим поєднанням технічної потужності і практичної корисності. Для роботи з нею не потрібні ніякі навички програмування. Навіть ті, хто вперше приступає до роботи з Lotus Approach, можуть швидко одержати корисні практичні результати. Динамічні перехресні мітки і графіки допомагають ухвалювати більш обґрунтовані рішення. Унікальна архітектура забезпечує швидке і безпосереднє сполучення з базами даних практично будь-якого формату.

Вбудовані зв'язки дозволяють передавати й зберігати дані через Інтернет без вивчення мови HTML. Нові можливості програмування приводять до того, що найпростіша у використанні база даних стає і найзручнішою для програмування [305].

Paradox є складовою частиною Corel Office Professional. До основних можливостей Paradox належать:

- маніпуляції даними;
- створення форм, звітів і додатків;
- візуальна побудова запитів;
- публікація даних і звітів в Internet і створення Web-клієнтів;
- Corel Web-сервер;
- ODBC-драйвер для доступу до даних формату Paradox з Windows-додатків;
- засіб для доступу до даних формату Paradox з Java-додатків.

Популярність цього продукту як засобу розробки останнім часом дещо знизилася, хоча в світі експлуатується ще чимало інформаційних систем, створених з його допомогою.

Microsoft Access 2007 нині є однією з найпопулярніших серед настільних програмних систем управління базами даних. Серед причин такої популярності слід зазначити:

- високий ступінь універсальності і продуманості інтерфейсу, який розрахований на роботу з користувачами різної кваліфікації. Зокрема, реалізована система управління об'єктами бази даних, дозволяючи гнучко і оперативно переходити з режиму конструювання в режим їх безпосередньої експлуатації;
- глибоко розвинуті можливості інтеграції з іншими програмними продуктами, що входять до складу Microsoft Office, а також з будь-якими програмними продуктами, що підтримують технологію OLE;
- багатий набір візуальних засобів розробки.

Важливим засобом, що полегшує роботу з Access для користувачів-початківців, є "майстри" – спеціальні програмні надбудови, призначені для створення об'єктів бази даних у режимі діалогу. Для досвідчених і просунутих користувачів існують можливості більш гнучкого управління ресурсами та можливостями об'єктів СУБД в режимі Конструктора.

Специфічною особливістю СУБД Access є те, що вся інформація, що відноситься до однієї бази даних, зберігається в одному файлі. Такий файл має розширення *.mdb. Дане рішення, як правило, зручне для непрофесійних користувачів, оскільки забезпечує простоту при перенесенні даних з одного робочого місця на інше. Внутрішня організація даних у рамках mdb-формату мінялася від версії до версії, але фірма Microsoft підтримувала їх сумісність від низу до верху, тобто бази даних з файлів у форматі ранніх версій Access можуть бути конвертованими у формат пізніших версій [306].

Створення програмного продукту можна описати бізнес-процесом, який наведений на рис. 6.4. Оскільки завданням даної роботи є розробка прототипу компонентів архітектури ГІС для підтвердження наукових гіпотез, скористаємося задачами розробки, які відносяться до етапу "Construction and Control", тобто "Розробка і управління".

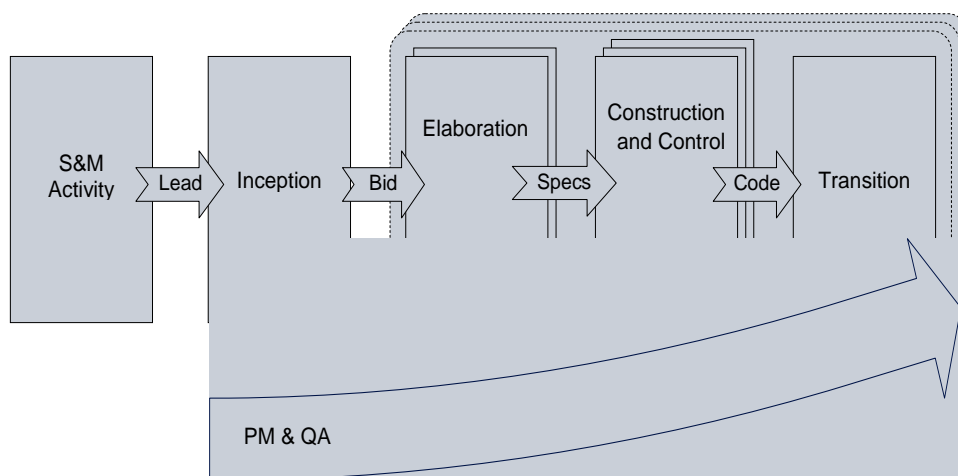


Рис. 6.4. Бізнес-процес створення програмного продукту

Програмну реалізацію виконаємо шляхом здійснення таких задач:

1. Розробка оболонки програми.
2. Проектування баз даних.
3. Розробка кінцевого програмного засобу.
4. Уточнення технічних та програмних вимог.
5. Визначення даних для інструкції користувачів.

Для проектування БД була обрана СУБД Microsoft Access 2007. Використовуючи макроси або модулі для автоматизації рішення задач, можна створювати орієнтовані на користувача додатки такими ж потужними, як і додатки, написані безпосередньо на мовах програмування. Програмуючи на мові VBA, можна створювати такі програми, як сама система Access. Можливості СУБД Microsoft Access 2007 наведені, наприклад, в [307].

В Access повною мірою реалізовано управління реляційними базами даних. Система підтримує первинні і зовнішні ключі та забезпечує цілісність даних на рівні ядра (що запобігає несумісним операціям оновлення або видалення даних). Крім того, таблиці в Access забезпечені засобами перевірки допустимості даних, що запобігають некоректному введенню незалежно від того, як він здійснюється, а кожне поле таблиці має свій формат і стандартні описи, що істотно полегшує введення даних. Access підтримує всі необхідні типи полів, у тому числі текстовий, числовий, лічильник, грошовий, дата/час, MEMO, логічний, гіперпосилання і поля об'єктів OLE. Якщо в процесі спеціальної обробки в поля не вносяться значення, система забезпечує повну підтримку пустих значень.

Реляційна обробка даних в Access за рахунок гнучкої архітектури системи здатна задовольнити будь-які потреби. При цьому Access може використовуватися як автономна СУБД в режимі файл-серверу або клієнтського компонента таких продуктів, як SQL Server. Крім того, Access підтримує протокол ODBC (Open Database Connectivity), що дозволяє підключатися до баз даних різних форматів, таких як SQL Server, Oracle, Sybase і навіть DB/2 для великих ЕОМ фірми ІВМ.

Система Access підтримує обробку транзакцій з гарантією їх цілісності. Крім того, передбачений захист на рівні користувача, що дозволяє контролювати доступ до даних окремих користувачів та їх груп [5, 14].

Вікно проектування таблиць реляційної бази даних наведено на рис. 6.5.

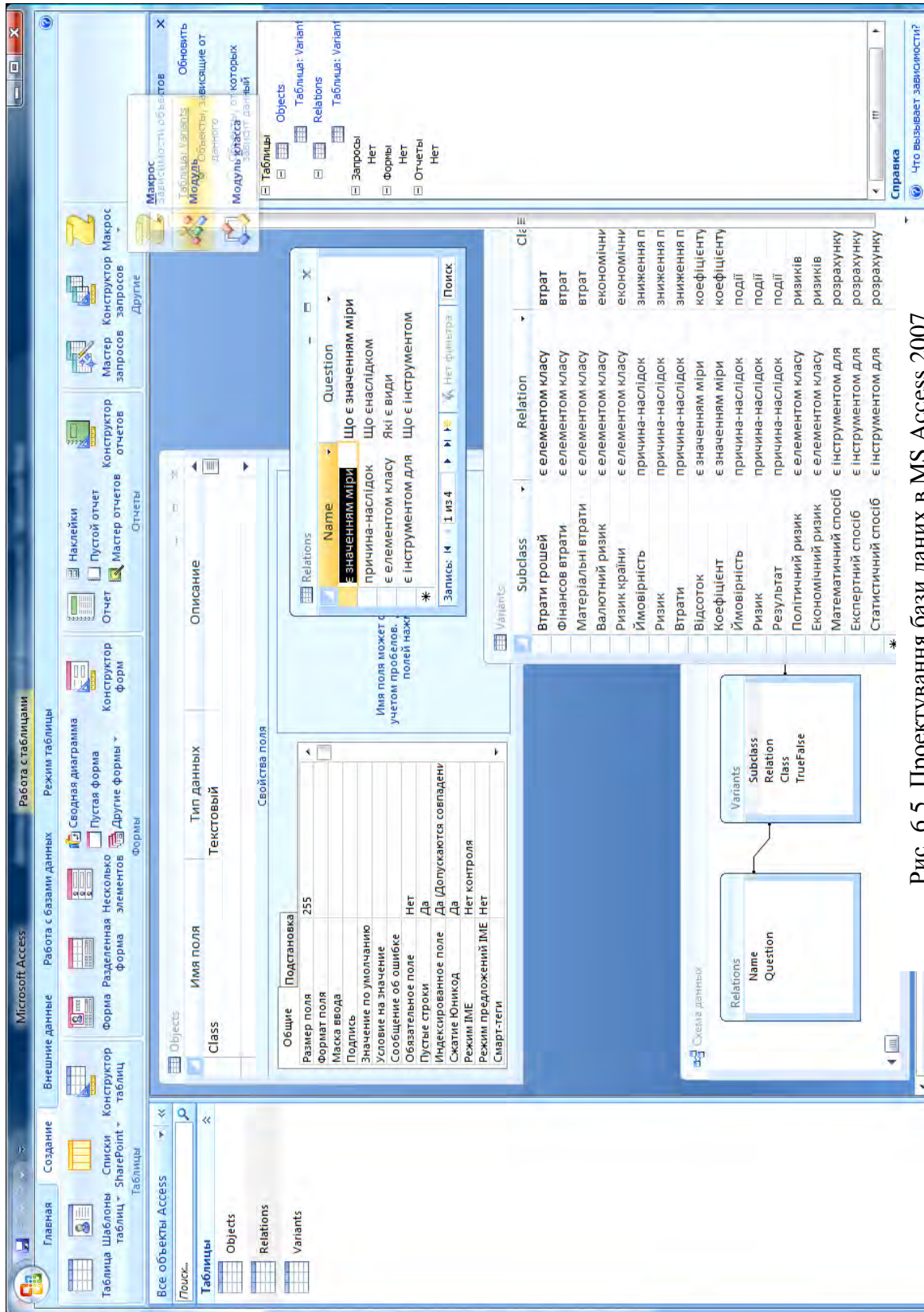


Рис. 6.5. Проекування бази даних в MS Access 2007

Приклад створення таблиці шляхом безпосереднього введення даних наведений на рис. 6.6. У такому режимі створення таблиць Access надає мінімальні можливості редагування структури таблиці, тобто тільки редагування назв полів.

При створенні таблиці в режимі Конструктор немає можливості заповнювати її даними, але з'являється можливість повного редагування структури таблиці. Створення таблиці в режимі конструктора на прикладі таблиці "tbl_VARIANTS" наведено на рис. 6.7.

Нижче представлена специфікація структур даних, що використовуються для зберігання даних та роботи програми.

Таблиця tbl_OBJECTS (табл. 6.7) використовується для накопичення та зберігання об'єктів онтології, тобто класів.

Таблиця 6.7

Специфікація таблиці tbl_OBJECTS

№ пор.	Ключ (PK – первинний, FK – зовнішній)	Поле		Формат поля		Опис
		Позначення	Найменування	Тип	Розмір / Формат	
1	PK	Code	Код	Numeric	128	Унікальний код об'єкта
2		Class	Клас	Character	255	Найменування класів

Таблиця tbl_VARIANTS, внутрішня структура якої представлена в табл. 6.8, використовується для зберігання даних про відношення між класами та субкласами, а також про варіанти правильних та неправильних відповідей на запитання.

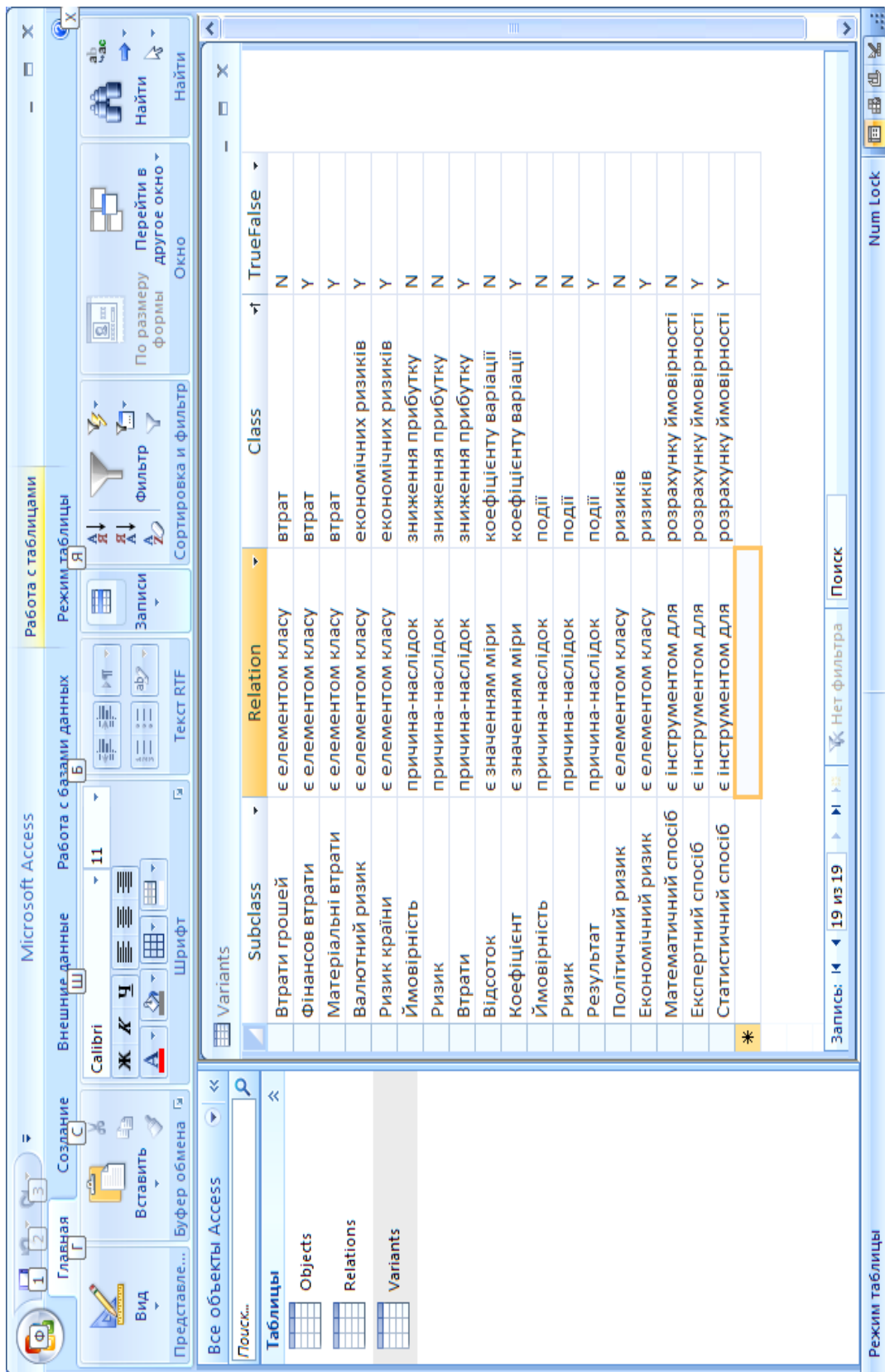


Рис. 6.6. Створення таблиці в режимі ведення даних

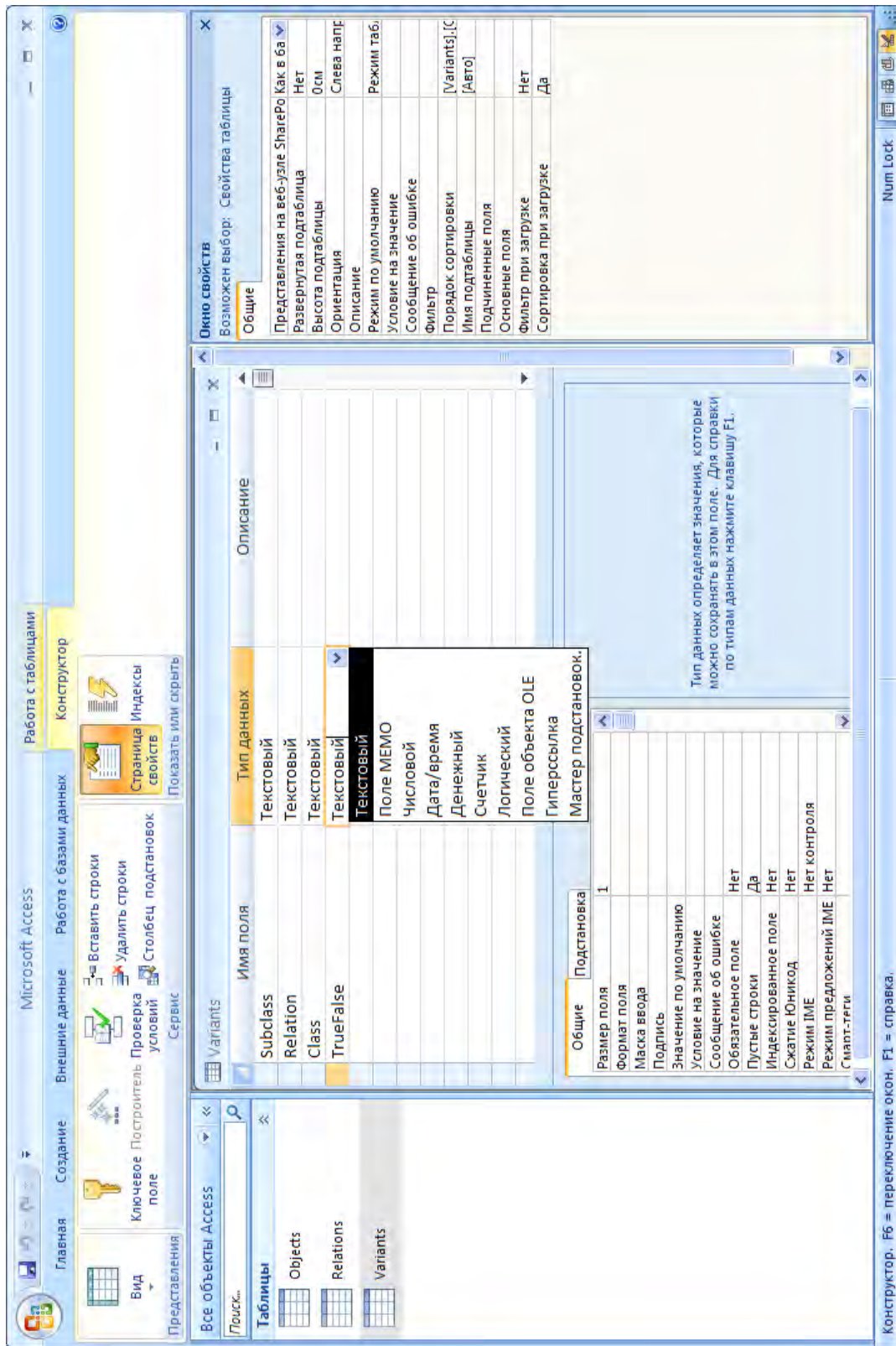


Рис. 6.7. Створення таблиці в режимі Конструктора

Специфікація таблиці tbl_VARIANTS

№ пор.	Ключ (PK – первинний, FK – зовнішній)	Поле		Формат поля		Опис
		Позначення	Найменування	Тип	Розмір / Формат	
1	PK	Code	Код	Numeric	128	Унікальний код відношення
2	FK	Subclass	Підклас	Character	255	Найменування підкласів
3	FK	Relation	Відношення	Character	255	Найменування відношень
4	FK	Class	Клас	Character	255	Найменування класів
5		TrueFalse	Істинний/ хибний	Logical	1	Ознака твердження істинний/ хибний

Таблиця tbl_RELATIONS (табл. 6.9) служить у системі для зберігання та накопичення інформації про існуючі в програмі відношення між об'єктами.

Таблиця 6.9

Специфікація таблиці tbl_RELATIONS

№ пор.	Ключ (PK – первинний, FK – зовнішній)	Поле		Формат поля		Опис
		Позначення	Найменування	Тип	Розмір / Формат	
1	PK	Code	Код	Numeric	128	Унікальний код підкласу
2	PK	Name	Назва	Character	255	Найменування відношень
3	FK	Question	Запитання	Character	255	Запитання, пов'язане з відношенням

Усі таблиці, потрібні для роботи програми, пов'язані між собою за допомогою зв'язків в єдину базу даних (рис. 6.8). База даних має формат Microsoft Access 2007.

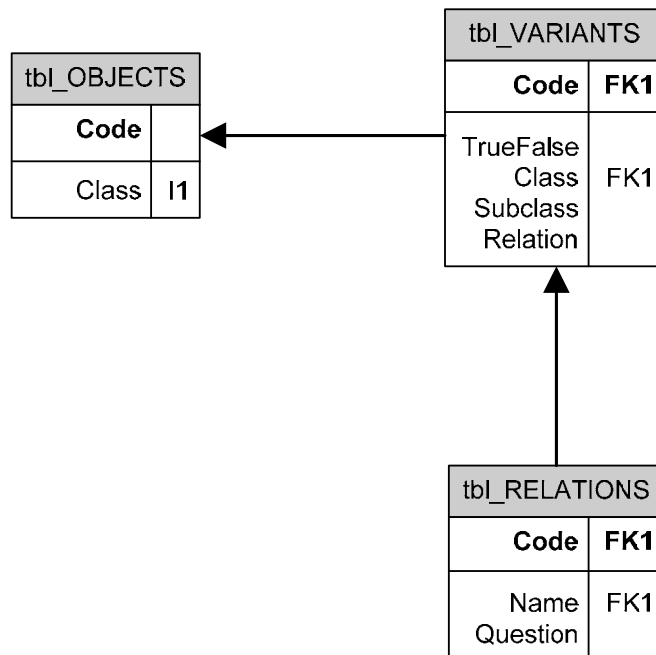


Рис. 6.8. Схема бази даних

Відповідно до методики побудови онтологій нами розроблені словники для предметної сфери "Економічний ризик та методи його вимірювання" з визначеннями понять цієї області. На основі словника побудований граф семантичної мережі [i], фрагмент якої наведено на рис. 6.9.

Програмний модуль формування бази даних означень понять проектується

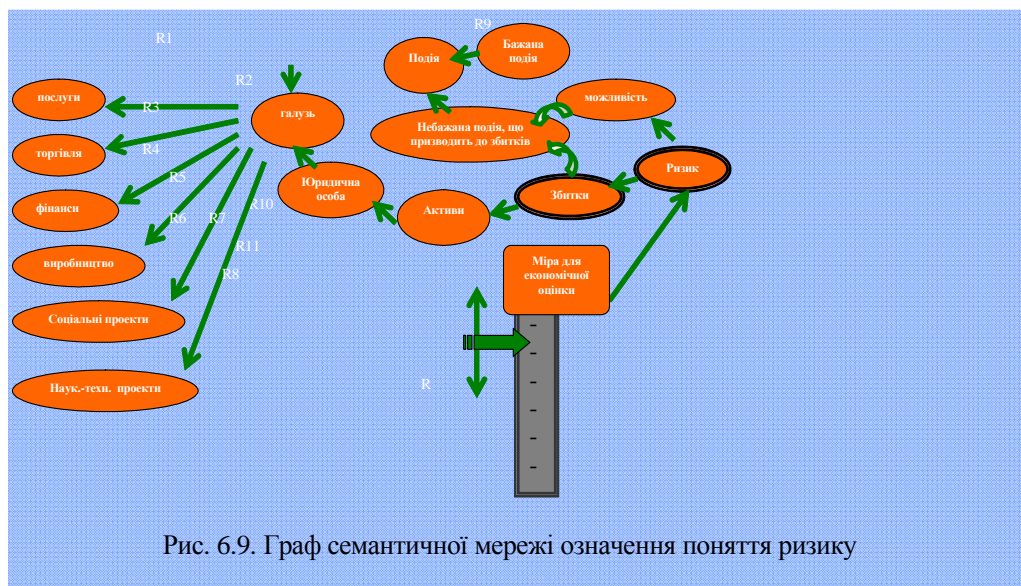


Рис. 6.9. Граф семантичної мережі означення поняття ризику

як діалоговий процес на основі моделей розділу 2. Вихідними даними проектування є таблиця з описом повідомлень, якими обмінюються інтелектуальні партнери, тобто послідовність питань-відповідей (в межах кроків діалогу).

Діаграма класів означення поняття ризику в нотації UML наведена на рис. 6.10

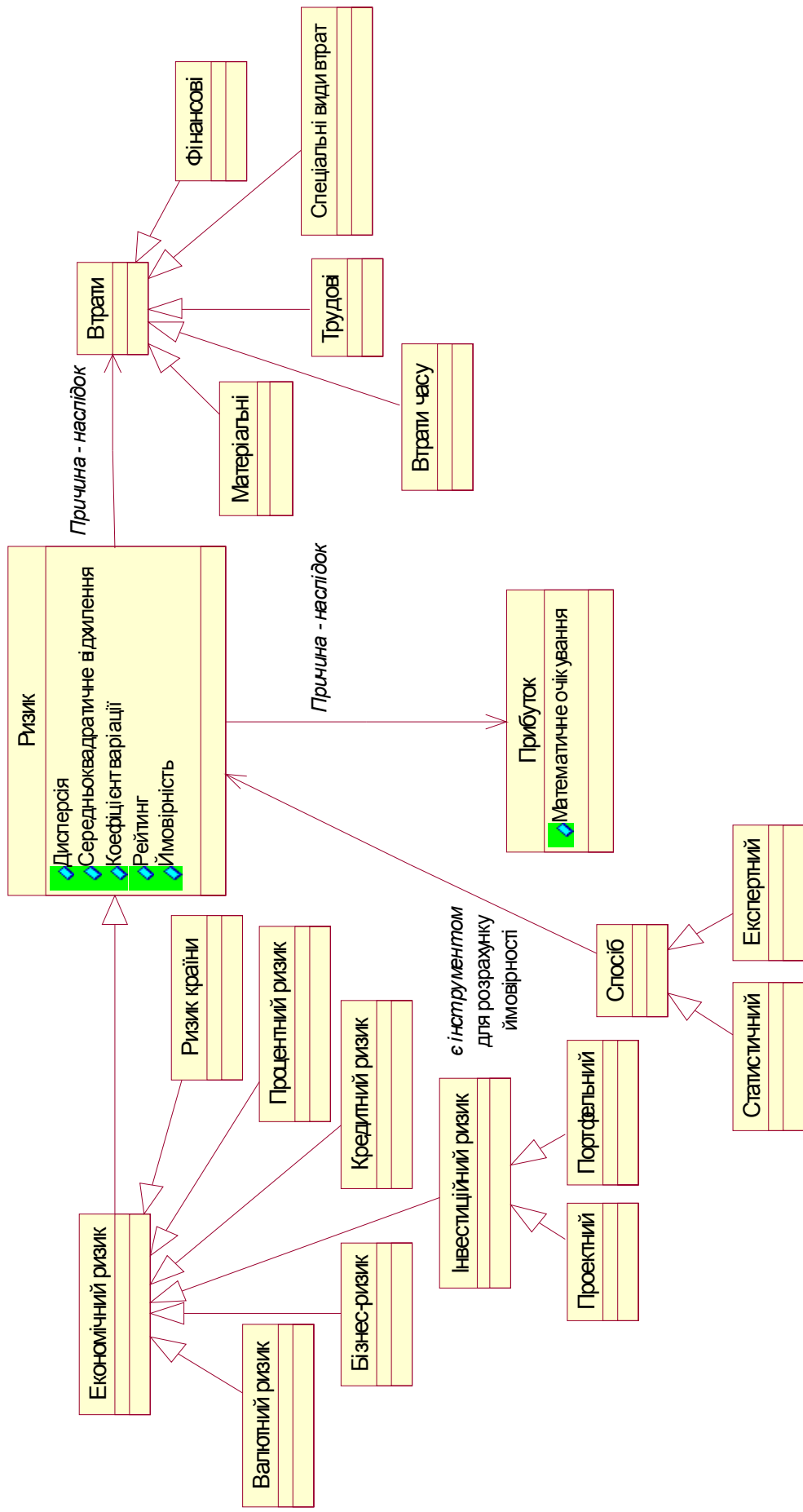


Рис. 6.10. Діаграма класів для означення економічного ризику в нотатції UML

6.5. Створення програмних агентів синтезу тестів для моніторингу рівня знань

Вибір мови програмування. **C++** була створена 1972 року (Керніганом і Рітчі). Вона створювалась як мова для розробки операційної системи UNIX. **C** часто називають "Assembler", маючи на увазі, що вона дозволяє працювати з даними практично так само ефективно, як на Assembler, надаючи при цьому структуровані управляючі конструкції та абстракції високого рівня (структури і масиви). Саме з цим пов'язана його величезна популярність і понині. Однак компілятор **C** дуже слабо контролює типи, тому дуже легко написати зовні абсолютно правильну, але логічно помилкову програму.

1995 року в корпорації Sun Microsystems Кеном Арнольдом і Джеймсом Гослінгом була створена мова Java. Вона успадкувала синтаксис **C** і **C++** і була позбавлена деяких неприємних рис. Відмітною особливістю мови є компіляція в код деякої абстрактної машини, для якої потім пишеться емулятор (Java Virtual Machine) для реальних систем. Крім того, в Java немає покажчиків і множинного спадкоємництва, що значно підвищує надійність програмування [309, 310].

Perl створювалася в допомогу системному адміністратору операційної системи UNIX для обробки різного роду текстів і виділення потрібної інформації. Розвинулася до потужного засобу роботи з текстами. Є інтерпретатором, реалізована практично на всіх існуючих платформах.

Застосовується при обробці текстів, а також для динамічної генерації веб-сторінок на веб-серверах. Perl – це мова програмування, добре пристосована для роботи з регулярними виразами. Операційна система UNIX ввела в практику системного програмування сценаріїв на мові командного інтерпретатора shell, який можна розглядати як мову програмованих процесів для управління виконанням програм на комп'ютері. Даними, оброблюваними цими сценаріями, були програми і файли, що входять у систему комп'ютера. Як допоміжні засоби для програмування на мові командного інтерпретатора shell були розроблені різноманітні мови для обробки рядових даних.

З часом з'явилися нові версії цієї мови, остання включає можливість об'єктно-орієнтованого програмування. Широке розповсюдження WWW привело до відкриття, що Perl є однією з найбільш відповідних мов для програмування задач інтерактивної взаємодії у Web – задач обробки на сервері інформації, введеної користувачем на web-сторінці [311].

PHP (рекурсивний акронім для "PHP: Hypertext Preprocessor") – це широко поширений Відкритий ресурс – мова скриптів (сценаріїв) загального призначення, яка створена спеціально для Web і яку можна впроваджувати в HTML. PHP відрізняється від інших подібних мов, типу клієнтського JavaScript, тим, що код виконується на сервері.

PHP – це скриптова мова – інтерпретатор для web-серверів. Він був розроблений для підтримки простого і швидкого серверного розширення для розробки web-сторінок. Синтаксис PHP досить простий і схожий на синтаксис Perl з деякими елементами Bourne shell, Javascript і C. Структури управління, підтримувані в PHP, включають прості умови, декілька видів умовних і

безумовних циклів. PHP не підтримує модулів або бібліотек, але він підтримує просте включення файлів (як і C++). PHP є безкоштовним і розповсюджується в початкових кодах, виконується в операційних системах UNIX, Linux і Windows.

Призначений для використання у web, PHP-код природно міститься в HTML- (або XML-) документах. Є декілька методів включення PHP коду, але всі вони використовують однакову структуру коду. Твердження звичайно розділяються крапкою з комою, але кінець включення означає також і кінець твердження. Як і більшість скриптових мов, PHP підтримує структури управління для відділення блоків, це дозволяє дизайнеру web-сторінок застосовувати умовні оператори і цикли до контенту web-сторінки [20].

Delphi – це мова програмування і середовище розробки програмних додатків. Мова програмування Delphi, раніше відома як Object Pascal (Pascal з об'єктно-орієнтованим розширенням). На цей час цей інструментальний засіб вважається неактуальним і не використовується в процесах створення ПЗ.

Visual Basic

Мова програмування Basic була створена 1964 року двома професорами з Dartmouth College – Джоном Кенемі і Томасом Куртцом для навчання студентів навиків програмування. 1975 року, з приходом перших мікрокомп'ютерів, Білл Гейтс і Пол Аллен створили нову версію Basic для перших комп'ютерів "Альтаір" (MITS Altairs). На початку 90-х з'являється операційна система Microsoft Windows з новим графічним інтерфейсом користувача (GUI). Щоб створити просту програму, доводилося писати декілька сторінок коду: створювати меню і вікна, міняти шрифти, очищати пам'ять, "малювати" кнопки і т.д. Проте переваги нового інтерфейсу були настільки незаперечними, що вже третя версія цієї операційної системи стала фактичним стандартом для персонального комп'ютера.

Система програмування, створена розробниками Visual Basic, дозволяла "відсторонитися" від найскладнішої внутрішньої структури Windows і створювати програми з "кубиків", як в дитячому конструкторі. Після включення VBA до складу Microsoft Office Basic починає перетворюватися на один з основних стандартів програмування для Windows [309, 282].

Python – це об'єктно-орієнтована мова програмування, яка є інтерпретатором. За структурою і сферою застосування вона наближена до Perl, проте менш поширена і більш строга та логічна. Є реалізації для більшості існуючих платформ. Python є об'єктно-орієнтованою мовою. Вона проста і містить невелику кількість ключових слів, разом з тим дуже гнучка та виразна. Це мова більш високого рівня, ніж Pascal, C++ і C, що досягається, в основному, за рахунок вбудованих високорівневих структур даних (списки, словники).

Безперечною перевагою є те, що інтерпретатор Python реалізований практично на всіх платформах і операційних системах. Першою такою мовою була C, проте її типи даних на різних машинах могли займати різну кількість пам'яті, і це служило деякою перешкодою при написанні програми. Python же такого недоліку не має.

Наступна важлива риса – розширюваність мови, цьому надається велике значення і, як пише сам автор, мова була задумана саме як розширювана. Це означає, що є можливість удосконалення мови всіма зацікавленими програмістами.

Інтерпретатор написаний на C, і початковий код доступний для будь-яких маніпуляцій. У разі потреби можна вставити його у свою програму і використати як вбудовану оболонку. Або ж, написавши на C свої доповнення до Python і скомпілювавши програму, отримати "розширений інтерпретатор" з новими можливостями.

Наступна перевага – наявність великої кількості модулів, що забезпечують різні додаткові можливості. Такі модулі пишуться на C і на самому Python і можуть бути розроблені всіма достатньо кваліфікованими програмістами. Можна навести як приклад такі модулі:

Numerical Python – розширені математичні можливості, такі як маніпуляції з цілими векторами і матрицями;

Tkinter – побудова додатків з використанням графічного призначеного для користувача інтерфейсу (GUI) на основі широко поширеного на X-Windows Tk-інтерфейсу.

MySQL був розроблений компанією ТсХ для внутрішніх потреб, які полягали у швидкій обробці дуже великих баз даних. Компанія затверджує, що використовує MySQL з 1996 року на сервері з більш ніж 40 БД, які містять 10000 таблиць, з яких понад 500 мають більше за 7 мільйонів рядків. MySQL є ідеальним рішенням для малих і середніх додатків. Вихідники серверу компілюються на безлічі платформ. Найбільш повно можливості серверу виявляються на UNIX-серверах, де є підтримка високої точності, що дає значний приріст продуктивності.

На даний момент MySQL все ще в стадії розробки, хоча версії 3.22 повністю працездатні. MySQL-сервер є безкоштовним для некомерційного використання. Інакше потрібне придбання ліцензії, вартість якої становить 190 євро. MySQL підтримує мову запитів SQL в стандарті ANSI 92, і окрім цього має безліч розширень до цього стандарту, яких немає в жодній іншій СУБД.

Короткий перелік можливостей MySQL. Підтримується необмежена кількість користувачів, одночасно працюючих з базою даних. Кількість рядків у таблицях може досягати 50 млн. Швидке виконання команд. Можливо, MySQL найшвидший сервер з існуючих. Проста й ефективна система безпеки. MySQL дійсно дуже швидкий сервер, але для досягнення цього розробникам довелося пожертвувати деякими вимогами до реляційних СУБД. У MySQL відсутні: підтримка вкладених запитів, типу `SELECT * FROM table1 WHERE id IN (SELECT id FROM table2)`. Затверджується, що така можливість буде у версії 3.23.

До недоліків слід віднести: не реалізована підтримка транзакцій, але можна використовувати `LOCK/UNLOCK TABLE`. Немає підтримки зовнішніх (foreign) ключів. Немає підтримки тригерів і збережених процедур. Немає підтримки представлень (VIEW), хоча у версії 3.23 планується можливість їх створення.

Розробка мови **Java** почалася 1991 року. Група програмістів (Green Team) з компанії Sun Microsystems під керівництвом Джеймса Гослінга займалася розробкою мови для використання в цифрових побутових пристроях (Oak). Улітку 1992 року була створена робоча версія, але група випередила свій час,

оскільки в той момент промисловість ще не була готова до використання цієї мови.

1993 року з'явився web-браузер Mosaic, що привело до розповсюдження Інтернету, який вийшов із стін академічних лабораторій, по всьому світові. Програмісти з групи Green Team зразу ж усвідомили, яку роль може зіграти створена ними мова для розширення можливостей web-браузерів. За допомогою браузера Mosaic, в якому використовувалися адреси URL для навігації в мережі, код HTML для відображення web-сторінок, користувач міг відшукувати потрібні йому сторінки і завантажувати інформацію з віддалених сайтів. Проте залишалися невирішеними три проблеми, які обмежували можливість доступу користувачів до WWW [312].

1. Швидкість передачі на комп'ютер користувача в 1993 році обмежувалася приблизно 33 000 біт/с (зараз вона становить приблизно 50 000 біт/с).

2. Якщо деякий сайт був достатньо популярний, то при одночасному зверненні до нього великої кількості користувачів швидкість його роботи значно зменшувалася.

3. Для передачі по мережі різних типів web-об'єктів (текстового документа, графічного, аудіо- або відеооб'єкта) був потрібен окремий протокол, підтримуваний кожним web-браузером. Новий формат об'єктів міг бути використаний тільки після того, як відповідний протокол був включений у всі браузери.

У мові Java неявним чином присутні покажчики, але відповідний тип даних відсутній. Це означає, що від користувача приховані всі проблеми з фрагментацією пам'яті, посиланнями на неіснуючі об'єкти та інші неприємності, пов'язані з покажчиками. Розподіл пам'яті для покажчиків відбувається неявним чином під час створення об'єктів класу і виконання операції *new*. Для створення програми на мові Java в першу чергу створюється файл *ім'я_файла.java*. Ім'я файла повинне збігатися з ім'ям класу, створюваного в даній програмі. Коли програма написана, викликається компілятор Java. Результатом компіляції є файл з назвою *ім'я_файла.class*, що містить байт-коди. Цей файл можна виконати за допомогою інтерпретатора Java (віртуальна машина Java) [313, 314].

Мова Java має ту ж прозору структуру, що й C++, і при цьому позбавлена недоліків, властивих C. Тим не менш ефективність виконання програм на Java дещо нижча, оскільки структури мови потребують перевірки під час виконання програми. До того ж, оскільки програми на Java інтерпретуються як апплети у віртуальній машині Java, швидкість виконання програм на Java дещо нижча, ніж швидкість виконання програм, написаних на компільованих мовах. Але втрати в швидкості виконання фактично не впливають на результат. Причина в тому, що швидкість передачі інформації по мережі, обробки і відображення інформації на моніторі комп'ютера все одно нижча за швидкість роботи комп'ютера користувача. Тому значна частина часу витрачається на очікування чергової порції інформації від сервера.

Ураховуючи перелічені характеристики мов програмування, для розробки оболонки, а також усієї програми була обрана мова програмування Java, через те що вона має переваги над іншими об'єктно-орієнтованими мовами програмування; одна з них та, що мова Java є відносно легкою в освоєнні.

Програми, написані на Java, є платформи-незалежними, тобто, створюючи програму під конкретну платформу (операційну систему та архітектуру комп'ютера), програмісту не потрібно вносити зміни до програмного коду для забезпечення роботи програми на іншій платформі. Однією з переваг є також наявність широкого вибору безкоштовних середовищ розробки.

Розробка оболонки програми проводилася в інтегрованому середовищі автоматизованої розробки програмного забезпечення NetBeans версії 5.5, що є одним з потужних засобів розробки програмного забезпечення на мові Java (рис. 6.11)



Рис. 6.11. Логотип програми NetBeans IDE 5.5

NetBeans дозволяє значно полегшити працю програмістів завдяки автоматизації таких ділянок роботи над програмою, як:

- компіляція початкового коду;
- створення нових класів, методів та властивостей;
- створення нових компонентів повторного використання NetBeans;
- відлагоджування початкового коду програми;
- рефакторинг коду;
- інтеграція з репозитаріями початкових кодів;
- інтеграція з серверами програмного забезпечення.

Також NetBeans має вбудовані функції підсвічування синтаксису (рис. 6.12).

```

13  /**
14   * Main window of the Anagram Game application.
15   */
16  public class Anagrams extends JFrame {
17
18      public static void main(String[] args) {
19          new Anagrams().setVisible(true);
20      }

```

Рис. 6.12. Функція підсвічування синтаксису NetBeans

Забезпечено показ синтаксичних помилок при введенні тексту програми (рис. 6.13).

```

16  public class Anagrams extends JFrame {
17
18      setVisible(boolean) in java.awt.Component cannot be applied to (java.lang.String)
19      new Anagrams().setVisible("true");
20  }

```

Рис. 6.13. Функція підсвічування синтаксичних помилок при введенні тексту в NetBeans

NetBeans також пропонує різні варіанти закінчення коду при введенні програмістом початкових символів.

Відповідно до архітектури мультиагентної системи спілкування діалогових агентів, запропонованої в розділі 4, створені програмні компоненти такої системи для реалізації синтезу тестів і контролю знань. Нижче наведений перелік класів та імена програм, а в табл. 6.10 – назви агентів, які ці класи реалізують.

- клас QuestionsFrame, який представляє майстер запитань;
- клас DBConnection, головною функцією якого є забезпечення доступу до бази даних та виконання SQL-запитів до неї;
- клас TesterMainFrame, який представляє головне вікно програми;
- клас Tester, – точки входу в програму;
- клас TeacherFrame – головного інтерфейсу для виконання адміністративних функцій над базою даних (додавання, редагування та видалення елементів онтологій);
- клас AddFrame, який є інтерфейсом для введення нових та редагування існуючих елементів онтологій;
- клас ResultatFrame. Цей клас забезпечує підрахунок правильних та неправильних відповідей, а також виведення статистики тестування.

Перелік програм, що реалізують мультиагентну систему моніторингу знань

Назва агента	Назва програми, що реалізує клас (у термінах ООП)	Методи класу
Inference-Agent	QuestionsFrame	Виконує синтез питання
Press-Agent	TesterMainFrame	Головне вікно програми
Plan –Agent та його методи	ResultatFrame Tester	Забезпечує підрахунок правильних та неправильних відповідей, а також виведення статистичних підсумків після закінчення тестування Точка входу в програму
SN-Agent	DBConnection TeacherFrame	Доступ до бази даних та виконання sql-запитів; Виконання адміністративних функцій над базою даних
Infix-Agent	AddFrame	Введення нових та редагування існуючих елементів онтологій

Структура оболонки програми. Оболонка програми складається з кількох фреймів. Перший з них – це головне вікно програми (рис. 6.14). З нього відбувається вхід у режим тестування або в режим адміністрування бази даних.

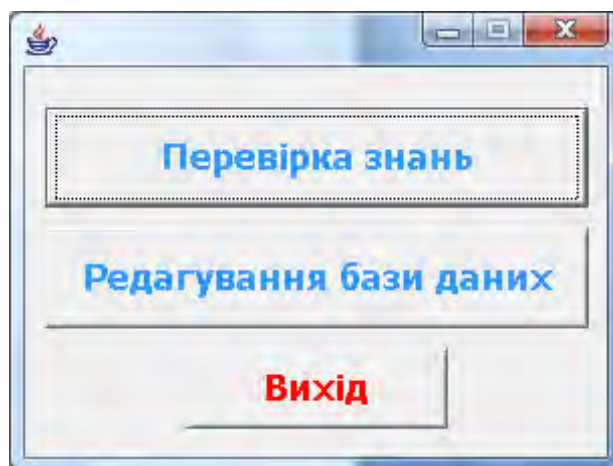


Рис. 6.14. Головне вікно програми

Другий фрейм (рис. 6.15) є оболонкою для адміністрування робочої бази даних. Тут є можливість додавання до бази нових об'єктів і відношень, а також редагування та видалення існуючих.

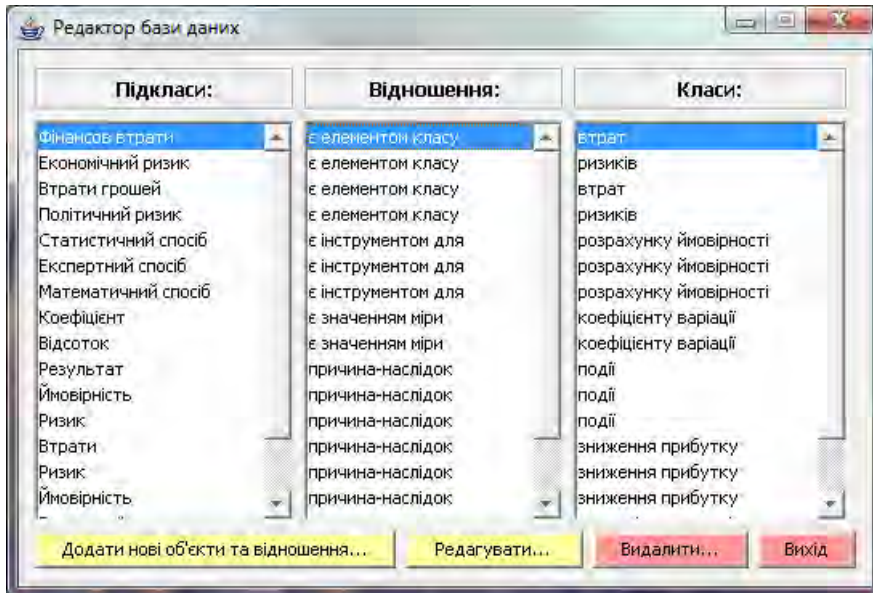


Рис. 6.15. Вікно редагування бази даних

При видаленні запису з бази даних користувачу видається запит, зображений на рис. 6.16.

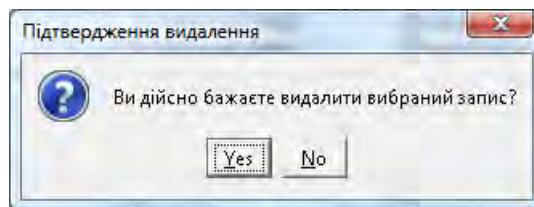


Рис 6.16. Запит на видалення записів з бази даних

Наступний фрейм служить для редагування або додавання до бази даних інформації (рис. 6.17).

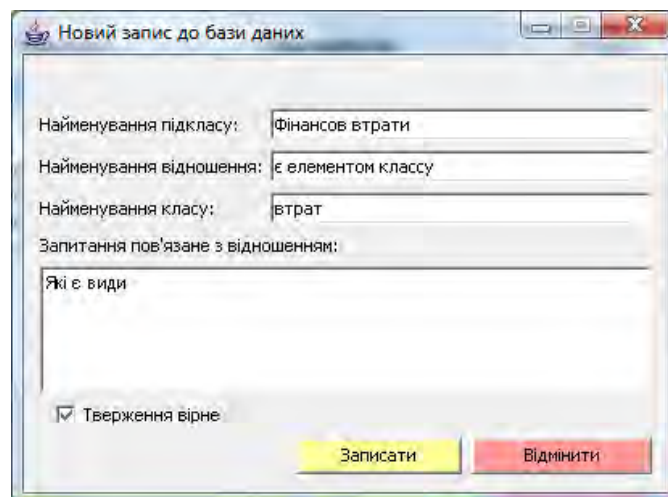


Рис. 6.17. Вікно додавання нового запису до бази даних

Фрейм, представлений на рис. 6.18 пропонує користувачеві відповісти на запитання, сформовані програмою.

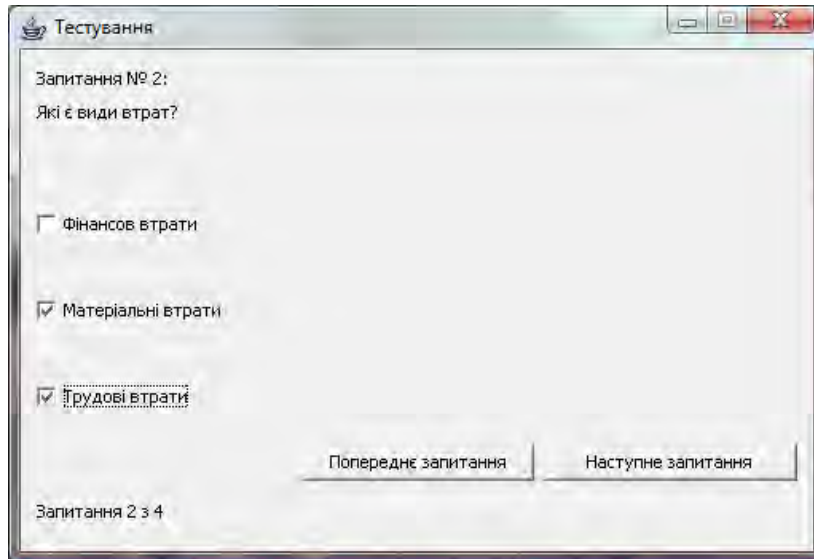


Рис. 6.18. Майстер тестування

І нарешті, останній фрейм виконує підведення підсумків тестування та виведенням статистики по кожному запитанню (рис. 6.19).

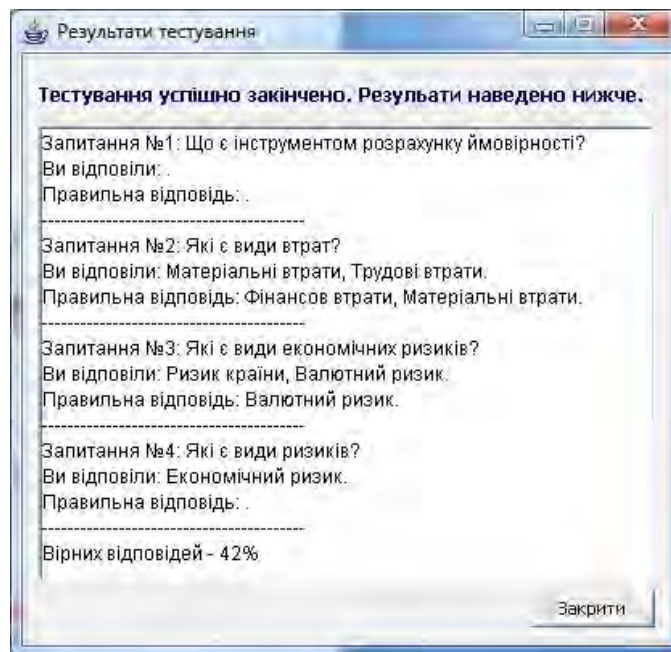


Рис. 6.19. Вікно з результатами тестування

6.6. Програмні агенти СППР для адаптації ГІС з використанням рівня невизначеності даних

У даному підрозділі описаний проект створення програмних компонентів ГІС, призначеної для підтримки прийняття рішень процедур вибору сільськогосподарської техніки. Для доступу до бази даних у мережі ГІС створено сайт AgreNet.

Сучасне аграрне виробництво припускає використання ресурсозберігаючих технологій обробки сільськогосподарських культур. Однак раціональний вибір у цій галузі економіки здійснюється менеджерами в складних умовах. Номенклатура доступної на ринку техніки виросла в десятки разів, істотно розширилися можливості багатоваріантної комплектації енергетичних засобів, знарядь. Одночасно зменшився фінансовий потенціал для реалізації ефективних варіантів і придбання такої складної техніки, якими є зернозбиральні машини. Для вирішення проблем вибору сільськогосподарської техніки з різними цілями цього вибору (придбання, оренда, планування збирання врожаю, виробництво самої техніки) останнім часом в Україні працюють спеціалісти в рамках різних проектів, дослідницьких і державних установ, представництв виробників техніки. Інформація, яку породжують ці суб'єкти предметної сфери "сільськогосподарська техніка", відображається в проспектах і прайсах, у наукових журналах, на сайтах глобальної мережі. Наведемо кілька прикладів.

Загальні запитання використання техніки в галузі АПК та аналіз і тенденції технічного забезпечення викладені в [315] та в [316]. Проблеми технічного обслуговування в АПК розглядаються в [317].

У роботі [318] вирішена задача оцінки якості виконання технологічного процесу (рівень втрат зерна) молотарок зернозбиральних комбайнів різних класів прямого комбайнування.

Автори побудували багатофакторну модель, визначили залежність рівня втрат від характеристик соломотреса та системи сепарації, вологості та солоmistості рослин. Модель представлена у функціональній формі та реалізована на платформі ЕОМ. Результати досліджень можна використати для прийняття рішення при виборі комбайна та прогнозування якості роботи в різних умовах.

У публікації [319] наведений аналіз тенденцій у виробництві комбайнів та пов'язані з цими тенденціями рекомендації щодо їх вибору за технічними і технологічними характеристиками. Прогнозується, що 70% (загальною кількістю 65500 одиниць) комбайнів, які експлуатуються в Україні, найближчим часом (1-2 роки) будуть виведені з експлуатації. Для поповнення парку цих машин вітчизняні комбайни повинні відповідати технічному рівню, який весь час зростає. У тому числі це означає:

- додатковий сепаруючий барабан або роторні робочі органи для грубого вороху;
- двоступінчастий повітряний потік очищення зерна;
- компенсація нахилу при роботі на схилах;
- компенсація рельєфу поля за допомогою датчиків;

- збільшеної місткості бункери;
- двигуни більшої потужності;
- застосування легованих сталей та полімерів.

Відзначається, що одним із перспективних напрямків підвищення ефективності збирання зерна є обмолот лише колосків. Для цього застосовуються так звані хедери, які забезпечують очісування колосків. Екологічні показники такої технології: продуктивність зростає вдвічі, втрати зерна становлять не більш як 1,5%, питомі витрати пального знижуються на 50-60%, частина соломи потрапляє в ґрунт і підвищує його родючість. Інформацію для вибору техніки до конкретної технології збирання зернових можна знайти, наприклад, у [320].

Характеристики та критерії для вибору агротехнічних засобів містяться в публікаціях спеціалістів у галузі АПК .

У роботах [321] та [322] розглядаються можливості зменшення енерговитрат у рослинництві, стверджується, що необхідний перехід до агрофільних технологій і що є два напрями цього переходу: карт-технології, або координатне землеробство, і сенсор-технології. Автори [321] формулюють вимоги до агротехніки з точки зору забезпечення координатного землеробства:

- Можливість автоматичної зміни технологічних параметрів і режимів роботи машини в процесі виконання робочих операцій.
- Гарантоване виконання технологічних процесів із заданою якістю.
- Оснащення машин засобами оперативного інформування стану поля.

Історію та досвід забезпечення агрофільних технологій, у тому числі про збір даних про стан полів, можна знайти в [323]. З публікації [324] випливає, що ці зазначені вище технології забезпечуються системами глобального позиціонування, або Global Positioning System (GPS-технології).

Оцінку зернозбиральних комбайнів за рівнем питомих витрат під час експлуатації можна зробити за даними роботи [325]. У [326] визначені завдання випробувань техніки для АПК, з яких випливає перелік критеріїв для її оцінки. Критерії вибору сільгоспмашин залежно від розміру господарств можна виявити в роботі [327]. У [328] досліджено вплив вибору с.-г. техніки на стан довкілля. Приклад побудови багатофакторної моделі оцінки с.-г. техніки є в [329].

Навіть поверхневий аналіз цієї інформації та інформації з інших джерел свідчить про те, що вона великою мірою неповна і неточна. Для визначення дійсних експлуатаційних параметрів техніки здійснюються її випробування, а інформація про ці випробування публікується [330]. Якщо порівняти дані, які наводяться в табл. 6.11 і запозичені нами з [331], з даними, наприклад, проспекту виробника ("Ростсельмаш"), то для комбайна "Дон-1500" у цьому проспекті значення продуктивності більше в 2,4 раза.

Таким чином, для прийняття рішень у предметній сфері "зернозбиральна техніка" необхідно покращити інформованість спеціалістів, що приймають рішення. Для цього були виконані роботи з інформаційного забезпечення сайту AgreNet на основі результатів досліджень автора з теорії діалогової взаємодії. Призначенням цього сайту є забезпечення інформації на етапах ідентифікації проблеми, породження варіантів, оцінки і порівняння варіантів процесу прийняття рішення в рамках діяльності агентів групової СППР.

Результати порівняльних випробувань зернозбиральних комбайнів

Технічні характеристики	Од. вим.	Кейс 2366	Клас 218 Мега	Массей Фергюсон MF34	Снісей 1200	Нива СК-5	Дон-1500	Дон 1200
Потужність	к. с.	240	240	200	140	140	220	160
Урожайність	ц/га	23,75	23,50	22,9	20,0	21,0	22,2	21,5
Продуктивність	га/год	2,7	2,66	2,61	1,7	1,26	2,55	2,30
Продуктивність	т/год	6,33	6,23	5,97	3,44	3,65	5,67	4,96
Подрібнення зерна	%	0,98	0,96	1,17	2,28	9,04	2,74	2,30
Втрати зерна	%	0,51	0,56	0,6	9,2	5,3	2,1	2,30
Засміченість	%	1,05	1,54	1,68	2,9	5,46	1,9	2,82
Витрати пального	л/га	6,9	7,0	7,1	7,8	7,9	9,3	9,2
	л/т	2,9	3,0	3,1	3,8	3,8	4,19	4,28

Інформаційна частина сайту AgreNet має інтерфейс, побудований для підтримки діалогу з користувачами. Сторінки, що інтерпретуються браузером, мають посилання на власне базу даних, яка створена в середовищі MySQL.

Створення бази даних зернозбиральної техніки. Першим етапом побудови бази даних є вибір моделі даних. Частково модель представлення даних диктується інструментальними засобами, і тому в даному випадку це реляційна модель. Для забезпечення діяльності *Plan-Agent* модель бази даних повинна містити деякі метазнання для побудови сценарію. Для цього потрібно знати основні властивості об'єктів бази даних, які визначають як атрибути реляційної бази, так і лінгвістичні змінні (табл. 6.12)

Таблиця 6.12

Технічні характеристики зернозбиральних комбайнів

№	Назва	Міра, од. вим.	Примітка
1	Продуктивність	т/га	
2	Продуктивність	т/год	
3	Ремонтпридатність	Достатня/недостатня/середня	
4	Річне навантаження	год/рік	
5	Універсальність	Кількість культур	
6	Завантаженість за сезон	год	

7	Рівень витрат на запчастини і ремонт	у.о.	
8	Втрати зерна	%	
9	Засміченість зерна	%	
10	Витрати пального	л/га	На гектар площі
11	Витрати пального	л/т	На тонну зерна
12	Потужність двигуна	кВт	
13	Потужність двигуна	к. с.	
14	Ширина захвату жатки	м	
15	Об'єм бункера	м ³	
16	Ціна	у. о.	
17	Робоча швидкість	га/год	
18	Річна вартість використання машини [332]	1000 у.о.	

Для наповнення бази даних та підтримки її в актуальному стані відносно змін номенклатури зернозбиральної техніки були використані дані виробників та посередників, які займаються поставками техніки.

Для роботи з базою даних реалізовані прототипи *SN-агента* та *Infix-агента*, тобто програмних компонентів для обслуговування бази даних. Діалог з користувачем виконується як інтерпретація опису Web-сторінки. Але програми доступу до бази даних не можуть бути створені засобами HTML. Для зберігання структурованої інформації потрібні спеціалізовані засоби, тобто СУБД. У даній роботі використана СУБД MySQL. Її вибір зумовлений такими причинами. MySQL є відносно невеликою, але швидкодіючою системою, яка розвиває традиції Hughes Technologies Mini (mSQL). Ця СУБД є оптимальною для малих та середніх застосувань. Тексти програм сервера можна компілювати на будь-яку платформу, найбільш повно можливості сервера реалізуються на UNIX-серверах. У розділі 6.5 наведені характеристики MySQL, додамо до них такі переваги пакета MySQL [333].

- Багатопоточність. Підтримка кількох одночасних запитів.
- Оптимізація зв'язків з приєднанням багатьох даних за один "прохід".
- Підтримка записів фіксованої та змінної довжини.
- Гнучка система привілеїв і паролів захисту даних.
- Підтримка до 16 ключів у реляційній таблиці. Кожен ключ може мати до 15 полів.
- Інтерфейс з мовами програмування C++ та Perl.
- Підтримується будь-яка кількість користувачів, які одночасно працюють з базою даних.
- MySQL один з найбільш швидкодіючих серверів.

Для забезпечення виклику бази даних MySQL з тексту HTML потрібний ще один програмний засіб. У даній роботі не розглядаються проблеми вибору зв'язку HTML-сторінки з базами даних. Ці проблеми можна вирішити за даними [334, 335]. У даній роботі для доступу до СУБД використано можливості мови Perl (Practical Extraction and Report Language). Perl не залежить від платформи, підтримує структуровані програмні конструкції завдяки еволюції в середовищі UNIX, має багато вбудованих можливостей, розповсюджується безплатно. Perl також може виконувати роль зв'язкового з сервером бази даних і функціонувати як „Frontend-програма”.

Така програма спрощує доступ до сервера бази даних прикладних програм, вона обробляє запит до бази даних, формує на цій основі свій запит з параметрами, які необхідні для доступу до даних на сервері. Для доступу до баз даних існують спеціальні версії мови Perl.

SN-агент та *Infix-агент* були створені шляхом написання виконуваних модулів обслуговування баз даних мовою Perl – так званих CGI (Common Gateway Interface) модулів. Вони забезпечують для Web-вузлів інтерактивну роботу з клієнтськими програмами, які в нашому випадку представляє браузер. CGI-програма (або її називають CGI-скриптом) читає і обробляє зміст HTML-форм, встановлює зв'язок з базою даних, посилає їй запит, обробляє результат запиту, формує на цій основі новий HTML-документ, а потім відправляє його програмі користувача. На рис. 6.20 – 6.22 наведені екранні форми результатів роботи програмних агентів ГІС для вибору комбайнів на сайті AgreeNet, а на рис. 6.23 – схема зв'язків агентів.

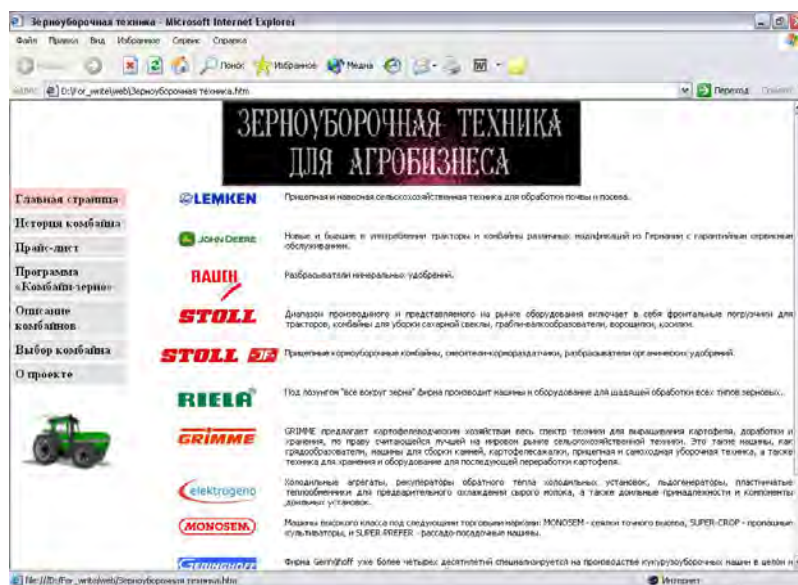


Рис. 6.20. Екранна форма головної сторінки СППР вибору комбайнів

Мощность двигателя л.с.	300-500
Емкость топливного бака л.	600-1000
Объем бункера, м ³	8-12
Длина, мм	7000-8000
Ширина, мм	2000-4000
Высота, мм	2000-3000
Вес, кг	7000-9000
Производительность, т/ч	6-10
<input type="button" value="Поиск"/>	

Рис. 6.21. Екранна форма для вводу критеріїв вибору комбайнів



Рис. 6.22. Экранна форма результату пошуку в базі даних

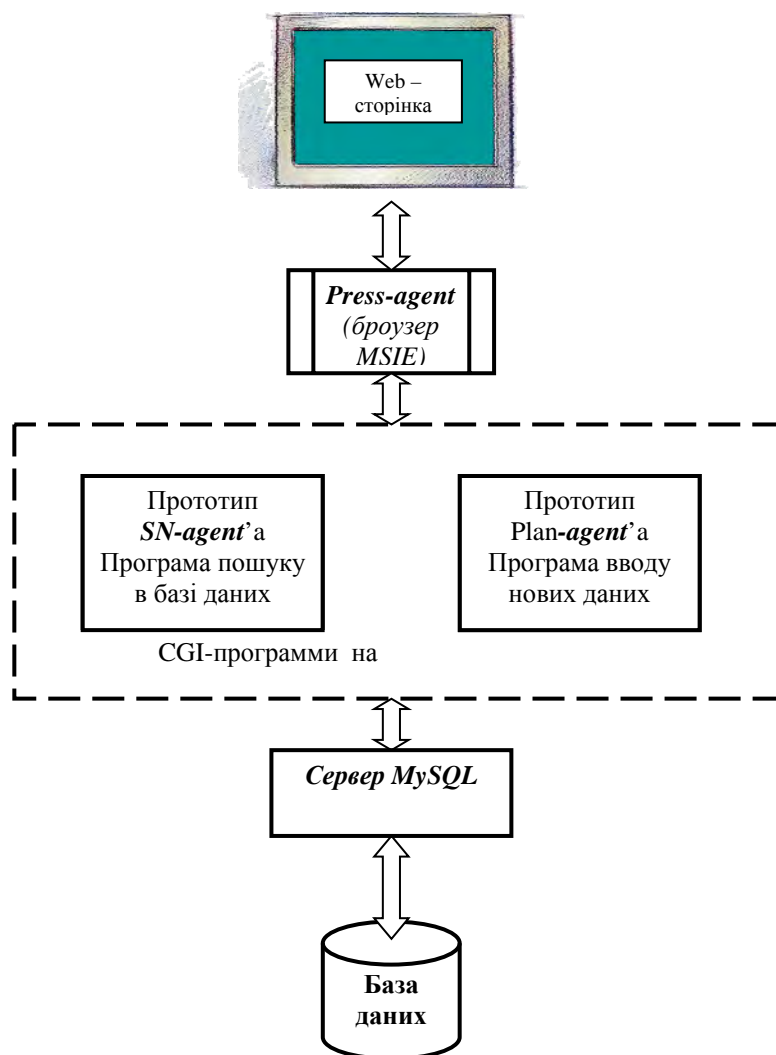


Рис. 6.23. Зв'язки програмних агентів для СППР вибору комбайнів

6.7. Моніторинг стану користувача в ГІС за його просодичними ознаками

Припустимо, що в складі ГІС є програмний компонент, який має сенсори, що "знаходяться" в інтелектуальній і психологічній сферах людини. Вони забезпечують інформацію про такі складові когнітивного рівня слухача:

- початковий рівень знань;
- рівень знань слухача у будь-який момент часу;
- психофізичний стан;
- рівень мотивації навчання.

Для вимірювання рівня психофізичного стану використовують:

- тест диференційованої самооцінки психічного стану;
- колірний тест Люшера [336];
- методику оцінки тривожності особи за Спілбергером [337];
- оцінку сумарного відхилення від аутогенної норми С.

Вище зазначалось, що потрібно обрати діагностичні ознаки для оцінки деякої величини з метою моніторингу стану системи. Існує залежність між можливостями людини сприймати і засвоювати інформацію та характеристиками модальних значень людського голосу. Цю залежність використовуємо для оцінки (вимірювання) когнітивного стану під час навчання, тобто як діагностичні ознаки.

Дослідження в галузі фонетики визначили параметри мови, які дозволяють робити висновки про психофізичний стан людини: тональні, динамічні й темпоральні [338, 339, 99, 340]. До тональних параметрів можна віднести тембр, тип ядерного тону, тип шкали на аудиторському рівні; частоту основного тону (далі ЧОТ), вимірювану в герцах, норма якої для чоловічого голосу становить від 80 до 230 Гц, для жіночого – від 80 до 500 Гц, а також частоту падіння ЧОТ на акустичному рівні. Серед таких параметрів можна особливо виділити тональний компонент. Його визначає крутизна падіння частоти основного тону разом з інтервалом. Тональний компонент свідчить також про рівень емоційності мови. Висока частота основного тону є показником значного емоційного забарвлення. До динамічних характеристик відносять діапазон, гучність на аудиторському рівні та інтенсивність на акустичному. Темп мови, середньоскладова тривалість, тривалість внутрішньо- і зовнішньосинтагматичних пауз (вони залежать від стомленості індивіда під час діяльності, наприклад навчання) відносять до темпоральних характеристик. Гучність вимови свідчить про психофізичний стан людини, так само як і рівень інтенсивності вислову, який визначається як швидкість тональних змін частоти основного тону (ЧОТ) в ядерних частинах синтагми.

Розглянемо модель поведінки тьютора під час навчання. У рамках цієї роботи комунікаційна модель взаємодії тьютора та учня є реалізацією сценаріїв, які знаходяться в спеціальній Базі Даних Сценаріїв (БДС). Подібний сценарій вміщує послідовності повідомлень для передавання знань учневі в процесі навчання. Припустимо, що ці сценарії розробляються фахівцем-викладачем і що ця процедура здійснюється до початку процесу навчання. Для тестування

респондента БДС містить спеціальні сценарії перевірки знань і визначення когнітивного стану.

Методика фонетичного аналізу. Матеріалом для проведення експериментально-фонетичного дослідження були аудіозаписи, зроблені за допомогою носіїв мови. Дикторам було запропоновано прочитати той самий текст двічі: вранці й увечері, тобто до початку робочого дня і після нього. Таким чином передбачалося виявити відмінності в звучанні повідомлень англійською мовою втомленої та не втомленої людини. У процедурі запису взяли участь чотири носії мови віком від 22 до 37 років, місце народження і проживання – Сполучені Штати Америки, освіта – незакінчена вища і вища.

У ході роботи проведено фонетичне дослідження, мета якого – виявити відмінності в мовних характеристиках аудиторів – носіїв язика – упродовж пізнавальної діяльності.

Для визначення інтонаційних засобів, що виражають утому, використовується комплексний підхід до аналізу текстів, що включає аудиторський та інтонографічний аналіз експериментального матеріалу, математико-статистичну обробку одержаних даних і їх лінгвістичну інтерпретацію.

Для подальшого розуміння акустичних ознак на основі методики проведеного експериментально-фонетичного дослідження утворено просодичні портрети дикторів.

Таблиця 6.13

Просодичні портрети дикторів

Варіювання основних просодичних ознак	Диктор 1	Диктор 2	Диктор 3	Диктор 4
Діапазон у півтонах				
вузький	3-4	3-4	3-4	2-4
звужений	5-7	5-7	5-7	5-7
середній	8-12	8-12	8-12	8-12
розширений	13-15	13-15	13-15	13-15
широкий	16-18	16-18	16-18	16-18
Висотнотональний рівень, Гц				
екстранизький	50-85	70-109	60-100	56-90
низький	86-121	110-149	101-139	91-120
середній	122-157	150-189	140-171	121-154
високий	158-193	190-229	172-210	155-190
екстрависокий	194-230	230-270	211-250	191-230
Швидкість тональних змін ЧОТ, Гц/мс				
мала	0,09-0,19	0,09-0,19	0,09-0,19	0,09-0,19
середня	0,2-0,54	0,2-0,47	0,2-0,5	0,2-0,52
велика	0,55-0,62	0,48-0,85	0,5-0,80	0,52-0,75
максимальна	0,63	0,86	0,81	0,76
Середньоскладова тривалість, мс				

мінімальна	113-160	116-150	106-159	115-140
мала	161-208	151-185	160-212	141-219
середня	209-256	186-247	213-299	220-282
велика	257-289	248-299	300-380	283-359
максимальна	290-305	300-310	381-390	360-380
Темп мови, складів/хв				
повільний	205-215	194-220	191-213	190-215
сповільнений	216-255	221-258	214-245	216-250
помірний	256-288	259-322	246-310	250-296
прискорений	289-389	323-402	311-394	296-387
швидкий	390-475	403-482	395-470	388-493

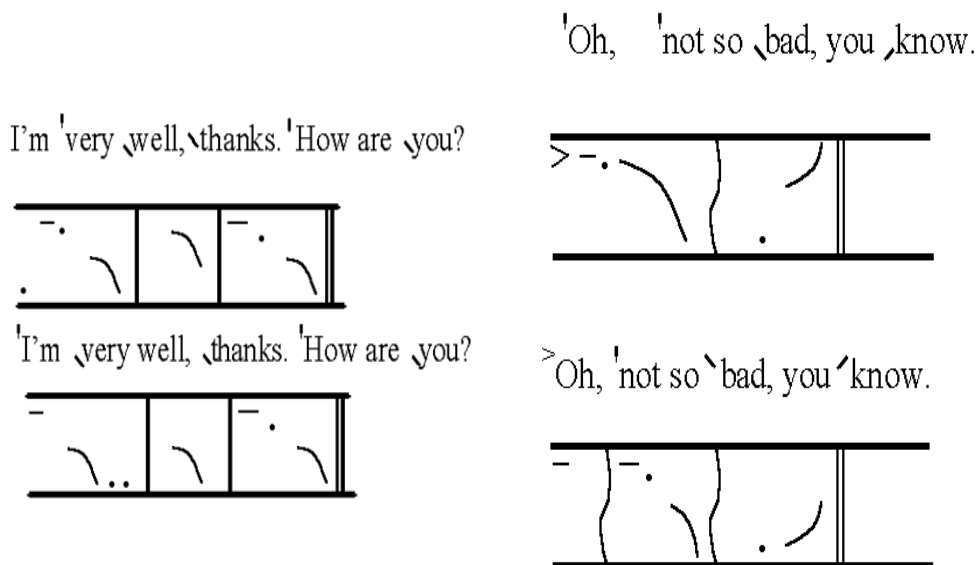
Результати аудіоаналізу. Аудиторський аналіз забезпечив дослідження і виявлення відмінності двох варіантів прочитання одного й того ж тексту. Окремо розглядаються тональні, динамічні й темпоральні характеристики мовлення. У розділі тональних характеристик на перший план виходять зміни в типах шкал і ядерних тонів, динамічні характеристики розглядаються через гучність і фразовий наголос, темпоральні характеристики відзначені варіаціями в областях темпу і тривалості пауз.

Зміни тональних характеристик користувача.

Вище ми описали найбільш значущі тональні характеристики спонтанної мови. Проте не всі вони релевантні для нашого експерименту.

Так, у процесі дослідження помічені деякі зміни тональних характеристик. На перший план виступає звуження діапазону, у другому варіанті безперечно переважає низьких і середніх низхідних тонів вузького діапазону.

Для ілюстрації наведемо декілька прикладів, що дозволяють прослідити змінні, що цікавлять нас у рамках дослідження (диктор Tim Pollick):



У першому варіанті, як видно з прикладу, діапазон розширений, у середній частині вислову *thanks* ужитий mid-fall, який у другому прикладі змінюється на

low-fall.

У прикладі, наведеному вище, є очевидною варіація діапазонів – звуження в нижньому прикладі порівняно з верхнім: high-fall змінюється на low-fall.

Зміни динамічних характеристик мовлення користувача.

У будь-якому закінченому вислові повинен бути правильно комунікативно оформлений інтонаційний центр – фразовий наголос. Фразовий наголос виділяє дане відзначене слово – його носій – з числа інших, його можна вважати таким, що має інформаційний маркер. Безумовно, не можна не відзначити відмінності між акцентним виділенням і фразовим наголосом [341].

Фразовий наголос – це як сильніше виділення слів в інтонаційній групі. Особливе виділення слів, що акцентуються, досягається більшою силою вислову і змінами тону, супроводжуваними змінами кількості наголошених голосних (у ненаголошеній позиції голосні можуть зазнавати якісних змін).

Відмінності між акцентним виділенням і фразовим наголосом ґрунтуються на тому факті, що в разі фразового наголосу основним перцептивним компонентом є гучність, у випадку з акцентним виділенням – тон [342].

Гучність розуміється як сприйнята сила звуку [343], а також як міра слухового відчуття, викликаного звуком. Гучність залежить від звукового тиску і чутливості вуха, яка неоднакова для звуків різної інтенсивності і частоти [344].

- >Well, it's 'just that we've been 'thinking of 'taking the 'family to the 'South 'this 'summer | and 'at this 'rather 'late stage we're 'trying to 'organize ourselves at a 'suitable hoОшибка! Источник ссылки не найден.tel.
- Ошибка! Источник ссылки не найден.Well, it's 'just that we've been 'thinking of 'taking the 'family to the Ошибка! Источник ссылки не найден.South 'this >summer and at this 'rather Ошибка! Источник ссылки не найден.Ошибка! Источник ссылки не найден.late stage we're 'trying to 'organize ourselves at a 'suitable hoОшибка! Источник ссылки не найден.tel.

Наведені вище два зразки спонтанної мови дикторів наочно ілюструють різну локалізацію фразового наголосу. У першій фразі фрагмент *at this rather* містить два ударні компоненти (*at I rather*), а в другій – лише один – *rather*; у тому ж речерні в першому варіанті *late* має простий наголос, а в другому – емпатичний.

Темпоральні характеристики мови користувача.

Із усієї різноманітності темпоральних характеристик на розгляд і аналіз виносяться темп і паузація. У першому варіанті явно помітне переважання фінальних пауз, які характеризують закінченість і упевненість. Фінальній паузі звичайно передують низхідні тони. Для другого прочитання характерні

гіпотетичні, або нефінальні паузи, які передають незакінченість, невпевненість. Гіпотетичним паузам, як правило, передують висхідні контури. Наявність нефінальних пауз притаманна розмовній мові. Кількість гіпотетичних пауз, як свідчить проведене дослідження, залежить від стомленості диктора.

Для другого варіанта також характерна наявність так званих заповнених пауз, тобто пауз, заповнених комунікативними звуками. Такі паузи свідчать про загальну напруженість. Другий варіант прочитання відрізняється від першого деякою кількістю пауз невпевненості. Хоча текст, озвучуваний дикторами, читався ними з листа, друге прочитання дозволяє знайти паузи невпевненості, тобто паузи, які вказують на невпевненість диктора перед прочитанням складного слова або конструкції. Диктор робив зупинку, щоб подумки прочитати слово або фразу.

Що ж до тривалості пауз, то потрібно відзначити переважання довгих пауз у другому варіанті. Довгі паузи частіше зустрічаються в кінці більш-менш закінченого вислову, фрази або надфразової єдності. У процесі аудиторського аналізу нами була відзначена цікава особливість. Загальний час звучання майже не відрізняється в обох варіантах, але другий у той же час насичений довгими паузами, що свідчить про більш швидке вимовляння синтагм.

Стосовно темпу мови в рамках даної роботи необхідно застосувати розподіл темпу на простий (стабільний) і складний (що змінюється). Даний варіант класифікації розроблений Д. Крісталом. Мінімальним відрізком, на якому реалізується простий темп, є склад. Відповідно до такої класифікації розділяють розтягнуті й затримані склади. У нашому випадку другий варіант рясніє затриманими складами, що значно впливає на зміну простого темпу порівняно з першим варіантом і практично не змінює складного темпу надфразової єдності. Прискорення простого темпу свідчить про вираз нестримуваних емоцій. Розглянемо приклади, які взяті із озвучених текстів:

But I've always taken a tent and done it in the hard way. – But I've always taken a tent | and done it in the hard way.

Oh, it must be nice, but we could never contemplate it with our lot. – Oh, it must be nice, but | we could never contemplate it with our lot.

I'll consult him and call you back. – I'll consult him | and call you back.

Кожна з вищенаведених пар прикладів дозволяє прослідити зміни в мові інформанта. Наявність пауз у других варіантах свідчить про зміну психоемоційного стану диктора. Синтагми у висловах вимовляються в другому варіанті більш уривчасто, так що, незважаючи на паузи, загальний час звучання практично не змінився.

Інтонографічний аналіз проводився за допомогою IBM-сумісного персонального комп'ютера. Для аналізу використовувалося програмне забезпечення Steinberg's WaveLab 2.0, Sound Forge 4.0, Cool Edit Pro 1.20.

Зміни тональних характеристик.

Апаратне і програмне забезпечення дозволило прослідити зміни частоти основного тону, характеру падіння і підйому частоти. Наведений нижче рисунок

показує сучасні можливості обробки акустичних параметрів спонтанної мови. Як видно з рисунка, важливими параметрами є зміни ЧОТ (частота основного тону), які в даному випадку суміщені з тривалістю, що дозволяє всесторонньо охарактеризувати психоемоційний стан користувача.

На рис. 6.24 за допомогою тривимірного аналізу, проведеного з використанням програми Steinberg's Real-Time Sound Processor WaveLab 3.0 вдається прослідити зміни частоти основного тону. Права шкала показує час звучання, на лівій відображена частота основного тону в герцах. На рис. 6.24 показана фраза диктора Кріса Адамса "Hello, Charles, it's Joan, Joan Cook". Диктор перебуває в психоемоційному стані "налаштований" (до спілкування), а на рис. 6.25. – в стані "заклопотаний".

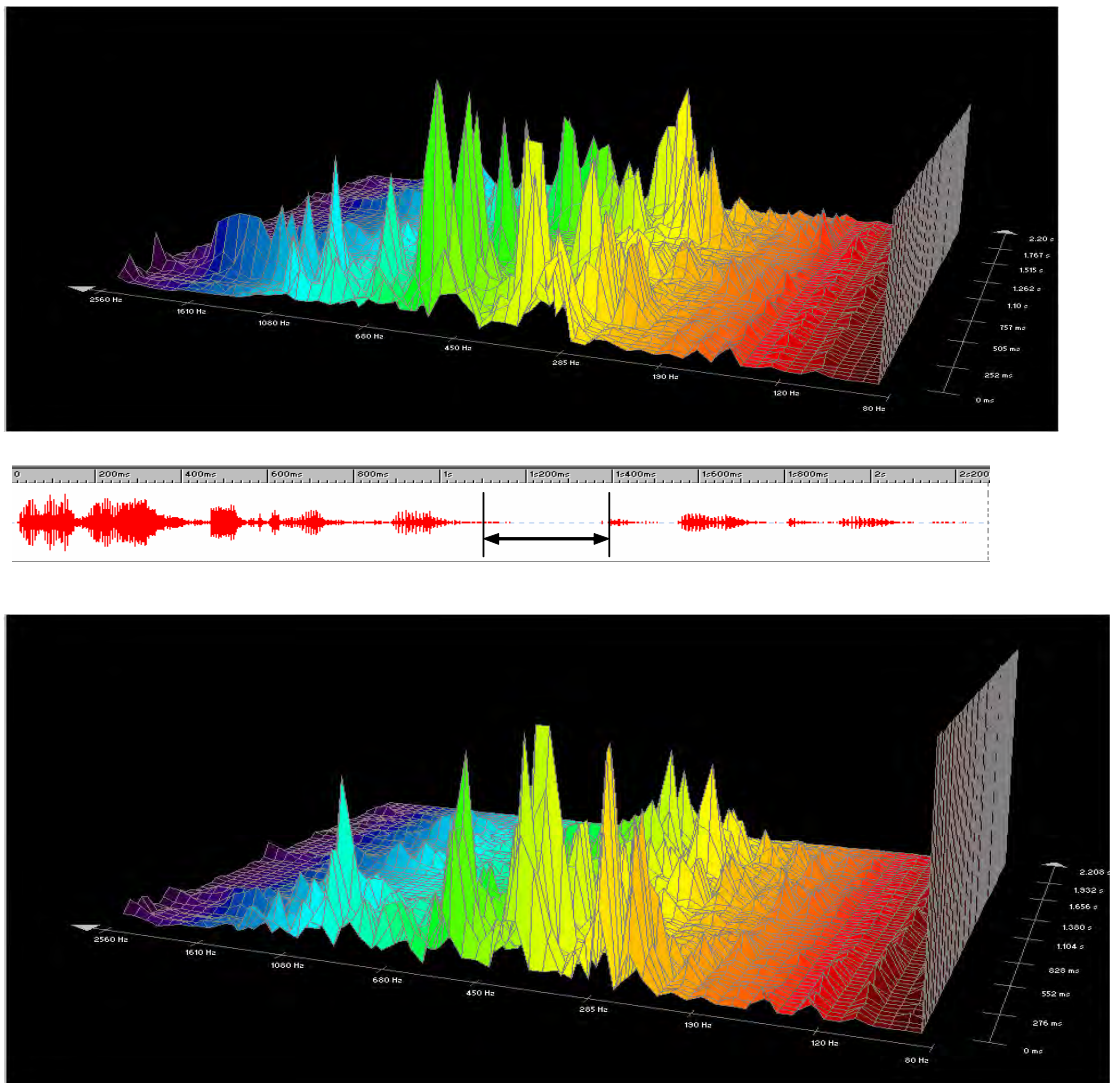


Рис. 6.24. Психоемоційний стан "налаштований"

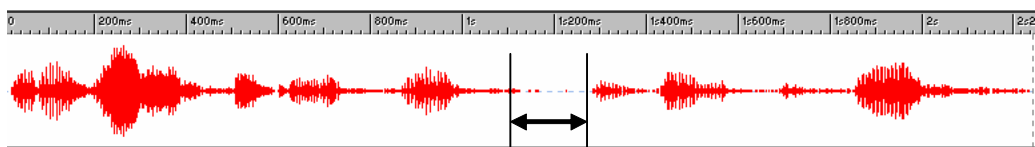
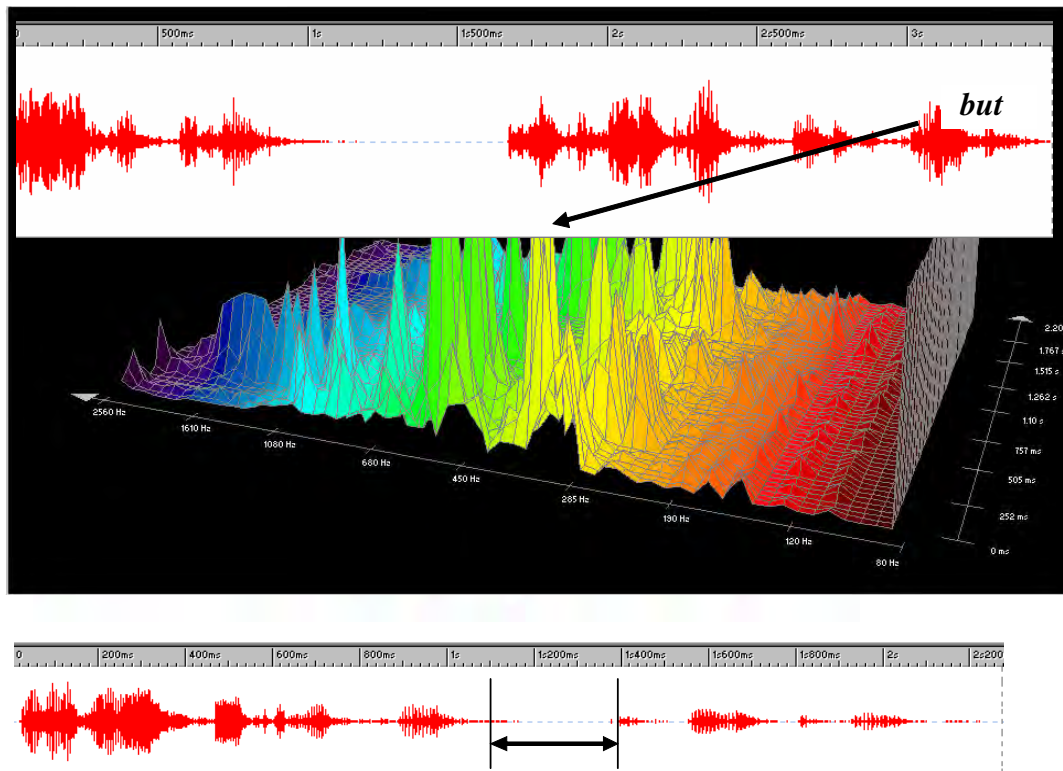


Рис. 6.25. Психоемоційний стан "заклопотаність", "утруднення"



Зміни динамічних характеристик мови користувача.

Дана група релевантна в нашому експериментальному матеріалі, проте існуюча методика, яка потребує подальшої розробки, не дозволяє детально описати гучність на перцептивному рівні. Відзначимо тільки акустичні параметри. Мова не втомленого користувача характеризується високим і середнім рівнем інтенсивності, тоді як в мові утомленого користувача помічений низький і знижений рівень інтенсивності.

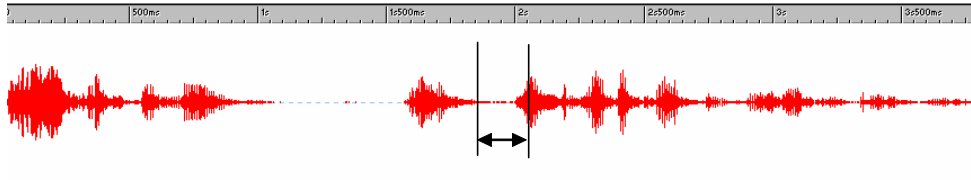
Зміни темпоральних характеристик користувача.

До темпоральних характеристик ми відносимо тривалість, локалізацію пауз і середньоскладову тривалість.

Фраза *But I've always taken a tent and done it in hard way* вимовляється з незначною паузою (103 мс) після *a tent* і в графічному варіанті виглядає таким чином (диктор Тім Поллок):

У другому варіанті спостерігається збільшена пауза, що триває вдвічі більше (206 мс)

Фраза *Oh, it must be nice, but we could never contemplate it with our lot* у першому варіанті звучить взагалі без паузи після *але*, що показано нижче:



Другий же варіант фрази демонструє гіпотетичну або нефінальну паузу *Oh, it must be nice, but /we could never contemplate it with our lot*.

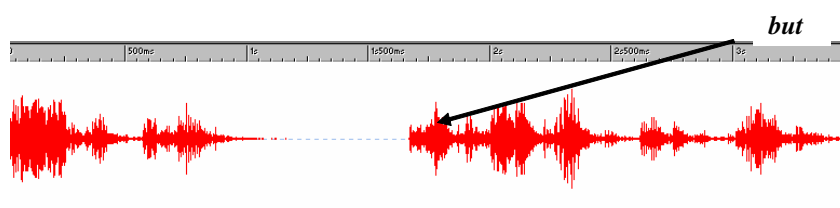
Апаратні засоби і програмне забезпечення дозволили визначити тривалість кожного записаного фрагмента і обчислити середньоскладову тривалість.

Отже, тривалість звучання першого варіанта диктора Кріса Адамса (інформант № 1) складає 1 хв 9 с 951 мс, тривалість звучання другого варіанта – 1 хв 13 с 757 мс; тривалість звучання першого варіанта диктора Еда Броуча (інформант № 2) складає 1 хв 6 с 595 мс, тривалість другого варіанта – 1 хв 10 с 358 мс; тривалість першого варіанта диктора Тіма Полака (інформант № 3) складає 1 хв 14 с 249 мс, тривалість другого варіанта – 1 хв 16 с 649 мс; і, нарешті, тривалість першого варіанта диктора Майкла Заппи (інформант № 4) складає 1 хв 8 с 806 мс.

Загальна кількість складів озвученого тексту кожного варіанта дорівнює 263. Таким чином, можна визначити відмінності в середньоскладовій тривалості в мові кожного з інформантів. У другому варіанті у першого диктора різниця в середньоскладовій тривалості складає +12 складів на хвилину; у другого +14 складів на хвилину; у третього +6 складів на хвилину; у четвертого +28 складів на хвилину. Збільшення середньоскладової тривалості свідчить про варіації темпу мови, змінах у паузації, що, у свою чергу, є безперечною ознакою зміни психоемоційного стану респондента.

Таким чином, у ході фонетичного дослідження виявлено зміни тональних, динамічних і темпоральних характеристик, які супроводжують зміни в психоемоційному стані студента.

Здійснено аналіз озвучених текстів, записаних носіями мови. Ідентичні тексти мають два варіанти прочитання – перший варіант інформанти начитували до робочого дня, другий – після нього. Виявлені відмінності в озвучених текстах



і складають результати експериментально-фонетичного дослідження. В області тональних характеристик на аудиторському рівні були знайдені зміни в типах шкал і діапазоні звучання; на акустичному рівні – в частоті основного тону, крутизні падіння частоти основного тону. Аналіз динамічних характеристик перш за все привертає увагу до зміни в гучності звучання на аудиторському рівні та інтенсивності на аудіорівні. Серед темпоральних характеристик на цьому рівні на перший план виходить паузація, на акустичному рівні – локалізація і тривалість пауз.

Висновки

Програмні засоби, представлені в роботі, побудовані на основі аналізу інформаційних процесів, що відбуваються в середовищі користувачів, оснащених електронними засобами підтримки їх діяльності. Аналіз та моделі, представлені в розділах 1-5, виконані за припущення, що виконавці-професіонали, користувачі входять до складу утворення, побудованого на концептуальній основі так званого "гібридного інтелекту" – сукупності знань, частина з яких належить професіоналам, а інша частина відчужена від них та інших експертів і підтримується програмно-технічними засобами. Представлені моделі управління інформацією в такій системі гібридного інтелекту ґрунтуються на ідеї про те, що базовим методом маніпулювання даними в такій системі є комунікативні засоби діалогової взаємодії. Ініціатор елементарного акту діалогу – активний агент – у межах такого акту реалізує пошук необхідних цьому агентові і відсутніх даних через посередництво агента-партнера.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Фукуяма . Доверие: социальные добродетели и путь к процветанию. – М.: ООО "Издательство АСТ", 2004. – 730 с.
2. Тоффлер Е. Третья волна. – М.: ООО "Фирма Издательство АСТ" 1999. – 784 с.
3. Стрижак О. О. Интеллектуальный капитал як категорія постіндустріального суспільства: основні підходи до визначення суті та змісту // Проблеми науки. – 2004. – № 3. – С. 28-34.
4. Норт Д. Інституція, інституційна зміна та функціонування економіки. – К.: Основи, 2000. – 198 с.
5. Тевено Л. Множественность способов координации: равновесие и рациональность в сложном мире // Вопросы экономики. – 1997. – № 10. – С. 69-84.
6. Фаворо О. Внутренние и внешние рынки // Вопросы экономики. – 1997. – № 10. – С. 90-103.
7. Цылев Р. Метаморфозы индустриальной экономики: проблема экономических измерений // Мировая экономика и международные отношения. – 2001. – № 2. – С. 11-19.
8. Глушков В. М. Введение в АСУ. – К.: Техніка, 1974. – 320 с.
9. Ус М. Ф. Модели коммуникации с машинными знаниями // Проблеми бізнесу: Зб. наук. праць. – Черкаси.: Ін-т управління бізнесом, 1997. – 3-й вип. – С. 91-97.
10. Олексюк О. С. Системи підтримки прийняття фінансових рішень на мікрорівні. – К.: Наук. думка, 1998.
11. Ус М. Ф., Ус Г. О., Гадецька З. М. Агентна модель групової системи підтримки прийняття рішень в економіці // Актуальні проблеми економіки. – 2004. – № 7 (37). – С. 185-191.
12. Литвак Б. Г. Разработка управленческого решения. – М.: Дело, 2000. – 392 с.
13. Андрійчук В., Бауер Л. Менеджмент прийняття рішень і ризик. – К.: КНЕУ, 1998. – 316 с.
14. Лютенс Ф. Организационное поведение: Пер. с англ. 7-го изд. – М.: ИНФРА-М, 1999. – XXVIII. – 692 с.
15. Пойа Д. Как решать задачу. – М.: Учпедгиз, 1959.
16. Глущенко В. В., Глущенко И. И. Разработка управленческого решения. Прогнозирование – планирование. Теория проектирования экспериментов. – Железнодорожный (Моск. обл.): ТОО НПЦ "Крылья", 1997. – 400 с.
17. Herbbert A. Simon Administrativ Behavior. – 2d ed. – Wiley, New York, 1957. – 264 p.
18. Max. H. Bazerman Managerial Decision Making. – 2d ed. – Wiley, New York, 1990.
19. Верлань А. Ф., Чмырь И.А. Фуртат Ю.О. О построении формальной модели вопросно-ответного взаимодействия пользователя с автоматизированной системой. Электронное моделирование. – 2014.– Том 36.– № 1.– С. 41–48.
20. Ус М. Ф., Піскун О. В., Гадецька З. М., Ус Г. О. Поведінкова модель діалогу для систем підтримки прийняття рішень // Зб. наук. пр. Ін-ту проблем моделювання в енергетиці НАН України. – К., 2001. – Вип. 11. – С. 88-93.

-
21. Чмырь И. А., Верлань А. Ф., Ус М. Ф. Когнитивные основы и концептуальный базис диалогового процесса // УСиМ. – 2002. – № 6. – С. 54-60.
 22. Верлань А. Ф., Ус М.Ф. Піскун О.В. Федорчук В.А. Когнитивное управление в интеллектуальных обучающих системах Черкаси, 2002. – 101 с.
 23. Солсо Р. Л. Когнитивная психология. – М.: Тривола, 1996. – 600 с.
 24. Гузь Н. Г. Выбор и регулирование в микроэкономике. – Донецк: Ин-т экономики промышленности, 1997. – 194 с.
 25. Гузь Н. Г. Выбор финансовых решений в условиях инфляции / НАНУ, Ин-т экономики промышленности. – Донецк, 1997. – 24 с.
 26. Гузь Н. Г. Проблемы выбора и регулирования в системах микроэкономике // Экономическая кибернетика: Международ. ж. – 2000. – № 1-2. – С. 64-74.
 27. Шеломов Л. А. Логические методы исследования дискретных моделей выбора. – М.: Наука, 1989. – 287 с.
 28. Айзерман М. А., Алескеров А. Г. Выбор вариантов: основы теории. – М.: Наука, 1990. – 236 с.
 29. Ларичев О. И., Мошкович Е. М. Качественные методы принятия решений. – М.: Наука. Физматлит, 1996.
 30. Верлань А. Ф., Бекмуратов Т.Ф., Сагатов М.В. Интеллектуальные компьютерные репетиторы. Сборник научных статей Международной научно-практической конференции “Актуальные проблемы обеспечения интеграции науки, образования и производства” — Ташкент, 2008. — С.332-334.
 31. Verlan A.F., Chmyr I. Two Models of Question-Answering Dialogue for Intelligent Systems 11 th World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation WCIS-2020, November 26-28, 2020. – Tashkent, Uzbekistan.
 32. Chmyr I. Dialogue of Partners as a Method of Non-Formal Problem Solving. In Maddy D/ Brouwer-Janse and Thomas L. Harrington (eds.) Human-Machine Communication for Education System Design. NATO ASI Series. – Vol. F129. – Berlin: Springer, 1994. – Pp. 221-228.
 33. Ковальчук К. Ф. Интеллектуальная поддержка принятия экономических решений. – Донецк: ИЭП НАНУ, 1996. – 224 с.
 34. Ковальчук К. Ф., Сычев А. Ю. Экспертная система финансовой диагностики металлургического предприятия // Металлург. и горноруд. пром-сть. – 1998. – № 3. – С. 104-107.
 35. Верлань А. Ф., Чмырь И. А. Системы со встроенным интеллектом на базе архитектуры машины диалога. Электронное моделирование, т. 23 N 1, 2001 с. 75-83.
 36. Верлань А. Ф., Чмырь И.А., Ахатов А.Р., Бобомурадов О.Ж. Системы искусственного интеллекта. Методическое пособие. Самарканд: Издательство СамГУ, 2009.– 121 с.
 37. Чмырь И. А., Ус М. Ф. Логические основы построения сценариев экспертных систем управления производством // Всесоюз. конф.: Тез. докл. – Одесса, 1990. – С. 91-93.
 38. Ковальчук К. Ф., Проскуркин О. Е. Принятие коммерческих решений посредником в условиях неопределенности рыночной конъюнктуры на основе

самоорганизации // Вестник Харьков. гос. политех. ун.-та. – Вып. 19: Исследование и оптимизация экономических процессов. – Х.: ХГПУ, 1998. – Ч. 2. – С. 88-92.

39. Верлань А. Ф., Митько Л.А., Олецкий А.В., Фуртат Ю.О. Объектно-ориентированная организация интеллектуальных систем компьютерного моделирования. Материали Першої Міжнародної науково-технічної конференції "Обчислювальний інтелект (ОІ-2011)", 10–13 травня 2011 р., Черкаси, Україна. – С. 23–24.
40. Петрушин В. А. Интеллектуальные обучающие системы: архитектура и методы реализации (обзор) // Техническая кибернетика. – 1993. – № 2. – С. 164 – 189.
41. Verlan A.F., Ous M.F., Furtat Yu.O. Informational stream adaptation to the DSS operator's cognitive style. Международная научная конференция «Коммуникации, информационни технологии и статистика. Актуални проблеми на теория та и практиката», 8-10 октябрия 2010 г. – София, 2011. – Сборник аннотаций. – С. 262-265.
42. Verlan A.F., Furtat Yu.O. Methods for Flexible User Interfaces Adaptation in Complex Automated Systems. Seventh World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation WCIS-2012, November 25-27, 2012. – Tashkent, Uzbekistan, 2012. – Proceedings, Vol. II – P. 47-50.
43. Verlan A.F., Furtat Yu.O., Velev D. Information Display Management in Automated Systems. Материали Міжнародної конференції «International Conference on Application of Information and Communication Technology and Statistics in Economy and Education ICAICTSEE – 2012», October 5-6, 2012. – Sofia, Bulgaria, 2012. – P. 47-53.
44. Verlan A.F., Yusupbekov N.R., Gulyamov Sh.M., Kamzina Yu.V. Cognitive control in intellectual training systems. – Proceedings of the Fourth International Conference on Soft Computing, Computing with Words and Perceptions in System Analysis, Decision and Control. Antalya, Turkey, August 27–28, 2010. – P. 263–273.
45. Галеев И. Х. Организация адаптивного обучения навыкам алгоритмической природы // Программные продукты и системы. – 1989. – № 3. – С. 36 – 45.
46. Верлань А.Ф., Мосенцова Л.В. Организация WEB-приложений для тестирования знаний при дистанционном обучении. Сучасні проблеми математичного моделювання, прогнозування та оптимізації. Зб. наук. праць за матер. Третьої міжнар. наук. конф. – Кам'янець-Подільський: К-ПНУ, 2008. – С. 116–122..
47. Верлань А.Ф., Чмырь И.А. Фуртат Ю.О. О построении формальной модели вопросно-ответного взаимодействия пользователя с автоматизированной системой. Электронное моделирование. – 2014.– Том 36.– № 1.– С. 41–48.
48. Verlan A.F., Stognii B.S., Sopol M.F., Furtat Yu.O. Methods of User Interfaces Flexible Adaptation in Complex Automated Systems. Conference proceedings of the 11th International Conference on Multimedia Information Technology and Applications (MITA-2015) – 30 червня – 2 липня 2015 р. – Республика Узбекистан, Ташкент. – С. 258-260.

-
49. Ляшенко О.І. Адаптивне навчання як ознака сучасних дидактичних систем. // Актуальні проблеми психології: Зб. наук. праць Інституту психології імені Г.С. Костюка НАПН України. Том VIII: Психологічна теорія і технологія навчання. Випуск 10. – 2019. – С. 185-195.
 50. Тесля Ю. М., Мисник Л. Д., Оберемок І. І., Катаєва Є. Ю. Системний підхід до побудови інформаційної технології автоматизованого навчання у вищому навчальному закладі // Вісник ЧІТІ. – 2000. – № 4. – С. 50-55.
 51. Тесля Ю. М., Оберемок І. І., Катаєва Є. Ю., Аль-Шукрі Фатхі Мохамед Ахмед. Застосування моделі інформаційної взаємодії для прийняття рішень у проектах // Вісник ЧДТУ. – 2002. – № 1. – С. 154-159.
 52. Верлань А.Ф., Камілов М.М., Чмырь І.А., Фуртат Ю.О. Электронный текст со встроенным интеллектуальным компонентом. Современное состояние и перспективы развития информационных технологий : Доклады Республиканской научно-технической конференции, Ташкент, 5-6 сентября 2011 г. - Институт математики и информационных технологий АН РУз. - Т., 2011. в 2-х т. - С. 319-324.
 53. Катаєва Є. Ю. Модель системної інтеграції інформаційного середовища системи автоматизованого контролю знань і навчання з системою управління учбовим процесом // Вісник ЧДТУ. – 2003. – № 3. – С. 154-159.
 54. Sleeman D. H. UMFE: a user modeling front and system // Intern. J. Man-Machine Studies. – 1985. – V. 23.
 55. Добровольский А. Е. Байесовские сети для моделирования знаний обучаемого // Коммуникационные и информационные компьютерные технологии в обучении: Сб. науч. тр. / НАН Украины. Ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова. – К., 1995. – С. 18 – 24.
 56. Брусиловский П. Л. Модели обучаемого в интеллектуальных обучающих системах // УСиМ. – 1992. – № 7/8. – С. 109 – 119.
 57. Основи нових інформаційних технологій навчання / За ред. Ю. І. Машбиця. – К.: ІЗМН, 1997. – 264 с.
 58. Ляшенко О.І. Формування фізичного знання в учнів середньої школи: Логіко-дидактичні основи. К.: Генеза, 1996. – 128 с.
 59. Верлань А.Ф., Олецкий А.В. Об организации модельной поддержки информационного поиска в рамках онтологически-ориентированного тематического портала. Международная научная конференция «Приложение на информационные и коммуникационные технологии в экономике и образовании», 2-3 декабря 2011 г., – УНСС, София, 2011. – Сборник докладов.– С. 210-216.
 60. Дракин В. И., Попов Э. В., Преображенский А. Б. Общение конечных пользователей с системами обработки данных. – М.: Радио и связь, 1988. – 288 с.
 61. Уемов А. И. Основы формального аппарата параметрической общей теории систем // Системные исследования: Методол. пробл.: Ежегодник. – М.: Наука, 1984. – С. 152 – 180.
 62. Уемов А. И. Системный подход и общая теория систем. – М.: Мысль, 1978. – 271 с.

-
63. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных: Пер. с англ. – 7-е изд. – М.: Изд. Дом "Вильямс", 2001. – 1072 с.
 64. Кайберг Г. Вероятность и индуктивная логика. – М.: Прогресс, 1978. – 378 с.
 65. Chimir Igor, Verlan Anatoli, Us Michail, Sagatov Aziz. Psychological Foundations and Conceptual Basis of Dialogue Processes // Second World Conference On Intelligent Systems For Industrial Automation (WCIS-2002). – Tashkent, Uzbekistan, June 4-5, 2002. – P. 356-363.
 66. Чмырь И. А., Абу-Даввас В. А. Логические возможности построения системы тестирования, совмещенной с обучением // Измерительная и вычислительная техника в технологических процессах. – Хмельницький: Технол. ун-т Поділля. – 1998. – № 2. – С. 104-110.
 67. Мейтус В. Ю. Интеллектуализация информационных технологий // Моделювання та інформаційні системи в економіці (Машинна обробка інформації): Міжвідом. наук. зб. – Вип. 65 / Відп. ред. М. Г. Твердохліб. – К.: КНЕУ, 2001. – С. 286 – 292.
 68. Карпенко М. П. Об одной когнитивной модели и ее роли в процессе обучения // Мир психологии. – 2001. – № 1. – С. 256-260.
 69. Яценко В. В. Дослідження та розробка методів і засобів представлення знань та прийняття рішень в інформаційних системах учбового призначення: Дис. ... канд. техн. наук: 05.25.05. – К., 1994. – 17 с.
 70. Ляшенко О.І., Федорук П.І. Адаптивні системи дистанційного навчання // Педагогічна і психологічна науки в Україні: в 5 томах.- Т.3. Загальна середня освіта.- К.: Педагогічна думка, 2012.- с. 303-311.
 71. Ус М. Ф. Модели поведения тьютора для интеллектуальных обучающих систем и их программная реализация // Электронное моделирование. – 2001. – № 4, т. 23. – С. 93-102.
 72. Атанов Г. А. Пятикомпонентная предметная модель обучаемого // Управляющие системы и машины. – 1999. – № 4. – С. 66-76.
 73. Представление и использование знаний: Пер. с япон. / Под ред. Х. Уэно, М. Исидзука. – М.: Мир, 1989. – 220 с.
 74. Програмований опорний конспект із фізики: Навч. посібник / Г. О. Атанов, Т. Д. Біда, Б. І. Бешевлі та ін. – К.: НМК ВО, 1993. – 108 с.
 75. Атанов Г. А., Пустынникова И. Н. Обучение и искусственный интеллект, или Основы современной дидактики высшей школы. – Донецький національний університет: Изд-во ДОУ, 2002. – 504 с.
 76. Найссер У. Познание и реальность. – М.: Прогресс, 1981. – 224 с.
 77. Дудка Т. М. Методи побудови експертних систем з асоціативними моделями подання знань: Автореф. дис. ... канд. фіз.-мат. наук: 01.05.03 / НАН Укр. Ін-т кібернетики ім. В. М. Глушкова. – К., 2001. – 16 с.
 78. Федорук П. І. Система дистанційного навчання та контролю знань на базі Інтернет- технологій (на прикладі медичних вузів): Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.05.03 / НАН України; Ін-т проблем математичних машин і систем. — К., 2001. — 19 с.

-
79. Дьоміна В. М. Методи та моделі оцінювання знань в автоматизованих системах тестування: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06 / Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. – Х., 2002. – 19 с.
 80. Краснов В. В. Ефективність використання комп'ютерних систем контролю знань в післядипломній медичній освіті: Автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / АПН України; Ін-т вищої освіти. – К., 2003. – 21 с.
 81. Гребінник В. А. Трикомпонентна модель подання знань для проектування інтелектуальних агентів та експертних систем: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.23 / Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. – Х., 2003. – 19 с.
 82. Москалькова Н. М. Методи правдоподібного виведення на основі представлення атрибутивних моделей знань в семантичних мережах: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.05.03 / Київ. ун-т ім. Тараса Шевченка. – К.: 1999. – 148 арк.
 83. Емельянов Г. М., Зайцева Е. И., Михайлов Д. В. Построение динамической модели естественного языка применительно к разработке естественно-языковой базы данных // Искусственный интеллект. – 2002. – № 2. – С. 443-447.
 84. Ефремова Н. Ф. Современные тестовые технологии в образовании. – Ростов-н/Д.: Издат. центр ДГТУ, 2001. – 187 с.
 85. Михайлычев Е. А. Дидактическая тестология: Науч.-метод. пособие. – М.: Народное образование, 2001. – 431 с.
 86. Ус М., Пискун А., Гадецкая З. Моделирование когнитивного уровня учащегося в интеллектуальных обучающих системах // Моделювання та інформаційні технології: Зб. наук. праць Ін-ту проблем моделювання в енергетиці НАН України. – К., 1999. – Вип. 3. – С. 133-141.
 87. Філенко І. О. Психодіагностика функціональних станів операторів динамічних і енергетичних автоматизованих систем: Автореф. дис. ... канд. психол. наук: 19.00.03 / Українська інженерно-педагогічна академія. – Харків, 2005. – С. 19.
 88. Шибицька Н. М. Експертні методи і моделі керування процесом навчання операторів ергатичних систем: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.03 / Київ. міжнарод. ун-т цивільної авіації. – К., 1999. – 20 с.
 89. Бень А. П. Методы построения интеллектуальных адаптивных интерфейсов "человек – компьютеризированная система" на основе модели пользователя: Дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06 / Херсон. гос. технич. ун-т. – Херсон, 2000.
 90. Теленик С. Ф. Концепція, моделі, алгоритми та засоби адаптивної технології створення інформаційно-керуючих систем: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.06 / Нац. техніч. ун-т України "Київський політехнічний ін-т". – К., 2000.
 91. Ходаков Д. В. Моделі, методи та засоби адаптивності користувальницького інтерфейсу: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06 / Херсон. держ. техніч. ун-т. – Херсон, 2003. – 19 с.
 92. Andreas Papasalouros, Retalis Simos, Avgeriou Paris, Skordalakis Manolis. An Integrated Model for the authoring of Web-based Adaptive Educational Applications / Proc. of AN2003: Workshop on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems, at the Twelfth International World Wide Web Conference. – Budapest: Hungary.-May 20. – 2003. – P. 507-517.

-
93. Верлань А.Ф., Чмырь И.О., Кузниченко С.Д., Коваленко Л.Б. Императивное программирование и объектно-ориентированное моделирование : Java, UML, OCL : Уч. пос. для студентов высших учебных заведений Одеса: Экология, 2013. – 432 с.
 94. Ночевнов Д. П. Методи та засоби адаптивного інформаційного пошуку на основі моделі користувача: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06 / Черкаський держ. технол. ун-т. – Черкаси, 2005. – 21 с.
 95. Семенов В. Ю. Розробка адаптивних методів корекції мовних сигналів на основі авторегресивної моделі голосового тракту: Автореф. дис. ... канд. фіз.-мат. наук: 01.04.06 / НАН України; Ін-т гідромеханіки. – К., 2004. – 20 с.
 96. Общая и индивидуализированная модели интонации для автоматического синтеза украинской речи / Людовик Т. В. // УСиМ. – 2006. – № 2. – С. 9-15.
 97. Автоматичний озвучувач українських текстів на основі фонемно-трифонної моделі з використанням природного мовного сигналу / Т. Вінцюк, Т. Людовик, М. Сажок та ін. // Пр. 6-ї Всеукр. міжнарод. конф. "Оброблення сигналів зображень та розпізнавання образів", УкрОбраз'2002, Київ, 8-12 жовт. – 2002. – С. 79-84.
 98. Рожкова Г. И. Восприятие эмоциональных интонаций. – Дис. ... канд. психол. наук. – М., 1974. – 196 с.
 99. Кантер Л. А. Системный анализ речевой интонации: Учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 1988. – 212 с.
 100. Лук А. Н. Эмоции и личность. – М.: Знание, 1982. – 91 с.
 101. Іванова С. В. Просодичні засоби реалізації семантики здивування в англійському діалогічному мовленні // Автореф. дис. ... канд. філол. наук. – К., 1997. – 22 с.
 102. Бенедиктов В. А. Психология овладения иностранным языком. – Минск: Вышэйш. шк., 1974.
 103. Валигура О. Р. Интонационные признаки информационной структуры звучащего учебно-научного текста // Автореф. дис. ... канд. філол. наук. – К.: Киев. ГПИ иностранных языков, 1988. – 24 с.
 104. Романов А. В. Методика подготовки и проведения тестового контроля в учебном процессе. – Чебоксары: Клио, 1998. – 47 с.
 105. Чмырь И. А., Ус М. Ф., Гадецкая З. М., Акопф С. Х. Когнитивные модели для диалоговых агентов // Вісник Академії дистанційної освіти. – 2004. – № 2. – С. 68-73.
 106. Ус М. Ф., Гадецька З. М., Ель-Мурр П. А. Онтологічні підходи до оцінки когнітивного рівня слухача в умовах «електронного» навчання // Моделювання та інформаційні технології: Зб. наук. праць Ін-ту проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова НАН України. – К., 2006. – Вип. 38. – С. 150-155.
 107. Ус М. Ф., Гадецкая З. М. Оценка когнитивного уровня слушателя в системе персонализованного компьютерного обучения // Третя Всеукр. конф. молодих науковців "Інформаційні технології в науці, освіті, техніці" (ІТОНТ-2002), 17-19 квітня 2002 р. – Черкаси: ЧДУ ім. Б. Хмельницького, 2002. – С. 157-160.
 108. К вопросу о компьютерном моделировании функций собеседника / В. С. Ольшаников // УСиМ. – 2006. – № 1. – С. 67-74.

-
109. Максимов В. И. Развитие моделей принятия решений: проблемы, парадоксы и перспективы / Банковские технологии. – 2000. – № 3.
 110. Eysenck M. W., Keane M. T. Cognitive Psychology. A Student's Handbook. – 3rd ed. – Lawrence Erlbaum Associates, 1995. – 542 p.
 111. Neisser U. Cognition and Reality. Principles and implications of cognitive psychology. – W.H. Freeman and Company. San Francisco, 1976. – 230 p.
 112. Tolman E. C. Cognitive maps in rats and men // Psychological Review. – 1948. – V. 55. – P. 189–208.
 113. Брунер Дж. Психология познания. За пределами непосредственной информации / Пер. с англ. К. И. Бабицкого. – М.: Прогресс, 1977. – 413 с.
 114. Ус М. Ф. Интеррогативная модель представления знаний // Зб. наук. праць Ін-ту проблем моделювання в енергетиці НАН України. – Львів: Світ, 1998. – Вип. 1. – С. 19-28.
 115. Шульгина В. И., Ус М. Ф. Темо-рематические отношения в текстах естественно-языковых диалогов // Функциональная лингвистика: прагматика текста: Материалы конф. Ялта, 6-10 октября 1997 г.: CLC. – Симферополь, 1997. – С. 178-179.
 116. Разработка и применение моделей общения систем знаний: Отчет о НИР / Черкасский ин-т управления бизнесом. – Черкассы, 1996. – 61 с.
 117. Шульгина В. И., Ус М. Ф. Особенности использования средств речевой экономии в текстах диалогов // Функциональная лингвистика: принципы организации текста: Материалы конф. Ялта, 7-11 октября 1996 г.: CLC. – Симферополь, 1996. – С. 235-237.
 118. Burlachuk L. F. Introduction in Projective Psychology. – Kiev: Nika – centre, 1997. – 126 p. (in Russian)
 119. Компьютерное моделирование сфокусированного слухового внимания / А. Ф. Верлань, И. А. Чмырь, И. А. Жирякова // Электронное моделирование. – 2006. – № 1, т. 28. – С. 19-32.
 120. Белнап Н., Стил Т. Логика вопросов и ответов. – М.: Прогресс, 1981. – 288 с.
 121. Лорьер Ж.-Л. Системы искусственного интеллекта: Пер. с франц. – М.: Мир, 1991. – 568 с.
 122. Шекли Р. Задать вопрос // Химия и жизнь. – М.: Наука, 1985. – № 3. – С. 88-93.
 123. Чмырь И. А., Ус М. Ф. Интеррогативные способы взаимодействия с информационной базой // Вопросы радиоэлектроники: Сборник, сер. ТРТО. – 1991. – Вып. 4. – С. 23-27.
 124. Ниренберг Дж. И. Гений переговоров: Пер. с англ. – Минск: Попурри, 1997. – 416 с.
 125. Chomsky N. Aspects of the theory of syntax. – Cambridge, 1965.
 126. Кокорева Л. В., Перевозчикова О. Л., Ющенко Е. Л. Диалоговые системы и представление знаний. – К.: Наук. думка, 1992. – 448 с.
 127. Вудс В. А. Сетевые грамматики для анализа естественных языков // Кибернетический сборник №13. – М.: Мир, 1976. – С. 120-158.

-
128. Самойлов В. Д., Березников В. П., Писаренко А. П., Сметана С. И. Автоматизация построения тренажеров и обучающих систем. – К.: Наук. думка, 1989. – 200 с.
 129. Диалоговые системы. Современное состояние и перспективы развития / А. М. Довгялло, В. И. Брановицкий, К. П. Вершинин и др. – К.: Наук. думка, 1987. – 248 с.
 130. Выготский Л. С. Мышление и речь. – М.: Соцэкгиз, 1934. – 324 с.
 131. Берков В. Ф. Вопрос как форма мысли. – Минск: Изд-во БГУ, 1972. – 228 с.
 132. Попов Э. В. Общение с ЭВМ на естественном языке. – М.: Наука, 1982. – 360 с.
 133. Шенк Р. Обработка концептуальной информации: Пер. с англ. – М.: Энергия, 1980. – 360 с.
 134. Ус М. Ф., Приходько О. И. Применение эротематической логики для организации диалогового интерфейса // ВОТ. Сер. 3. – 1990. – Вып. 9 (239). – С. 38 – 41.
 135. Гаврилов А. В., Шорина Е. С. Моделирование абстрактных машин с использованием механизмов трансформационных систем // УСиМ. – 1995. – № 1/2. – С. 82-84.
 136. Логика и компьютер. Моделирование рассуждений и проверка правильности программ / Н. А. Алешина, А. М. Анисов, П. И. Быстров и др. – М.: Наука, 1990. – 240 с.
 137. Арбиб М. А. Мозг, машина и математика. – М.: Наука, 1968. – 224 с.
 138. Минский М. Вычисления и автоматы. – М.: Мир, 1971. – 364 с.
 139. Тесля Ю. Н. Математические основы теории информационного взаимодействия / Черкасский инженерно-технол. ин-т. – Черкассы, 1997. – 80 с.
 140. Belnap D. N. and Steel T. B. The Logic of Question and Answers. – New Haven and London, Yale University Press, 1976.
 141. Ус М. Ф. Абстрактное устройство для моделирования взаимодействия с системой знаний // Методы и средства компьютерного моделирования: Сб. науч. тр. / Ин-т проблем моделирования в энергетике НАН Украины; Редкол.: А. Ф. Верлань (отв.ред.) и др. – К., 1997. – С. 35 – 37.
 142. Толковый словарь по вычислительным системам / Под ред. В. Иллинуорта и др. – М.: Машиностроение, 1990. – 560 с.
 143. Us M., Piskun O., Kertanov O. Tutor Behavior Models and Their Program Realization for Intelligent Teaching Systems // Sixth International Conference on Advanced Computer Systems / Technical University of Szczecin, 18-19 November 1999. – P. 297-302.
 144. Marvin Minsky. The Society of Mind. – Published by Simon and Schuster, 1988.
 145. Трахтенгерц Э. А. Компьютерная поддержка принятия решений в САПР // Автоматизация проектирования. – 1997. – № 5. – С. 160-174.
 146. Ларичев О. И. Объективные модели и субъективные решения. – М.: Наука, 1987.
 147. Кун Т. Структура научных революций. – М.: Прогресс, 1977.
 148. Slovic P., Fischhoff B., Lichtenstein S. Behavioral decision theory // Annu. Psychol. Rev. – 1997. – Vol. 28.

-
149. Теория моделей в процессах управления / Б. Н. Петров, Г. М. Уланов, И. И. Гольденблат, С. В. Ульянов. – М.: Наука, 1978. – 208 с.
 150. Клир Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1990. – 544 с.
 151. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / А. Н. Аверкин, И. З. Барышкин, А. Ф. Блишун и др.; Под ред. Д. А. Поспелова. – М.: Наука, 1986. – 312 с.
 152. Sugeno M. Theory of fuzzy integral and its applications // Fuzzy sets and systems. – 1974. – No 3. – P. 243 – 260.
 153. Дюбуа Д., Прад А. Теория возможностей. Приложение к представлению знаний в информатике: Пер. с франц. – М.: Радио и связь, 1990. – 288 с.
 154. Dubois D., Prade H. Fuzzy sets and systems. Theory and applications. – New York: Academic Press, 1980. – 393 p.
 155. Zadeh L. A. Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility // Fuzzy sets and systems. – 1978. – No 1. – P. 3 – 28.
 156. Заличев Н. Н. Энтропия информации и сущность жизни. – М.: Радиоэлектроника, 1995. – 192 с.
 157. Яблонский А. И. Математические модели в исследовании науки. – М.: Наука, 1986. – 352 с.
 158. Хайтун С. Д. Наукометрия. Состояние и перспективы. – М.: Наука, 1983. – 344 с.
 159. Хайтун С. Д. Проблемы количественного анализа науки. – М.: Наука, 1989. – 280 с.
 160. Jayner E. T. Some random observations // Synthese, Dordrecht. – 1985. – Vol. 63. – No 1. – P. 115 – 138.
 161. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. – М.: Иностранная литература, 1963. – 829 с.
 162. Кудиненко А. В., Шибицкая Н. Н. Проблемные вопросы управления в эргатических системах обучения // Кибернетика и вычислительная техника. – 1998. – Вып. 116. – С. 29-41.
 163. Ковальов Ю. М. Геометричне моделювання та оптимізація ергатичних систем на основі теорії самоорганізації С-простору: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.01.01 / Київ. держ. техн. ун-т будівництва і архітектури. – К., 1998. – 32 с.
 164. Павлова С. В. Ергатична система керування нелінійним нестационарним об'єктом в особливих критичних режимах: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.03 / Ін-т космічних досліджень НАН України та Національного космічного агентства України. – К., 2000. – 17 с.
 165. Информационно-управляющие человеко-машинные системы: Исследование, проектирование, испытания: Справочник / Под ред. А. И. Губинского, В. Г. Евграфова. – М.: Машиностроение, 1993. – 527 с.
 166. Ашероф А. Т. Методы и средства эргономического проектирования компьютерных технологий обработки информации в дискретных информационно-производственных эрготехнических системах: Дис. ... д-ра техн. наук: 05.02.20 / Харьков. инженерно-пед. ин-т. – Х., 1992. – 460 л.

-
167. Эргатические системы управления / В. С. Михалевич // Кибернетика и вычислительная техника: Республ. межвед. сб. науч. тр. АН УССР / Ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова; [Редкол.: В. С. Михалевич (отв. ред.) и др.]. – К.: Наук. думка, 1991. – Вып. 92, 97, [2] с.: ил.
168. Алексеев В. В. Моделирование информационного воздействия на эргатический элемент в эрготехнических системах. – М.: Стенвил. – 2003. – 163 с.
169. Доровской В. А. Методы и модели формирования баз знаний полиэргатических систем / Под ред. В. М. Михайленко. – Кривой Рог: Наука і освіта, 2000. – 188 с.
170. Воронин А. Н., Зиатдинов Ю. К., Харченко А. В., Осташевский В. В. Сложные технические и эргатические системы: методы исследования. – Х., 1997. – 239 с.
171. Оцінка якості навчально-пізнавальної діяльності в системі "студент – комп'ютер": Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.01.04 [Електронний ресурс] / Т. В. Ящун; Харьков. держ. автомоб.-дорож. техн. ун-т. – Х., 2000. – 20 с.
172. Павлов В. В. Катастрофы в механизме функционирования эргатических систем // Кибернетика и вычислительная техника: Межведом. сб. науч. тр. – К.: Наук. думка, 1993. – Вып. 100. – С. 3-98.
173. Гибридные интеллектуальные системы: Теория и технология разработки / А. В. Колесников. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. – 711 с.
174. Метешкин К. А., Шаронова Н. В. Использование гибридного интеллекта в учебном процессе высших учебных заведений // "Alma mater" ("Вестник высшей школы"). – 2001. – № 11. – С. 10 – 15.
175. http://www.ug.ru/issue/?action=topic&toid=7657&i_id=88
176. Перспективные технологии обучения – основа стратегии построения общества знаний / В. И. Гриценко // УСиМ. – 2005. – № 6. – С. 5-9.
177. Эволюция и тенденции развития информационно-образовательных сред / В. В. Колос // УСиМ. – 2005. – № 5. – С. 73-82.
178. Клаус Г. Введение в дифференциальную психологию учения: Пер. с нем. под ред. И. В. Равич-Щербо. – М.: Педагогика, 1987. – 176 с.
179. Гадецкая З. М., Нагорный В. А., Жирякова И. А. Разработка объектно-ориентированных моделей визуального внимания // Тези міжнарод. наук. конф. "Сучасний менеджмент у виробництві та гуманітарній діяльності", 5-6 квітня 2005 р. – Черкаси: Східноєвропейський ун-т економіки і менеджменту; 2005. – С. 39.
180. Ус М. Ф., Пискун А. В., Гадецкая З. М. Когнитивные свойства обучающегося для адаптации персонализированного тьютора // Зб. наук. праць Ін-ту проблем моделювання в енергетиці НАН України. – Львів: Світ, 1998. – Вип. 6. – С. 151-157.
181. Гадецька З. М., Ус М. Ф., Костьян Н. Л., Ель-Мурр П. А. Маркетингові методи моделювання і адаптації систем електронного навчання // Зб. наук. праць Ін-ту проблем моделювання в енергетиці НАН України ім. Г.Є. Пухова. – К.: ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова. – 2006. – Вип. № 37. – С. 103-110.
182. Anderson J. R. АСТ: A simple theory of complex cognition // American Psychologist. – 1996. – 51. – Pp. 355-365.

-
183. Аванесов В. С. Тесты в социологическом исследовании. – М.: Наука, 1982. – 197 с.
 184. Анастаси А. Психологическое тестирование. – М., 1983. – 245 с.
 185. Равен Дж. Педагогическое тестирование: проблемы, заблуждения, перспективы. – М.: Когито Центр, 2001. – 142 с.
 186. Белнап Н., Стил Т. Логика вопросов и ответов. – М.: Прогресс, 1981. – 288 с.
 187. Ус М. Ф., Пискун А. В. Применение вопрос – ответной логики для создания интеллектуального интерфейса объектно-ориентированными средствами // Зб. наук. праць Ін-ту проблем моделювання в енергетиці НАН України. – Львів: Світ, 1998. – Вип. 3. – С. 99 – 102.
 188. Клайн П. Справочное руководство по построению тестов; Введение в психометрическое проектирование. – К.: Пан Лтд, 1994. – 284 с.
 189. Аванесов В. С. Композиция тестовых заданий: Учебная книга для преподавателей вузов, учителей школ, аспирантов и студентов педвузов. – М.: Ассоциация инженеров-педагогов г. Москвы, 1996.
 190. Кухаренко В. М. Стандарты дистанційного навчання // Засоби та методи «електронного навчання» в неперервній освіті: Матеріали Міжвузівської наук.-метод. конф. 26-27 квітня 2006 р., м. Черкаси. – Черкаси: СУЕМ, 2006. – С. 40-41.
 191. Гаврилов Н. А. Способы представления информации при организации дистанционного обучения // Открытое образование. – 2003. – № 3. – С. 35-39.
 192. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний информационных систем. – СПб.: Питер, 2000.
 193. Богданов И. В., Чмыхова А. П. Приведенное понятие как универсальная единица измерения объема знаний // Инновации в образовании. – 2001. – № 4. – С. 40-48.
 194. Ашерев А., Капленко С. Построение и анализ структурно-смысловой модели учебной дисциплины // Новый Коллегиум. – 2000. – № 6. – С. 41-45.
 195. Биков В. В. Моделі і програмні засоби представлення та структурування знань в інтерактивних гіпермедіасистемах: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.02 / НАН України. Ін-т кібернетики ім. В. М. Глушкова. – К., 1997. – 20 с.
 196. Журавльова С. І., Подолкова С. В. Проблеми типології текстів наукового стилю // Науково-методичний збірник. – К.: НМЦ МОН України, 1998. – Вип. 13. – С. 294-302.
 197. Чаковская М. С. Текст как сообщение и воздействие. – М., 1986.
 198. Поспелов Д. А. Ситуационное управление: теория и практика. – М.: Наука, 1986. – 288 с.
 199. Педагогические технологии дистанционного обучения / Е. С. Полат // УСиМ. – 2004. – № 4. – С. 62-69.
 200. Верлань А. Ф., Дмитренко В. Д., Корсунов Н. И., Шорох В. А. Эволюционные методы компьютерного моделирования. – К.: Наук. думка, 1992. – 255 с.
 201. Коналлен Д. Разработка WEB-приложений с использованием UML: Пер. с англ. – М.: Изд. Дом "Вильямс", 2001. – 288 с.

-
202. Чмир І. О., Ус М. Ф. Моделювання систем в середовищі UML (Unified Modeling Language): Навч. посібник: Рекомендовано МОНУ для студентів ВНЗ. – Черкаси, 2003. – 82 с.
 203. Верлань А. Ф., Чмырь І. А. Объектно-ориентированное моделирование: Учеб. пособие. – Одесса: НАДУ, 2005. – 243 с.
 - 204 . Построение онтологии предметной области "Интеллектуальные информационные системы" / А. В. Палагин, Ю. С. Яковлев // УСиМ. – 2005. – № 6. – С. 18-27.
 205. Гладун В. П. Партнерство с компьютером. – К.: Port-Royal, 2000. – 128 с.
 206. Когнитивное управление в интеллектуальных обучающих системах / А. Ф. Верлань, М. Ф. Ус, А. В. Пискун, В. А., Федорчук. – Черкасы, 2002. – 104 с.
 207. Меерович М. И., Шрагина Л. И. Технология творческого мышления. – Минск: Харвест, 2003. – 432 с.
 208. Us M., Piskun A., Gadecka Z. Student cognitive level estimating methods for an intelligent teaching system / The Third International Conference Computer Systems and Networks. – College of Computer Science and Management. – Rzeszow, 28-29 June 1999.
 209. Смысловое членение универсума и классификация лексики / Под ред. В. В. Морковкина; Ин-т рус. языка им. А. С. Пушкина. – М.: Лазурь, 1982. – 42 с.
 210. Суперанская А. В. Общая терминология. – М., 1989. – 320 с.
 211. Указания по составлению заявки на изобретение (ЭЗ-1-74). – М.: ВНИИПИ, 1985. – 76 с.
 - 212 . Гаврилов С. В. и др. Программный комплекс для создания и анализа семантических сетей, описания систем понятий. – М., 1986. – 29 с.
 213. Титенко С. В., Гагарін О. О. Семантична модель знань для цілей організації контролю знань у навчальній системі // Сб. тр. міжнарод. конф. «Інтелектуальний аналіз інформації-2006». – К.: Просвіта, 2006. – С. 298-307.
 214. Draft Standard for Learning Object Metadata: IEEE 1484.12.1-2002. – New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 2002. – 44 p.
 215. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект – современный подход. – 2-е изд. – М.: Издат. Дом "Вильямс", 2006. – 1408 с.
 216. Гужва В. М. Моделювання мультиагентних систем для управління логістичними процесами на підприємствах: Автореф. дис. ... канд. екон. наук: 08.03.02 / Київ. нац. екон. ун-т. – К., 2002. – 17 с.
 217. Ус М. Ф., Гадецкая З. М. Модель представления знаний для тестирования обучаемого // Системний аналіз, управління і інформаційні технології: Вісник Харків. держ. політехн. ун-ту: Зб. наук. праць. – Вип. 94. – Харків: ХДПУ, 2000. – С. 82-86.
 218. Гадецька З. М. Методи прогнозування: Курс лекцій та методичні вказівки щодо самостійної роботи для студентів ден. та заоч. форм навчання спеціальності 6.050100 “Економічна кібернетика” – Черкаси: Черкаська академія менеджменту, 2003. – 49 с.
 219. Галіцин В. К. Системи моніторингу: – К.: КНЕУ, 2000. – 231 с.

-
220. Ниренберг Дж. И. Гений переговоров: Пер. с англ. – Минск: Попурри, 1997. – 416 с.
221. Айзенк Г. Ю. Интеллект: новый взгляд // Вопросы психологии. – 1995. – № 1. – С. 111-131.
222. Мерлин В. С. Очерк интегрального исследования индивидуальности. – М., 1986. – 201 с.
223. Ананьев Б. Г. Избранные психологические труды: В 2 т. – М.: Педагогика, 1980. – 1024 с.
224. Ермолаева Е. А., Келасьев В. Н., Козлов А. А. и др. Социологические, психологические и педагогические направления в изучении проблем повышения успеваемости и снижения отсева студентов // Человек и общество. Проблемы повышения успеваемости и снижения отсева студентов / Под ред. В. Г. Лисовского, В. А. Сухина. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1983. – Вып. XX. – С. 21 – 26.
225. Jonassen D. H., Grabowski V. L. Handbook of individual differences. – Hillsdale, New Jersey: Erlbaum, 1993. – 829 p.
226. Либин А. В., Парилис С. Э. Стилиевые характеристики индивидуальности // Методологические и теоретические проблемы современной психологии. – М.: Наука, 1988. – С. 119 – 129.
227. Холодная М. А. Когнитивные стили как проявление своеобразия индивидуального интеллекта. – К.: УМК ВО, 1990. – 75 с.
228. Riding, R., Cheema, I. Cognitive styles: an overview and integration // Educational Psychology. – 1991. – № 11. – P. 193 – 215.
229. Шах П., Майер Р. Э., Хегарти М. Использование графиков при построении системы знаний: управление // Психология обучения: Дайджест рос. и зарубеж. прессы. – 2000. – № 7. – С. 53-54.
230. Riding R., Rayner S. Cognitive styles and learning strategies. Understanding style differences in learning and behaviour. – London: David Fulton Publishers, 1999. – 217 p.
231. Мельников В. М., Ямпольский Л. Т. Введение в экспериментальную психологию личности. – М.: Просвещение, 1985. – 319 с.
232. Продеус А.Н., Захрабова Е.Н. Экспертные системы в медицине. – К.: ТОО «ВЕК+», 1998. – 320 с.
233. Якунин В.А. Педагогическая психология / Европ. ин-т экспертов. – СПб.: Изд-во Михайлова В. А.: Полиус, 1998. – 639 с.
234. Турзин П. С., Пономаренко В. А., Рысакова-Ромашкан С. Л. Уровни понимания информации и структура коммуникативного акта // Психологический ж. – 1992. – Т. 13, № 1. – С. 30 – 39.
235. Холодная М. А. Существует ли интеллект как психологическая реальность? // Вопросы психологии. – 1990. – № 5. – С. 121 – 128.
236. Кликс Ф. Пробуждающееся мышление. – К.: Выща шк., 1985. – 295 с.
237. Strenberg R. J. Inside intelligence // Amer. Scientist. – 1986. – V. 74. – № 2. – P. 137 – 143.

-
- 238 . Якиманская И. С. Принципы построения образовательных программ и личностное развитие учащихся // Вопросы психологии. – 1999. – Т. 13, № 3. – С. 39 – 47.
239. Smith P. L., Ragan T. J. *Instructional Design*. – 2nd ed. – New Jersey: Prentice – Hall, Inc., 1999. – 399 p.
240. Довгялло А. М., Колос В. В., Кудрявцева С. П. Технология проектирования и разработки гибких дистанционных обучающих курсов на основе телематики // Управляющие системы и машины. – 1999. – № 1. – С. 79 – 95.
241. Когнитивное обучение: современное состояние и перспективы / Под ред. Т. Галкиной и Э. Лоарера. – М.: Институт психологии РАН, 1997. – 296 с.
242. Холодная М. А. Психологический статус когнитивных стилей: предпочтения или «другие» способности? // Психологический ж. – 1996. – Т. 17, № 1. – С. 61 – 69.
243. Анастаси А. Психологическое тестирование: В 2 т.: Пер. с англ. / Под ред. К. М. Гуревича, В. И. Лубовского. – М.: Педагогика, 1982. – Т. 1. – 318 с.
244. Бурлачук Л. Ф., Морозов С. М. Словарь-справочник по психодиагностике. – СПб.: Питер Ком, 1998. – 528 с.
245. Дружинин В. Н. Психодиагностика общих способностей. – М.: Академия, 1996. – 224 с.
246. Елисеев О. П. Конструктивная типология и психодиагностика личности. – Псков: Изд-во Псков. обл. ин-та усовершенствования учителей, 1994. – 280 с.
247. Фурман А. В. Психодіагностика інтелекту в системі дифференціації навчання. – К.: Освіта, 1993. – 224 с.
- 248 . Воробьев А. Н. Применение компьютерной психодиагностики в профконсультации // Диагностика познавательных и профессиональных способностей / Под ред. В. Д. Щадрикова. – М.: ИПАН, 1988. – С. 226 – 238.
249. Психологическая диагностика: Учеб. пособие / Под ред. К. М. Гуревича и Е. М. Борисовой. – М.: Изд-во УРАО, 1997. – 304 с.
250. Дюк В. А. Компьютерная психодиагностика. – СПб.: Братство, 1994. – 364 с.
251. Вассерман Л. И., Дюк В. А., Иовлев Б. В., Червинская К. Р. Психологическая диагностика и новые информационные технологии. – СПб.: ООО «СЛП», 1997. – 203 с.
252. Us M., Piskun A., Kertanov O. Tutor behavior models and their program realization for intelligent teaching system // Proc. of Sixth International Conf. ACS-99. – Szczecin (Poland) . – 1999. – P. 297 – 302.
253. Ус М. Ф., Пискун А. В., Гадецкая З. М. Моделирование когнитивного уровня учащегося в интеллектуальных обучающих системах // Моделювання та інформаційні технології: Зб. наук. праць / Ін-т проблем моделювання в енергетиці НАН України. – Вип. 3. – К., 1999. – С. 142 – 148.
254. Практическая психодиагностика в тестах. – М.: АСТ – ПРЕСС, 1997. – 376 с.
255. Энциклопедия психологических тестов. Темперамент, характер, познавательные процессы. – М.: Аст, 1997. – 256 с.
256. Худик В. А. Психологические методики исследования интеллекта и личности: Таблицы Шульте. – К.: Здоровье, 1994. – 20 с.

-
257. Верлань А. Ф., Ус М. Ф., Піскун О. В. Адаптація персоналізованої інтелектуальної системи навчання за когнітивними властивостями учня // Неперервна професійна освіта: теорія і практика: Зб. наук. праць: У 2 ч. / За ред. І. Я. Зязюна та Н. Г. Ничкало. – Ч. 2. – К., 2001. – С. 8 – 12.
258. Заде Л. Понятие о лингвистической переменной и ее применении к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 167 с.
259. Мелихов А. Н., Берштейн Л. С., Коровин С. Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. – М.: Наука, 1990. – 272 с.
260. Ротштейн А. П. Медицинская диагностика на нечеткой логике. – Винница: Континент-ПРИМ, 1996. – 132 с.
261. Хомский Н. Аспекты теории синтаксиса. – М.: МГУ, 1972. – 340 с.
262. Вітлінський В. В., Верченко П. І. Економічний ризик: ігрові моделі. – К., 2004.
263. Вітлінський В. В., Верченко П. І. Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком. – К., 2000.
264. Ус М. Ф., Гадецкая З. М. Економічний ризик та методи його вимірювання: Навч.-метод. посібник. – Черкаси: Східноєвропейський ун-т економіки і менеджменту, 2005. – 64с.
265. Козлов А. С. Организация: информационно-техническая поддержка принятия управленческих решений // Банковские технологии. – 2000. – № 3.
266. Чмырь И. А., Бодарев А. Д. Многоагентная система моделирования диалогового поведения // Моделирование социально-экономических процессов в Украине: Зб. наук. пр. / Держ. наук.-дослід. ін-т інформатизації та моделювання економіки. – К., 1997. – С. 63-69.
267. Marvin Minsky (1988) The Society of Mind. – Published by Simon and Schuster.
268. Тарасов А. Б. Искусственная жизнь // Известия Академии наук. Теория и системы управления. – 1998. – № 5.
269. Цикритзис Д., Лоховски Ф. Модели данных. – М.: Финансы и статистика, 1985. – 344 с.
270. Галіцин В. К. Системи моніторингу. – К.: КНЕУ, 2000. – 231 с.
271. Хант Э. Искусственный интеллект. – М.: Мир, 1978. – 558 с.
272. Ус М. Ф., Пискун А. В., Дейнека А. Н. Когнитивное моделирование в обучающих компьютерных системах // Зб. наук. пр. Ін-ту проблем моделювання в енергетиці НАН України. – К., 2001. – Вип. 9. – С. 46-53.
273. Абу-Даввас Вахееб Абдел-Вахаб. Моделирование диалогового процесса при разработке персонализированных компьютерных обучающих систем: Автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06 / ИПМЭ НАНУ. – К., 1999. – 19 с.
274. Ларман К. Применение UML 2.0 и шаблонов проектирования. – 3-е изд. – М.: ООО "И. Д. Вильямс", 2007. – 736 с.
275. Гадецка З. М. Побудова інструментальних програмних систем автоматизації тестування знань в гібридних інтелектуальних середовищах на основі агентних технологій: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.05.03 / НАН України; Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова. – К., 2008. – 19 с.
276. Раїд М. О. Алькавасмі. Когнітивний процесор діалогу на основі об'єктних моделей сприйняття і уваги: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06 / НАН

-
- України; Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова. – К., 2005. – 20 с.
277. Гадецька З. М., Ус М. Ф., Ель-Мурр П. А. Онтологічні підходи до оцінки когнітивного рівня слухача в умовах «електронного» навчання // Моделювання та інформаційні технології: Зб. наук. пр. Ін-ту проблем моделювання в енергетиці НАН України ім. Г. Є. Пухова. – К.: ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова, 2006. – Вип. № 38. – С. 150-155.
278. Farquhar A., Fikes R., Rice J. Ontolingua server: A tool for collaborative ontology construction // *International Journal Human-Computer Studies*, . – 1997. – 46(6) . – Pp. 707-728.
279. Musen M. Domain Ontologies in Software Engineering: Use Protage with EON Architecture // *Methods Inform. in Medicine*. – 1998. – Pp. 540-550.
280. Creating Semantic Web Contents with Protegy.-2000 / N. Noy, M. Sintek, S. Decker, M. Crubezy, R. Ferguson, M. Musen // *IEEE Intelligent Systems*. – 2001. – March/April. – Pp. 60-71.
281. OntoEdit: Collaborative ontology development for Semantic Web / Y. Sure, M. Erdmann, J. Angele, S. Staab, R. Studer, D. Wenke // *In Proc. Inter. Semantic Web Conference (ISWC 2002), Sardinia, Italia, June 2002*.
282. Bechhofer S., Horrocks I., Goble Z., Stevens R. OilEd: A Reasonable Ontology Editor for Semantic Web // *Joint German/Austrian conf. on Artificial Intelligence (KI'01)*. – Springer-Verlag, Berlin, 2001. – Pp. 396-408.
283. OKBC: A Programmatic Foundation for Knowledge Base Interoperability / V. Chaudhri, A. Farquhar, R. Fikes, P. Karp, J. Rice // *Fifteenth National Conf. on Artificial Intelligence. AAAIPres.* – The MIT Press, Madison, 1998. – Pp. 600-607.
284. Motta E. Reusable Components for Knowledge Modelling // *Ph. D. Thesis. Open University, 1997*.
285. MacGregor R. Inside LOOM classifier // *SIGART bulletin*. – 1991. – Vol. 3, No. 2. – Pp. 70-76.
286. Fernandez M, Gomez-Perez A., Pazos J. A Building a Chemical Ontology Using Methodology and Ontology Design Environment // *IEEE Intelligent Systems*. – 1999. – Jan./Feb. – Pp. 37-46.
287. Kifer M., Lausen G., Wu J. Logical Foundations Object-Oriented and Frame-Based Languages // *Journal ACM*. – 1995.
288. Noy N., Musen M. PROMPT Suite: Interactive Tools For Ontology Merging And Mapping // *Stanford Medical Informatics, Stanford Univ.* – 2003.
289. Dou D., McDermott D., Qi P. Ontology translation ontology merging and automated reasoning // *EKAW'02 workshop on Ontologies for Multi-Agent Systems*. – SigEuenza, Spain, 2002.
290. Вельбицкий И. В., Ершов С. В., Нетесин И. Е., Голубь С. В. Технология программирования распределенных объектно-ориентированных систем. – К., 1996. – 22 с.
291. Горин С. В., Тандоев А. Ю. Применение CASE-средства Erwin 2.0 для информационного моделирования в системах обработки данных // *СУБД*. – 1995. – № 3. – С. 13-23.

-
292. Горчинская О. Ю. Designer/2000 – новое поколение CASE-продуктов фирмы ORACLE // СУБД. – 1995. – № 3. – С. 24-31.
 293. Куприн А. Открытые СУБД: мощь, доступная всем // Компьютерное обозрение. – № 48 (466) . – С. 7-13.
 294. IEEE Std 1348-1995. IEEE Recommended Practice for the Adoption of CASE Tools.
 295. Chris Gane, Trish Sarson. Structured System Analysis. – Prentice-Hall, 1979.
 296. Марка Д. А., МакГоуэн К. Методология структурного анализа и проектирования. – М.: Мета Технология, 1993. – 230 с.
 297. Калянов Г. Н. CASE. Структурный системный анализ (автоматизация и применение) . – М.: Лори, 1996. – 311 с.
 298. Горин С. В., Тандоев А. Ю. CASE-средство S-Designor 4.2 для разработки структуры базы данных // СУБД. – 1996. – № 1. – С. 47-51.
 299. Кватрани Т. Rational Rose 2000 и UML. Визуальное моделирование: Пер. с англ. – М.: ДМК Пресс, 2001. – 176 с.
 300. Панащук С.А. Разработка информационных систем с использованием CASE-системы Silverrun // СУБД. – 1995. – № 3. – С. 56-62.
 301. Чери С., Готлиб Т., Танаха Л. Логическое программирование и базы данных. – М.: Мир, 1992. – 385 с.
 302. Неубург Э., Максимчук Дж., Роберт А. Проектирование баз данных с помощью UML: Пер. с англ. – М.: Издат. Дом «Вильямс», 2002. – 288 с.: ил. – Парал. тит. англ.
 303. Шмüller Джозеф. Освой самостоятельно UML за 24 часа: Пер. с англ. – 3-е изд. – М.: Издат. Дом «Вильямс», 2005. – 416 с.:
 304. Bechhofer S., Horrocks I., Goble Z., Stevens R. OilEd: A Reasonable Ontology Editor for Semantic Web // Joint German/Austrian conf. on Artificial Intelligence (KI'01). – Springer-Verlag, Berlin, 2001. – Pp. 396-408.
 305. Черников А. Место под солнцем // Компьютерное обозрение. – 2004. – № 48 (466). – С. 64-71.
 306. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем: Учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2000. – 411 с.
 307. Гончаров А. Microsoft Access 97 в примерах. – СПб.: Питер, 1997. – 312 с.
 308. Бакаев О. О., Кутах О. П., Пономаренко Л. А. Теоретичні засоби логістики: Підруч. для студентів екон. спеціальностей. – К.: Фенікс, 2005. – Т. 1. – 521 с.
 309. Синтес А. Освой самостоятельно объектно-ориентированное программирование за 21 день. – М.: Издат. Дом «Вильямс», 2002.
 310. Леоненков А. В. Самоучитель UML. – СПб.: БХВ-Петербург, 2001.
 311. Новоженев Ю. В. Объектно-ориентированные технологии разработки сложных программных систем. – М., 1996.
 312. Хавар Заман Ахмед Кэрри Е. Амриш. Разработка корпоративных Java-приложений с помощью J2EE и UML: Пер. с англ. – М.: Издат. Дом "Вильямс", 2002. – 199 с.
 313. Седжвик Р. Фундаментальные алгоритмы на Java. Анализ/Структуры данных/Сортировка/Поиск: Пер. с англ. – К.: ООО «ТИД ДС», 2003. – 213 с.

-
314. Савитч У. Язык Java. Курс программирования: Пер. с англ. – 2-е изд. – М.: Издат. Дом "Вильямс", 2002. – 411 с.
315. Ефективність використання основних виробничих засобів в аграрному секторі // Економіка АПК. – 2002. – № 4. – С. 16-21.
316. Матеріально-технічне забезпечення аграрного виробництва: тенденції і перспективи // Економіка АПК. – 2002. – № 4. – С. 8-16.
317. Агеєва І. В. Формування ринкових структур технічного обслуговування сільськогосподарських виробників // Економіка АПК. – 2002. – № 4. – С. 42-49.
318. Осипов Н., Занько Н. Влияние условий эксплуатации на качество работы молотилки зерноуборочного комбайна // Техніка АПК. – 1999. – № 2. – С. 25-26.
319. Коваль С., Кумпан В. Основні напрямки розвитку зернозбиральної техніки та ефективно її використання // Техніка АПК. – 1999. – № 3. – С. 4-7.
320. Масло І., Грицишин М., Босий М. Обґрунтування технологій збирання зернових і структури парку зернозбиральних комбайнів // Техніка АПК. – 1999. – № 4. – С. 8-10.
321. Мироненко В. Г., Дубровін В. О., Камінський Я. Р. Перспективи технічного забезпечення агрофільних технологій // Механізація сільськогосподарського виробництва: Зб. наук. пр. Нац. аграрного ун-ту. – К.: НАУ, 2002. – Т. XI. – С. 87-92.
322. Бондаренко В., Гарам В., Пашко А. Принцип побудови системи підтримки прийняття рішень агронома з вирощування продукції рослинництва // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства: Зб. наук. пр. – К.: УкрНДІПВТ, 2001. – Вип. 4(18). – С. 68-71.
323. Мур. М. Роль системи "Філдстар" та інформаційних технологій у сучасному сільському господарстві // Механізація сільськогосподарського виробництва: Зб. наук. пр. Нац. аграрного ун-ту. – К.: НАУ, 2002. – Т. XI. – С. 98-102.
324. Шевченко І. А., Пашко А. А. Применение информационных технологий в сельскохозяйственном производстве // Техніка АПК. – 2000. – № 8. – С. 18-19.
325. Івасюк В., Горбатов В. До питання оцінки технічного рівня та конкурентоспроможності сільськогосподарської техніки // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства: Зб. наук. пр. – К.: УкрНДІПВТ, 2000. – Вип. 3 (17). – С. 175-181.
326. Погорілий Л. Завдання машиновипробувань в реалізації національної системи машин і формуванні технічної політики в агропромисловому комплексі на початок ХХІ сторіччя // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства: Зб. наук. пр. – К.: УкрНДІПВТ, 2000. – Вип. 3 (17). – С. 3-6.
327. Кравчук В., Грицишин М., Коваль С. Стан та проблеми технічного забезпечення виробництва сільськогосподарської продукції // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства: Зб. наук. пр. – К.: УкрНДІПВТ, 2002. – Вип. 3 (17). – С. 6-14.
328. Пастухов В. Проблема оптимізації машинно-тракторних агрегатів і комплексів машин за тріадою показників збереження // Техніко-технологічні аспекти

-
- розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства: Зб. наук. пр. – К.: УкрНДІПВТ, 2001. – Вип. 4 (18). – С. 72-74.
329. Залужний В. Моделювання багатofакторних процесів сільськогосподарського виробництва // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства: Зб. наук. пр. – К.: УкрНДІПВТ, 2000. – Вип. 3 (17). – С. 35-38.
330. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб. наук. пр. / Український науково-дослідний ін-т по прогнозуванню та випробуванню техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва (УкрНДІПВТ).
331. Аграрна техніка / М-во аграрної політики України; концерн "Агропромтепліця". – К., 2002. – 61 с.
332. Цибуля М. Оптимальний строк використання машин // Техніка АПК. – 1999. – № 6-7. – С. 7.
333. Сигалов С. Желтые страницы Интернет. Компьютеры и телекоммуникации. – СПб.: Питер, 1998. – 576 с.
334. Риккарди Г. Системы баз данных. Теория и практика использования в Internet и среде Java: Пер. с англ. – М.: Издат. Дом "Вильямс", 2002. – 488 с.
335. Нидерст Дж. Web-мастеринг для профессионалов. – СПб.: Питер, 2001. – 576 с.
336. Luscher M. The Luscher colour test. – L.-sydncy: pan Books, 1983.
337. Спилбергер Ч. Д. Концептуальные и методологические проблемы исследования тревоги // Стресс и тревога в спорте. – М.: ФиС, 1983.
338. Дубовский Ю. А. Анализ интонации устного текста и его составляющих. – Минск: Вышэйш. шк., 1978.
339. Калита А. А. Интонация констатирующих высказываний // Автореф. дис. ... канд. филол. наук. – К.: Киев. ГПИ иностранных языков, 1984. – 23 с.
340. Панасенко Н. И. Интонационные средства выражения субъективной модальности в английском монологе-рассуждении: Дис. ... канд. филол. наук. – К., 1985.
341. Николаева Т. М. Семантика акцентного выделения. – М.: Наука, 1982.
342. Leontyeva S. F. A Theoretical Course of English Phonetics. – М.: Высш. шк., 1988.
343. Ахманова О. С. Словарь лингвистических терминов. – М., 1969.
344. Український радянський енциклопедичний словник. – К., 1986.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Верлань Анатолій Федорович
Ляшенко Олександр Іванович

**ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ З АДАПТИВНИМ УПРАВЛІННЯМ
ПРОЦЕСАМИ СПРИЙМАННЯ ЗНАНЬ**

МОНОГРАФІЯ

Обкладинка Лук'яненко Л.
Верстка Коломієць А.

Підписано до друку 22.06.2021 р.
Формат 60x84 1/16
Гарнітура Calibri. Друк офсетний.
Папір офсетний. Ум. друк.13,36 арк.
Наклад 300 пр.

Видавництво «Педагогічна думка»
04053, м. Київ,
вул. Січових Стрільців, 52-а, корп. 2;
тел./факс: (044) 481-38-85
4813885@ukr.net

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовників
розповсюджувачів видавничої продукції
Серія ДК № 3563 від 28.08. 2009 р