

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

МР. ШМ - 22.00.00.000 ПЗ

Група ШМ-23-3

Патра Владислав

2024

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інформаційних технологій

Кафедра інженерії програмного забезпечення

Патра Владислав Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 004.942
(індекс)

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Моделі, методи та алгоритми імплементації адаптивної стратегії

навчання

(назва роботи)

Інженерія програмного забезпечення

(назва освітньої програми)

121 - Інженерія програмного забезпечення

(шифр і назва спеціальності)

Патра В.В.

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник **Бандура Вікторія Валеріївна, к.т.н., доцент**

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

доц. **Бандура В.В.**

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль

доц. **Вовк Р.Б.**

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Івано-Франківськ – 2024

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інформаційних технологій

Кафедра інженерії програмного забезпечення

Освітній рівень магістр

Спеціальність 121 – Інженерія програмного забезпечення

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою

ІІЗ

доц.

В.В. Бандура

“ 04 ” вересня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Патрі Владиславу Володимировичу

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема магістерської роботи “Моделі, методи та алгоритми імплементації адаптивної стратегії навчання”

керівник проекту (роботи) Бандура Вікторія Валеріївна, к.т.н., доцент

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 22 ” листопада 2024 р. № 781/7

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 15 грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Теоретичні концепції та формальні моделі побудови та функціонування інформаційних та програмних технологій певного класу

4. Зміст розрахунково - пояснювальної записки(перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналіз предметної області

2. Проблеми адаптивного навчання спеціалістів в контексті Болонського процесу

3. Моделі та методи адаптивного навчання

4. Реалізація стратегії прийняття рішень у навчальній системі

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Розгорнута схема роботи ППТСБ (рис. 1.1)

2. Розгорнута схема роботи ПАНКЗ (рис. 1.2)

3. Розгорнута схема роботи ППР (рис. 1.3)

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Консультант	Підпис, дата
Перевірка на плагіат	доц., к.т.н. Вовк Р.Б.	

7. Дата видачі завдання 04 вересня 2024 р.

Керівник _____

(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назви етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Підбір і вивчення літератури по темі магістерської роботи	15.09.2024	виконано
2	Аналіз концепцій та алгоритмів предметної області	29.09.2024	виконано
3	Проблеми адаптивного навчання спеціалістів в контексті Болонського процесу	15.10.2024	виконано
4	Моделі та методи адаптивного навчання	08.11.2024	виконано
5	Реалізація стратегії прийняття рішень у навчальній системі	20.11.2024	виконано
6	Реалізація функціональності запропонованої інформаційної технології	01.12.2024	виконано
7	Затвердження пояснювальної записки роботи завідувачем кафедри	15.12.2024	виконано

Студент – магістр _____

(підпис)

Керівник роботи _____

(підпис)

АНОТАЦІЯ

Магістерська робота: 97 с., 10 рис., 3 табл., 34 джерела.

Тема: Моделі, методи та алгоритми імплементації адаптивної стратегії навчання

Об'єкт дослідження: моделі та алгоритми імплементації адаптивної стратегії навчання в контексті Болонського процесу.

Мета роботи: удосконалення алгоритму, розробка моделі та механізму проектування тестів та створення баз знань.

Предмет дослідження: методи проектування та підвищення якості комп'ютерних тестів. Визначення критеріїв прийняття рішень в умовах адаптивного навчання.

Результати дослідження:

Визначено критерії прийняття рішень в умовах адаптивного навчання реалізовано стратегію прийняття рішень у навчальній системі.

Висновок:

В результаті виконане дослідження зробило вагомий внесок у розвиток теоретичних і практичних засад адаптивного навчання, розширило можливості автоматизованих навчальних систем і запропонувало ефективні шляхи підвищення якості підготовки фахівців у системі вищої освіти.

АДАПТИВНЕ НАВЧАННЯ, АВТОМАТИЗОВАНІ НАВЧАЛЬНІ СИСТЕМИ, АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ, ЄДИНА СИСТЕМА ТРАНСФЕРІВ І ЗАЛІКОВИХ ОДИНИЦЬ, АДАПТИВНА СТРАТЕГІЯ НАВЧАННЯ.

ANNOTATION

Master's thesis: 97 pp., 10 figures, 3 tables, 34 sources

Topic: Models, methods and algorithms for implementing an adaptive learning strategy

Object of research: models and algorithms of implementation of an adaptive learning strategy in the context of the Bologna process.

Purpose: improvement of the algorithm, development of a model and test design mechanism, and creation of knowledge bases.

Research subject: methods of designing and improving the quality of computer tests. Determination of decision-making criteria in the conditions of adaptive learning

Research results: The criteria for decision-making in the conditions of adaptive learning have been determined, and the decision-making strategy in the educational system has been implemented.

Conclusion: The research made a significant contribution to the development of the theoretical and practical principles of adaptive learning, expanded the possibilities of automated learning systems and offered effective ways to improve the quality of training of specialists in the higher education system.

ADAPTIVE LEARNING, AUTOMATED LEARNING SYSTEMS,
AUTOMATED KNOWLEDGE CONTROL SYSTEMS, UNIFORM SYSTEM OF
TRANSFER AND CREDIT UNITS, ADAPTIVE LEARNING STRATEGY .

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	9
ВСТУП.....	10
РОЗДІЛ 1 . ПРОБЛЕМИ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ СПЕЦІАЛІСТІВ В КОНТЕКСТІ БОЛОНСЬКОГО ПРОЦЕСУ	11
1.1. Системи знань у завданнях управління складними об'єктами і процесами	11
1.2. Аналіз основних моделей представлення знань	15
1.3. Характеристика адаптивного навчання.....	20
1.4. Класифікація методів і засобів адаптивного навчання.....	21
Висновки до розділу.....	26
РОЗДІЛ 2. МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ	27
2.1. Сфера використання адаптивного навчання	27
2.2. Формалізація вимог стандартів навчання	29
2.3. Адаптивна модель знань студента.....	36
Висновки до розділу.....	43
РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ СТРАТЕГІЇ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У НАВЧАЛЬНІЙ СИСТЕМІ	45
3.1. Методи проектування та підвищення якості комп'ютерних тестів.....	45
3.2 Стратегія прийняття рішень в умовах адаптивного навчання	53
3.3. Визначення критеріїв прийняття рішень в умовах адаптивного навчання.....	60
Висновки до розділу.....	65
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	70
ДОДАТКИ	74

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АН –	Адаптивне навчання
АНС –	Автоматизовані навчальні системи
АСКЗ –	Автоматизовані системи контролю знань
АСУ НП	Автоматизована система управління навчальним процесом
АСПР –	„АСПР”
ВНЗ–	Вищий навчальний заклад
ECTS–	Єдина системи трансферів і залікових одиниць
ІПСА–	Інститут прикладного системного аналізу
ІС –	Інтелектуальна система
МЗС –	Модель знань студента
ООА/П –	Об’єктно – орієнтований аналіз та проектування
НІ –	Навчальна інформація
ОПР –	Особа, яка приймає рішення
викладач –	Особа, яка навчає
студент –	Особа, яку навчають
ПАНКЗ –	Підсистема адаптивного навчання та контролю знань
ППР –	Підсистема прийняття рішень
ППТСБЗ –	Підсистема проектування тестів та створення баз знань
СУБД –	Системи управління базами даних

ВСТУП

Однією з найважливіших передумов якісної підготовки фахівців у вищій школі України є організація і управління повноцінною навчально-пізнавальною діяльністю студентів, що спрямована на якісне засвоєння системи знань, умінь і навиків, оволодіння досвідом творчої діяльності. У сукупності засобів, що забезпечують функціонування системи управління якістю підготовки фахівців, важлива роль належить науково обґрунтованому, ретельно спланованому і раціонально організованому контролю та управлінню процесом навчально-пізнавальної діяльності.

Чинні концепції навчання орієнтовані на взаємодію викладача і особи, що навчається, на лекційних, практичних і лабораторних заняттях. При цьому оцінювання рівня засвоєння знань здійснюється на основі суб'єктивних вимог викладача із значним запізненням у часі в період екзаменаційної сесії у формі іспиту або заліку. Відсутність оперативного управління процесом навчання призводить до зниження загального рівня підготовки фахівців. Лише застосування інформаційних технологій дозволяє перейти до диференційованого підходу оцінювання студентів з різним рівнем базової підготовки. При цьому створюються умови ефективної самостійної роботи, за рахунок використання всіх видів пізнавальної діяльності підтримується і розвивається системне мислення студентів, забезпечується систематизація і закріплення навиків та умінь, реалізуються принципи індивідуалізації навчального процесу при збереженні його цілісності.

Відомі комп'ютерні системи навчання та контролю виконують, як правило, окремі наукові і практичні завдання і не орієнтовані на формування комплексної системи інформаційного забезпечення та управління процесом поточного навчання з урахуванням особливостей модульної структури навчальних дисциплін. Тому дослідження, створення та впровадження автоматизованої системи управління навчальним процесом, як програмного

інструмента, для організації контролю знань і прийняття рішень за результатами проведеного контролю щодо комплексного управління навчальним процесом є актуальним.

Досягнення мети включало розв'язання таких **задач**:

1. огляд існуючих способів адаптивного навчання;
2. дослідження проблем адаптивного навчання спеціалістів в контексті Болонського процесу;
3. аналіз та порівняння існуючих моделей та методів адаптивного навчання ;
4. програмна реалізація стратегії прийняття рішень у навчальній системі.

Об'єктом дослідження є моделі та алгоритми імплементації адаптивної стратегії навчання в контексті Болонського процесу.

Предметом дослідження є методи проектування та підвищення якості комп'ютерних тестів. Визначення критеріїв прийняття рішень в умовах адаптивного навчання.

Методи дослідження - механізми проектування тестів та створення баз знань, які забезпечують високу якість навчального контенту та його відповідність сучасним стандартам.

Наукова новизна одержаних результатів.

Запропонована адаптивна стратегія навчання, яка враховує як технічні, так і педагогічні аспекти організації навчального процесу. Використання запропонованих моделей і методів сприяє досягненню оптимального балансу між теоретичними знаннями та практичними навичками, формує у студентів системне мислення та здатність до самостійного навчання.

Практичне значення одержаних результатів.

На основі проведеного дослідження було розроблено інструменти для інтеграції автоматизованих систем контролю знань, що дозволяють здійснювати постійний моніторинг рівня засвоєння навчального матеріалу студентами, а також вчасно виявляти слабкі місця і коригувати процес навчання.

Особистий внесок:

1. Запропоновано механізми проектування тестів та створення баз знань, для забезпечення високої якості навчального контенту та його відповідність сучасним стандартам.
2. Розроблено підходи, моделі та алгоритми, спрямовані на впровадження адаптивної стратегії навчання в умовах сучасного освітнього процесу, зокрема в контексті вимог Болонського процесу.
3. Визначено ключові критерії та розроблено алгоритми для адаптивного управління навчальними системами, які враховують індивідуальні особливості студентів, їхній рівень знань та динаміку засвоєння навчального матеріалу.

Структура магістерської роботи.

Магістерська робота викладена на 97 сторінках друкованого тексту, який складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел (34 найменування). Робота містить 10 рисунків.

РОЗДІЛ 1 . ПРОБЛЕМИ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ СПЕЦІАЛІСТІВ В КОНТЕКСТІ БОЛОНСЬКОГО ПРОЦЕСУ

1.1. Системи знань у завданнях управління складними об'єктами і процесами

На початку створення навчальних систем відповідно до глобальної мети їх побудови під АНС розглядали комплекс програмних і апаратних засобів, призначених для автоматизації процесу навчання [1, 2].

Минув час — і розуміння суті АНС змінилося. У підтвердження можна навести роботи [3], за якими АНС — взаємозв'язаний комплекс засобів інформаційного, математичного і програмного забезпечення, організований на базі комп'ютера і призначений для управління процесом навчання. Через десять років дається визначення АНС вже як функціонально взаємозв'язаного набору підсистем навчально — методичного, інформаційного, математичного і інженерно — технічного забезпечення на базі засобів обчислювальної техніки, призначений для оптимізації процесу навчання в різних його формах і орієнтований на функціонування в діалоговому режимі колективного користування. На сьогодні сформувався ставлення до АНС як до "організованого на базі комп'ютера комплексу засобів технічного, лінгвістичного, навчально — методичного і програмного забезпечення, що призначене для діалогової навчальної взаємодії та є програмною оболонкою, яка пристосована для заповнення навчальним матеріалом користувачем—непрограмістом" [4].

Як бачимо, в різний час давалися схожі визначення АНС, але розставлялися різні акценти. Еволюція систем комп'ютерного навчання — від автоматизації процесу навчання до управління навчанням, потім до оптимізації навчання, і, врешті — решт, до створення оболонок, що підтримують діалог з студентом — відбиває зміну розуміння місця і ролі навчальних систем в освітньому процесі [5].

Враховуючи тенденції розвитку та відповідно до поставленої мети автоматизації навчання, можна дати ще одне визначення: АНС — це інструментальний комплекс, що містить математичне, методологічне і програмне забезпечення і призначений для заповнення знаннями користувачем — непрограмістом, з метою створення навчальної системи і, зрештою, реалізації автоматизованого навчання [6].

Одним з найважливіших аспектів функціонування будь — яких систем є відповідність їх можливостей меті, яка повинна бути досягнута. Будь — яка система, процес, повинен забезпечувати певний результат, виходячи з якого можна пояснити їх функціонування. Системи, яким не властиві ці риси, називаються нецілеспрямованими. Цілеспрямовані системи поділяються на керовані, мету яких встановлює система більш високого порядку, і власне цілеспрямовані, які мають здібності до самостійного цілевизначення [7, 8].

Поняття «мета» тісно пов'язано з поняттям «знання». Так само, як і знання, мета може бути представлена декларативно, — у вигляді описів об'єктів і відносин між ними, і процедурно — у вигляді алгоритмів (процедур), які містять необхідні описи інформаційних елементів і одночасно визначають спосіб їх обробки. В сучасних АСУ НП застосовуються обидва підходи. Знання в АСУ НП організуються так, щоб знання про предметну сферу відділити від інших типів знань системи, таких, як загальні знання про те, як виконувати завдання, або знання про те, як взаємодіяти з користувачем. Виділені знання про предметну сферу називаються базою знань, загальні знання про знаходження способів вирішення завдань називаються механізмами логічного виводу. Програма, яка працює із знаннями, організованими так само, називається системою, заснованою на знаннях [9].

Знання — це результат розумової діяльності людини, спрямованої на узагальнення її досвіду, набутої внаслідок практичної діяльності [10].

Найважливішим елементом системи управління навчанням є модель пам'яті [11]. Завдяки пам'яті людина здобуває нові знання, класифікує і удосконалює набуті.

Людина забуває інформацію, бо не використовує її певний час. Ще 1885 р. психолог Еббінгауз знайшов експериментальну залежність [12], наведену на рис. 1.1, з якої видно, що засвоєна інформація найбільш швидко забувається за перші 9 годин: до 1/3 первинного обсягу.

У роботі [12] вважається, що відсоток зміни в часі L засвоєного матеріалу можна апроксимувати залежністю

$$L(t) = k / \log t, \quad (1.1)$$

де t — час, що пройшов з моменту запам'ятовування інформації;

k — коефіцієнт пропорційності.

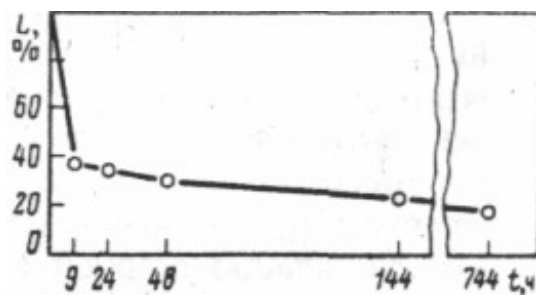


Рис. 1.1. Зміна відсотку утримання сприйнятої інформації в людському мозку з часом (за Еббінгаузом)

Після закінчення певного часу елемент стирається з пам'яті сам собою. Звичайно, його можна відновити. Але при цьому людина не відновлює забутий елемент, а вносить в пам'ять новий елемент, рівнозначний старому. Людина може знайти елементи, пов'язані із забутим, і на основі них відновити забутий елемент, точніше не відновити, а заново знайти джерело інформації.

Аналізуючи моделі накопичення і забування інформації [13], звертаємо увагу на те, що динаміка накопичення інформації залежить від характеру процесу (механічне накопичення або просто зазубрення, накопичення із систематизацією і т.д.). Порівняємо дві моделі — механічне накопичення інформації та накопичення інформації із систематизацією. Для простоти

припустимо, що в обох випадках у початковий момент часу людина не має у своєму розпорядженні ніякої інформації. З початкового моменту часу (початок занять) йому надходить постійний потік інформації M (обсяг інформації за одиницю часу). Інформація, що поступає, запам'ятовується і забувається (втрачається). Обсяг інформації, що надходить, за одиницю часу пропорційний повному обсягу накопиченої до цього моменту часу інформації M . Таким чином у першому випадку обсяг накопиченої інформації залежатиме від часу

$$M = \frac{\mu}{\alpha}(1 - e^{-\alpha t}) \quad (1.2)$$

де α — коефіцієнт пропорційності в потоці інформації, що забувається;

$\frac{1}{\alpha} = \tau$ — характерний час забування, після якого за відсутності потоку,

що надходить, обсяг інформації, що розташовується, зменшується в e раз.

В іншому випадку
$$M = k \frac{\mu}{\alpha} \left[t - \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\alpha} e^{-\alpha t} \right], \quad (1.3)$$

де k — коефіцієнт систематизації знань, що дорівнює довжині систематизованій інформації, віднесеної до характерного часу 4τ .

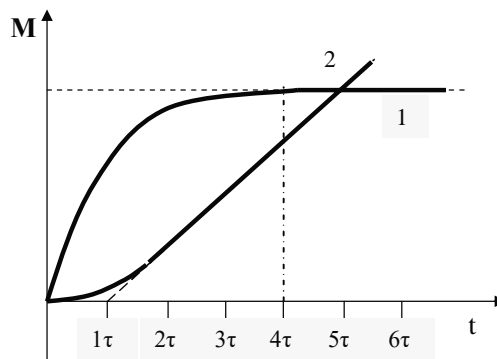


Рис. 1.2. Залежність накопиченого обсягу інформації від часу для різних моделей :

1— зазубрення матеріалу;

2 — систематизація матеріалу.

Графічне відображення залежності для ситуації повної систематизації інформації ($k=\alpha/4$) у співвідношенні (1.3) має вигляд, представлений на рис. 1.2. Залежність $M(t)$ свідчить про те, що на початковому етапі навчання зазубрення

(механічне запам'ятовування матеріалу) призводить до більш швидкого накопичення інформації, ніж при прагненні систематизувати цей матеріал. Але при зазубренні, обсяг інформації, яку має студент, обмежений — «насичення» досягається через проміжок часу $\approx 4\tau$ і складає $M_{\max} = \mu\tau$. У випадку ж систематизації інформації, що надходить, «насичення» її обсягу не прослідковується, а через проміжок часу $\approx 5\tau$, студент накопичує обсяг інформації, що дорівнює M_{\max} , внаслідок чого її обсяг продовжує зростати.

Перевівши тепер відзначені особливості накопичення інформації в площину оцінювання, отримаємо, що «зубрило» (так назвемо особу, яка механічно сприймає інформацію) матиме помітно кращий результат у порівнянні з «мислителем» (особою, що систематизує всю інформацію, яка надходить до нього). Цілком можливо, що результат контролю у «зубрили» теж буде кращим, але кінцевий результат — знання, здобуті за період навчання — у «мислителя» буде кращим і буде зберігатися ця інформація у «мислителя» набагато довше.

Окрім поняття знань в АСУ НП вводиться поняття метазнання (знання про знання). Поняття "метазнання" вказує на знання, що стосуються властивостей знань. Це поняття необхідне для управління базою знань, логічним висновком, ототожненням, навчанням тощо [14].

1.2. Аналіз основних моделей представлення знань

У сучасній інженерії знань не існує достатньо універсальної або типової моделі представлення знань. Різноманітність моделей відображення знань призводить до того, що необхідно вибирати засоби для реалізації того чи іншого завдання. З урахуванням даних, що зустрічаються в різних джерелах [7 – 12], можна запропонувати наступні якісні критерії оцінки моделей представлення знань:

- рівень складності елемента знань, з якими працює модель;

- універсальність представлення знань — можливість описати знання з різних наочних сфер;
- природність і наочність представлення знань при використанні;
- здібність моделі до навчання і формування нових, несуперечливих знань;
- розмірність моделі за обсягом пам'яті, необхідним для зберігання елемента моделі;
- зручність розробки системи на основі моделі.

Знання традиційно поділяють на процедурні і декларативні [15]. Історично первинними були процедурні знання, тобто знання, «розчинені» в алгоритмах. Вони керували даними, і для їхньої зміни було потрібно змінювати програми. Однак пріоритет даних поступово змінювався, і все більша частина знань зосереджувалася в структурах даних (таблиці, списки, абстрактні типи даних), у такий спосіб збільшувалася роль декларативних знань.

Сьогодні знання набули суто декларативної форми, а саме, знання — це речення, записані мовами представлення знань, наближених до природної мови і зрозумілих нефахівцям. Представлення знань є фундаментальним поняттям, що визначає описові можливості систем з базами знань [16]. Рішення про вибір способу представлення знань впливає на будь-яку складову частину таких систем [39]. Представлення знань є засобом опису знань людини і його можливості повинні бути найвищими. Однак, якщо форма представлення дуже складна, то ускладнюється механізм виводу.

Існують десятки моделей (або мов) представлення знань для різних предметних галузей. У більшості випадків виділяють 4 типові моделі [17]: логічна, продукційна, семантична мережа, фреймова.

Логічна модель заснована на класичному визначенні предикатів першого порядку, коли предметна галузь описується у вигляді набору аксіом [18]. Логіка предикатів — наукова галузь, яка називається символічною логікою. Логіка як система конструюється з мови числення предикатів першого порядку, декількох теорем, представлених у термінах цієї мови, що описують відносини, які закладаються в базис логічно повної системи, і правил висновку, які із

заданої групи представлень виводять представлення, що відрізняються від усіх заданих представлень цієї групи [18]. Основними формалізмами представлення предикатів є «терм», що встановлює відповідність знакових символів описуваному об'єкту, і предикат для опису відносини сутностей, у вигляді реляційної формули, що містить у собі терми. Предикат, усі терми якого є термами — константами, називають висловленням. Коли ж кажуть «предикат», то передбачають, що до нього входить терм — змінна. Якщо в предикаті забезпечена можливість застосування природної мови, то він відповідає реченню в найбільш простій його формі, так званому простому реченню. Виходячи з цієї форми, присвоюються символи і синтаксичні правила для визначення предикатних формул, які відповідають звичайному реченню.

Продукційна модель або модель, заснована на правилах, дозволяє представити знання у вигляді речень типу: «Якщо (умова), то (дія)» [19]. Під «умовою» мають на увазі якесь речення-зразок, за яким здійснюється пошук у базі знань, а під «дією» — дії або оператори, виконані при успішному результаті пошуку (вони можуть бути проміжними, виступати далі як умови і цільовими, що завершують роботу системи). Найчастіше висновок на такій базі знань буває прямий (від даних до пошуку мети) чи зворотній (від мети для її підтвердження — до даних). До складу продукційної моделі входить база правил, глобальна база даних, інтерпретатор правил [19]. Базою правил є ділянка пам'яті, що містить базу знань — сукупність знань, представлених у формі правил вигляду «Якщо — то». Глобальною базою даних є ділянка пам'яті, що містить фактичні дані (факти), які описують дані, що вводяться, і стан системи. Інтерпретатор — це механізм висновку, він тим компонентом системи, що формує висновки, використовуючи базу правил і базу даних. Механізм висновку виконує функції пошуку в базі знань, послідовного виконання операцій над знаннями й одержання висновків.

Перші ІС були побудовані саме на основі моделі представлення знань за допомогою продукційних правил. Не зважаючи на всі недоліки таких моделей, ці системи дуже ефективні і продовжують використовуватися і сьогодні.

Семантична мережа — це орієнтований граф, вершини якого — поняття, а дуги — відносини між ними. Семантика, як відомо, — це наука, яка встановлює відносини між символами й об'єктами, що вони позначають, тобто наука, яка визначає зміст знаків. Як поняття в семантичній мережі звичайно виступають абстрактні чи конкретні об'єкти, а відносинами є зв'язки типу: «це», «має частиною», «належить», «любить». Найчастіше в семантичних мережах використовуються наступні відносини:

- зв'язки типу «частина — ціле» («клас — підклас», «елемент — множина», і т.п.);
- функціональні зв'язки (обумовлені звичайно дієсловами «робить», «впливає», ...);
- кількісні (більше, менше, дорівнює, ...);
- просторові (дальше від, ближче від, за, під, над, ...);
- тимчасові (раніш, пізніше, протягом, ...);
- атрибутивні зв'язки (мати властивість, мати значення);
- логічні зв'язки (І, АБО, НІ);
- лінгвістичні зв'язки і т.ін.

Проблема пошуку рішення в базі знань у вигляді семантичної мережі зводиться до завдань пошуку фрагмента мережі, який відповідає деякій під мережі, що відображає поставлений запит до бази знань.

Специфічні властивості семантичних мереж обумовили їхню широку популярність серед дослідників як засіб умовиводу, тому що вони більше за інших відповідають сучасним уявленням про організацію довгострокової пам'яті людини. Для реалізації семантичних мереж існують спеціальні мережеві мови, наприклад NET та ін. Широко відомі експертні системи, які використовують семантичні мережі в якості мови представлення знань — PROSPECTOR, CASNBT, TORUS [20].

Серед різних понять і моделей знання особливий інтерес викликає модель "проекціювання", в якій знання розглядається, як проекція об'єкту в певному ракурсі [43]. Ця модель цікава тим, що вона явно містить у собі фігуру

"спостерігача", або "позицію", формальні операції і засоби роботи з об'єктом і його зображеннями, зокрема, за різними правилами. Тим самим "модель проектування" є ключовою ідеєю для побудови "змістовної логіки", альтернативної "формальній логіці". При цьому центральним є метод Г. Крона [21]. Цікавою є спроба використовувати апарат Крона при створенні баз знань [22]. Знання розглядається як результат "взяття" об'єкта з "певного боку" у формі певної його проекції.

Знання організуються в пам'яті комп'ютера у вигляді достатньо великої сукупності певним чином структурованих даних, що є стереотипними ситуаціями [22]. Ці структури даних, що запам'ятовуються, отримали назву "фрейми". З кожним фреймом асоційована інформація різних видів. Одна її частина вказує, яким чином слід використовувати даний фрейм, інша — що ймовірно, може спричинити за собою його виконання, третя — що слід зробити, якщо ці очікування не підтвердяться.

Модель представлення знань на базі фреймів дала початок технології об'єктно-орієнтованого аналізу і проектування (ООА/П), яка останнім часом швидко розвивається [23]. Можна сказати, що, успадкувавши всі переваги МПЗ на базі семантичних мереж і МПЗ на базі фреймів, об'єктно-орієнтована МПЗ є в даний час наймогутнішим апаратом, що забезпечує формалізований опис знань у різних наочних сферах.

Розвиток технології ООА/П спричинив до створення спеціалізованих лінгвістичних засобів, таких як, наприклад, мова UML (Unified Modeling Language), призначених для опису і розробки моделей практично будь-якої складності [24]. Спеціальні мови представлення знань в мережах фреймів FRL (Frame Representation Language) і інші дозволяють ефективно будувати промислові ЕС. Широко відомі такі фреймо-орієнтовані експертні системи, як ANALYST, МОДІС.

Усі з вище перерахованих моделей знань мають ряд переваг і недоліків. При цьому будь-яка з них може бути зведена до іншої, наприклад, семантичну мережу можна зобразити за допомогою фреймів і навпаки. Основні відмінності

полягають у зручності представлення знань для людини і для подальшої їх обробки з використанням комп'ютерних засобів. Основним завданням на даний момент є створення гібридних систем, заснованих на різних моделях представлення знань і пошук компромісу між зручністю представлення знань і швидкістю їх обробки стосовно систем, заснованих на знаннях.

1.3. Характеристика адаптивного навчання

Адаптивне навчання розвивається у межах сучасного підходу до проблеми навчання, запропонованого Гордоном Паском і розвинутого Л.А. Растрігіним.

Базовим методом є підхід Л.А. Растрігіна, за яким процес навчання розглядається як процес управління складним об'єктом. У цьому випадку студент виступає як об'єкт управління, а викладач або навчальний пристрій — як джерело управління управлінського пристрою. Схема процесу навчання зображена на рис. 1.3. “Викладач” подає на вхід “студента” порцію НІ U ; Y — стан “студента”, що подається на давач (тест); Y' — інформація про стан “студента”, отримана “викладачем”. “Викладач” повідомляє мету навчання Z^* і ресурси R , які він має для навчання.

Представимо процес навчання у вигляді послідовності кроків або занять, що відбуваються відповідно в моменти часу t_1, t_m . На N занятті викладач повідомляє студенту деяку порцію НІ.

Студент вивчає її, а на наступному занятті відбувається контроль, результати якого подаються у вигляді YN . Використовуючи результати контролю YN , викладач визначає нову порцію НІ, яку повідомляє студентові на черговому $(N+1)$ занятті. Таким чином, процес навчання—це обмін інформацією між студентом і викладачем, причому YN —реакція студента на навчальну дію UN викладача.

Ймовірно, що такого роду об'єкт управління є складним об'єктом і до управління ним можуть застосовуватись всі відомі принципи управління складними об'єктами [13].

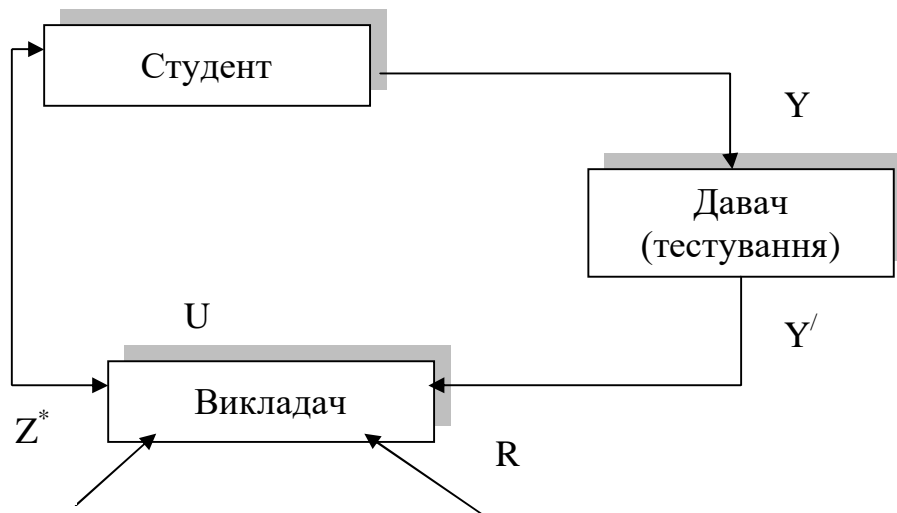


Рис. 1.3. Схема процесу навчання

1.4. Класифікація методів і засобів адаптивного навчання

Моделі адаптивного навчання [12] реалізуються в процесі навчання, в якому складність завдань змінюється у залежності від того, як студент засвоює навчальний матеріал. Можна сказати, що адаптивна модель нагадує викладача на іспиті — якщо студент відповідає на поставлені запитання, впевнено і правильно, викладач достатньо швидко ставить йому позитивну оцінку. Якщо студент починає «плавати», то викладач задає йому додаткові або навідні запитання того ж рівня складності або за тією ж темою. І, нарешті, якщо студент із самого початку відповідає погано, оцінку викладач теж ставить достатньо швидко, але негативну. Дані моделі застосовуються для навчання за допомогою комп'ютера, оскільки на паперовому бланку неможливо наперед розмістити стільки запитань і в тому порядку, скільки і в якому вони повинні бути пред'явлені студенту.

Слово “метод” у перекладі з грецької означає “дослідження, спосіб, шлях досягнення мети”. Етимологія цього слова позначається і на його трактуванні як наукової категорії. Так, наприклад, у філософському енциклопедичному словнику [58] під методом в загальному значенні розуміють “спосіб досягнення

певної мети, сукупність прийомів або операцій практичного або теоретичного освоєння дійсності”.

Аналіз літератури [14] показує, що в ХХ столітті дискусії про те, як найбільш ефективно, організаційно і методично правильно побудувати процес навчання у вищій школі, не завершилися. Так, у підручниках для педагогічних вузів 70-х років за основу взято положення про те, що будь-яке педагогічне явище містить чотири компоненти: суб'єкт, об'єкт, мету діяльності, предмет спільної діяльності (речі, властивості, відносини, які існують в об'єктивній реальності, а також знання про них, які є продуктом культурного розвитку).

При такому підході поняття “метод” як педагогічна категорія характеризується через зміну в часі всіх чотирьох компонентів:

- метод як сторона діяльності суб'єкта;
- метод як сторона діяльності об'єкта педагогічної дії;
- метод залежно від поставленої загальної і окремої мети діяльності;
- метод як характеристика структури і форми предмета їх спільної діяльності.

На основі останнього аспекту формулюється достатньо складне визначення: “Метод навчання це спосіб управління (з боку суб'єкта) процесом формування індивіда або групи (оскільки педагогічно усвідомлена дія є одним із загальних чинників такого формування) через надання певної форми і структури предмета їх спільної діяльності відповідно до переслідуваної мети. Отже, метод є засобом управління внаслідок вибору суб'єктом педагогічно доцільних форм фіксації змісту і способів розгортання цього змісту” [11].

В адаптивному навчанні методи виконують такі функції: навчальну (реалізують на практиці мету навчання); розвивальну (задають темп і рівень розвитку студентів); виховну (впливають на результати виховання); спонукальну (виступають як засіб спонукування до навчання); контрольну — корегувальну (діагностика і управління процесом навчання).

Однією із суттєвих проблем сучасної вищої школи є представлення чинних методів навчання із системних позицій. На сьогодні щодо цього немає єдиної

точки зору. У зв'язку з тим, що різні автори при розподілі методів навчання на групи і підгрупи використовують різні ознаки, існує ряд класифікацій.

Із розширенням сфери застосування нових інформаційних технологій традиційні моделі навчання доповнюються відеорядом і мультимедійним навчанням, які сприяють зануренню студентів у предмет шляхом показу способу виконання запропонованих завдань по лінії “людина — комп'ютер”.

У сучасній науці не існує жорсткої класифікації засобів навчання. Зацікавленість викликає класифікація засобів навчання, запропонована в публікації, в якій пропонується класифікувати засоби навчання відповідно до рівнів реалізації змісту освіти. Відповідно до запропонованої класифікаційної ознаки виділяються чотири групи засобів навчання. До першої групи належать засоби, розроблені для створення орієнтовної основи діяльності студента: комп'ютерні і комп'ютеризовані підручники, навчальні посібники тощо. В другу групу виділяються засоби навчання, орієнтовані на набуття студентами знань у певній предметній сфері: АНС, ЕНС і АСПР, АСКЗ, комп'ютерні задачники, лабораторні практикуми і навчальні програми. Перераховані засоби застосовуються для автоматизованого адаптивного навчання, комплексного оцінювання знань і управління пізнавальною діяльністю. В третю групу входять комп'ютерні засоби, що використовуються для формування у студентів в процесі навчання необхідних професійних навиків і умінь. До них належать системи автоматизованого проектування (САПР), що забезпечують формування необхідних професійних навичок і умінь у процесі виконання завдань з курсового і дипломного проектування, а також проектування технічних об'єктів; автоматизовані системи наукових досліджень, що розробляються і використовуються в освітньому процесі для отримання навиків виконання завдань дослідницького характеру; комп'ютерні функціональні та комплексні тренажери, які дозволяють сформувати у майбутніх фахівців риси, які визначаються їх професійною діяльністю. До четвертої групи належать засоби, застосування яких можливо для вирішення декількох дидактичних завдань одночасно. Це автоматизовані бібліотечні системи, автоматизовані довідкові

системи, інформаційно — пошукові системи, інформаційно — розрахункові системи, банки даних і БЗ, універсальні СУБД, які забезпечують можливість роботи з готовими професійними і навчальними базами даних; електронні таблиці, математичні пакети і засоби мультимедіа дозволяють виконати значну частину прикладних навчальних завдань.

Наведені чинні класифікації навчальних систем показують їх неоднозначність. Враховуючи вищезгадане, пропонується класифікація методів (табл. 1.1) та засобів (табл. 1.2), які застосовуються в адаптивному навчанні за структурою і параметрами, що наводить на думку про те, що вони повинні створюватися за принципом відкритої архітектури на основі модульної структури.

Таблиця 1.1

Класифікація методів адаптивного навчання

Адаптивне навчання	Групи методів	Методи АСПР	Функції
	Навчання	Набуття знань	Навчальна
	Формування вмінь та навиків для використання знань на практиці	Формування вмінь та навиків	Розвивальна
		Використання знань	Виховна, спонукальна
		Творча діяльність	
	Закріплення		
Діагностика	Перевірка знань, умінь, навиків	Контрольно-корегувальна	

Аналіз тенденцій розвитку і проблем однієї з актуальних сфер сучасних інформаційних технологій — АСУ НП доводить, що сучасний етап їх розвитку пов'язаний, перш за все, з використанням досягнень у галузі інженерії знань і тих можливостей, які надають комп'ютерні засоби навчання.

Таблиця 1.2

Класифікація засобів адаптивного навчання

Засоби	Структура	Параметри	Функції
Автора	Цикл Дисципліна Модуль Тест	Тексти, таблиці, формули, схеми, запитання, відповіді, рисунок, відео тощо	Наповнення та редагування предметної сфери
ОПР	Розробник навчальних курсів Адміністратор Викладач	Шкала, критерії оцінювання Протоколи результатів оцінювання	Управління пізнавальною діяльністю, формування моделі знань, аналіз результатів тестування
Студента	Новачок Невстигаючий Встигаючий Відмінник Практик	Оцінка. Рівень відновлення знань. Частка невикористаного часу, виділеного на тестування	Відповідь на запитання, вибір порядку тестування та побудова моделі поточних знань
Електронні навчально- методичні посібники	Каталог Файл	RTF-файл HTML-файл	Створення електронних версій навчального матеріалу
WEB- сервер	Сайт Тестер	Обсяг пам'яті Швидкість обробки даних	Організація видаленої роботи студента та ОПР з АСПР
Сервер даних	БД студентів, БД результатів тестування, БД предметного накопичення	Обсяг пам'яті Швидкість обробки даних	Формування БД студентів, БД результатів тестування, БД предметного накопичення

Висновки до розділу

Розвиток Internet і телекомунікаційних технологій не тільки відкриває нові можливості для отримання освіти, але й дозволяє навчальним системам вийти на якісно новий рівень надання освітніх послуг за рахунок об'єднання обчислювальних можливостей комп'ютерних мереж.

Наведені чинні класифікації навчальних систем та показано їх неоднозначність. Апаратні і програмні рішення в сучасних мережевих системах навчання і контролю знань орієнтовано на розв'язання окремих завдань. Вперше виконано класифікацію методів та засобів, які застосовуються у навчанні, за структурою і параметрами, що дає право зробити висновок, що подібні структури повинні створюватися за принципом відкритої архітектури на основі модульної структури.

Аналіз відомих навчальних систем та інструментальних засобів для їх створення довів, що більшість навчальних систем або взагалі не мають каналу зворотного зв'язку, або не містять можливості адаптації процесу навчання до рівня знань і умінь студентів.

5. Опубліковані результати дозволяють зробити висновок щодо необхідності удосконалення методів і алгоритмів взаємодії компонентів АСУ НП, які орієнтовано на виконання розподілених операцій з можливістю налагодження систем на різні методики навчання. Обґрунтовано доцільність розробки способів і алгоритмів організації контролю знань, заснованих на формальних методах аналізу і диференційованої оцінки відповідей студентів.

6. Загальне завдання дослідження формулюється як розробка методології побудови, методів формалізації складових процесу навчання і контролю знань та прийняття рішень в умовах адаптивного навчання з використанням комп'ютеризованих систем.

РОЗДІЛ 2. МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ

2.1. Сфера використання адаптивного навчання

Розподіл засобів адаптивного навчання на вказані вище групи є певним чином умовним, оскільки кожний з них може бути переорієнтований на рішення інших, у тому числі, окремих дидактичних завдань.

Аналіз адаптивних навчальних систем показує [19], що політика розвинених держав у наукових дослідженнях спрямована на організацію сумісних проектів з метою об'єднання вчених цих країн і Європейського Союзу в єдиний дослідницький простір (ERA). Саме з метою формування такого міжнародного союзу вчених і створюється програма з підтримки сумісних проектів вчених різних країн Європи. Головною увагою сучасних Європейських розробок у сфері освіти є проблема доступу до даних. З цією метою вже функціонує декілька проектів у сфері автоматизованих навчальних систем, а саме:

1. “Навчання для всіх“ містить 10 проектів, серед яких: розробка систем доступу для груп людей, залишених без уваги: емігрантів, домогосподарок, засуджених; тематична мережа, де створюється карта сервісів дистанційного навчання в мережі Інтернет; підтримка механізмів оплати для проектів дистанційного навчання тощо

2. “Технології навчання завтрашнього дня“ містить 10 проектів:

- WEBLABS — модельне конструювання в галузі математики і фізики;
- FLIC і CRAFT — нові способи тренування знань іноземних мов;
- TRACKING — оцінка ефективності технології навчання за допомогою тестування до і після навчання тощо.

3. “Самонавчання в професійній діяльності“ містить 24 проекти у сфері підвищення кваліфікації і вивчення спеціалізованих курсів:

- ELSA — автоматизована система, через яку студенти можуть дістатися до навчальних курсів;

- CBLPET — курси інженерів у сфері нафтовидобутку;
- ICIS — навчання у сфері інформаційних технологій тощо.

Адаптивне навчання реалізується в межах єдиного середовища ОРОКС, де забезпечується цільове і логічне об'єднання різних інформаційних ресурсів через механізм роботи мережі Інтернет з електронними навчальними планами, в яких дисципліна розписується на рівні занять, забезпечених всією необхідною підтримкою для успішного засвоєння студентом програми курсу.

Розвинутою програмною розробкою є навчальний комплекс системи „КАДІС” з методів оптимального проектування в машинобудуванні. Система містить декілька десятків навчальних комплексів з різних навчальних дисциплін. Одним з них є комплекс „Оптимізація”. Він призначений для підтримки курсів із САПР [18].

Оболонка „РАКЕЛЬ” це система інваріантна предметові навчання. Налагодження оболонки на предметну сферу здійснюється за допомогою бази знань і бази даних, які створюються інженером - фахівцем і викладачем.

Функціонування оболонки „РАКЕЛЬ” в режимі комп'ютерного курсу базується на організації навчання як інформаційного процесу формування знань у суб'єкта навчання (студента) під керівництвом викладача. Навчання як інформаційний процес складається з операцій, кожна з яких характеризується алгоритмом, вхідною і вихідною інформацією. Сукупність операцій, які мають загальне цільове призначення, об'єднуються в етапи: етап накопичення інформації (оволодіння інформацією); етап вироблення розуміння накопиченої інформації; етап вироблення вміння виконувати типові завдання предмета; етап контролю знань.

Процес навчання розглядається як об'єкт управління в навчальній системі, управлінська частина якої формує модель поточного стану знань і реалізує алгоритм управління, тобто алгоритм вироблення поточного завдання студентові на основі порівняння моделей поточного і необхідного рівнів знань, які у свою чергу формуються викладачем на основі аналізу і декомпозиції процесу навчання і заноситься в БЗ на етапі генерації комп'ютерного курсу.

Комп'ютеризований адаптивний тест (CAT) — це тест, який пристосовується до можливостей студента.

Адаптивна тренувальна система ATS (Adaptive Training System) відображає стан знань студента і його перехід у стан експерта, таким чином пропонуючи адаптивне навчання залежно від його стилю [21].

Формальні мови і середовище автоматів FLUTE (Formal Languages and aUTomata Environment) включає такі компоненти, як рівень поточних знань, поточний прогрес, час і кількість спроб при виконанні завдання, поведінка студента, ініціатива [22].

Під час досліджень адаптивних навчальних систем було встановлено, що деякі з них не використовують модель студента, що знижує якість навчального процесу і не дозволяє організувати адаптивне навчання. Більшість систем реалізована на базі оверлейних — векторних і мережевих моделей (графи знань). Проте вони не відображають всю необхідну інформацію, і, як правило, визначають тільки рівень знань.

Досить рідко враховуються психологічні характеристики того, хто навчається, або, якщо вони і беруться до уваги, то лише одна або дві. Для розробки адаптивних комп'ютерних систем навчання найзручнішим видається використання змішаної структури моделі студента.

2.2. Формалізація вимог стандартів навчання

У системі професійної освіти України первинні посади для кожної кваліфікації здебільшого визначаються за одним з основних нормативно-правових документів сфери праці та соціального захисту — „Довідником кваліфікаційних характеристик професій працівників”. У „Довіднику” представлено кваліфікаційні характеристики посад, тобто переліки завдань і обов'язків, які мають виконувати працівники, вимоги до їх професійних знань, освітнього та освітньо-кваліфікаційного рівнів. На підставі кваліфікаційних характеристик (вимог сфери праці) та вимог до соціальнозначущих рис та

якостей випускника вищого навчального закладу (вимоги суспільства) формується компетентнісна модель фахівця у вигляді складової системи стандартів вищої освіти — освітньо-кваліфікаційної характеристики (ОКХ).

У цій складовій визначаються місце фахівця в структурі галузей економіки держави, вимоги до його компетентності, інші соціально-важливі якості, і головне, відображаються завдання вищої освіти та професійної підготовки у формі системи умінь вирішувати певні завдання діяльності (рис. 2.1).

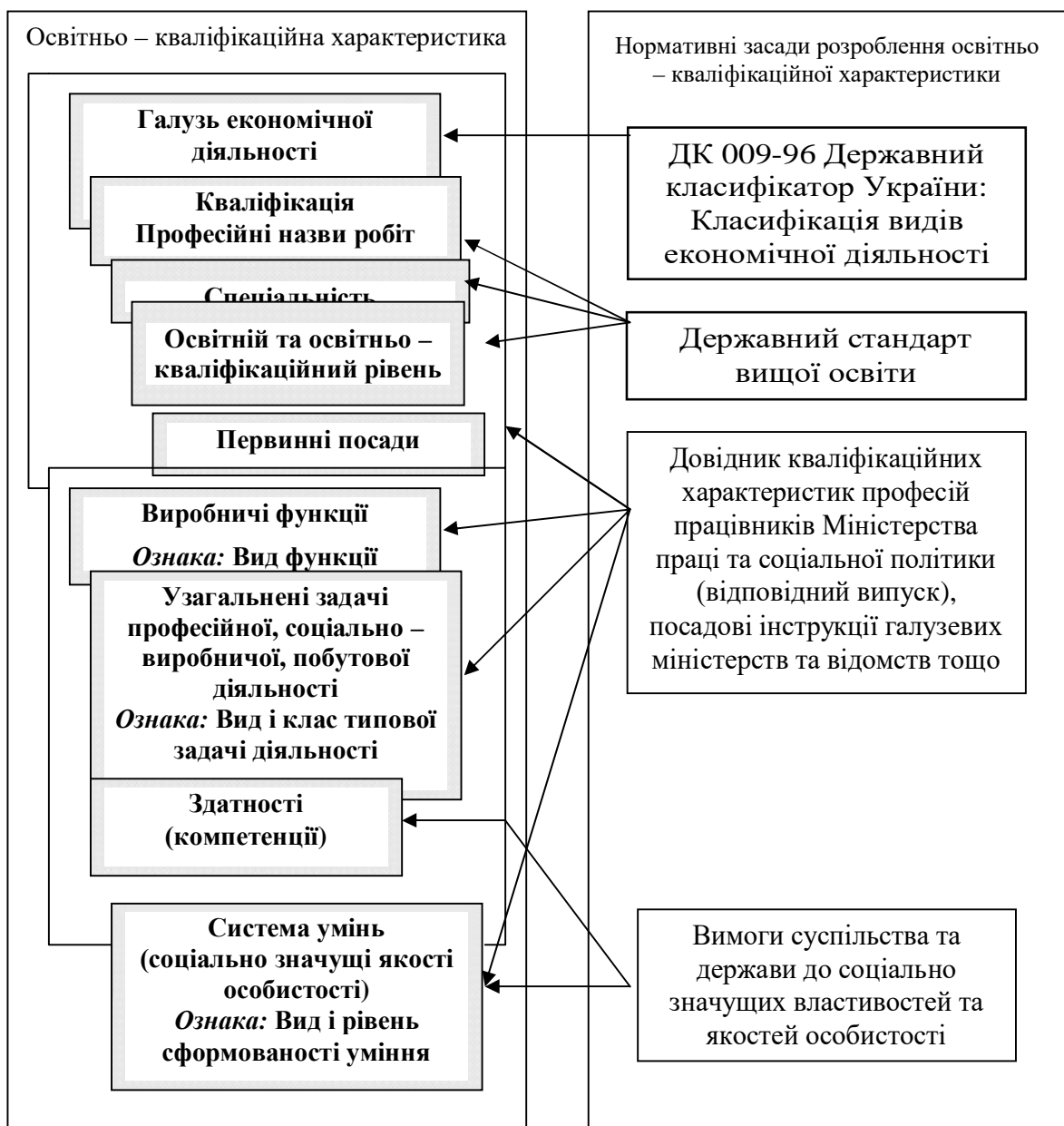


Рис. 2.1. Структура освітньо-кваліфікаційної характеристики

ОКХ, тобто модель фахівця, має бути трансформована у модель підготовки цього фахівця, що також подається у вигляді складової системи стандартів вищої освіти — освітньо-професійної програми підготовки (ОПП). В останній установлюються вимоги до змісту, обсягу і рівня освіти й професійної підготовки фахівця (у формі системи модулів змісту навчання, точніше, назв змістових модулів) та нормативний термін навчання відповідно до визначеного рівня професійної діяльності (рис. 2.2).

Завдання навчальної дисципліни (а також її місце в навчальному процесі, очікувані результати дидактично обґрунтованої діяльності викладача і навчальної діяльності тих, хто навчається, узагальнений опис навчальних ситуацій у конкретних умовах вивчення певної дисципліни, формулювання суті дидактичних проблем і відомості щодо можливих шляхів їх вирішення у межах реалізації навчального плану, міждисциплінарні зв'язки тощо) мають ґрунтуватися на результатах аналізу цільової настанови та містити зрозумілі для тих, хто навчається, умови досягнення цілей навчальної дисципліни.

Ці умови закладено в модульно-кредитній системі, яка має за мету:

- досягнення відповідності стандартам європейської системи освіти, яка виходить із знань, умінь і навичок, що є надбанням випускника;
- використання українських освітніх кваліфікацій європейським ринком праці;
- затвердження загальноприйнятої і порівняльної системи освітньо-кваліфікаційних ступенів;
- впровадження стандартного додатку до диплома, модель якого було розроблена Європейською Комісією, Радою Європи і UNESCO/CEPES і який містить детальну інформацію про результати навчання випускника;
- стимулювання викладачів і студентів вищих навчальних закладів до вдосконалення системи об'єктивного оцінювання якості знань;
- забезпечення “прозорості” системи вищої освіти і відповідного академічного і професійного визнання кваліфікацій [23].

Кредитно-модульній системі, як невід'ємному атрибуту Болонської декларації, надаються дві основні функції [24]:

– перша — сприяння мобільності студентів і викладачів і спрощення переходів з одного ВНЗ до іншого;

– друга — акумулююча, чітке визначення обсягів проведеної студентом роботи з урахуванням усіх видів навчальної і наукової діяльності.

Відповідність освітніх послуг вимогам стандартів вищої освіти визначається під час акредитації напрямів та спеціальностей, атестації і професійної сертифікації випускників вищого навчального закладу.

При цьому застосовуються засоби діагностики якості вищої освіти — стандартизовані методики об'єктивного оцінювання якості освіти, яку особа набула в результаті реалізації освітньо-професійної програми підготовки вищим навчальним закладом, та визначення ступеня відповідності показників вищої освіти вимогам освітньо — кваліфікаційної характеристики за критеріями досягнення остаточних завдань освіти та професійної підготовки.

Засоби діагностики якості вищої освіти також є складовою системи стандартів вищої освіти (рис. 2.3).

Новим для освіти України є те, що як засіб діагностики введено критеріально-орієнтовані тести і психодіагностичні методики, спрямовані на вимірювання й оцінювання повноти, системності й рівня професійних знань, а також дієвості й самостійності випускників навчальних закладів, що дає змогу порівняти рівень їх досягнень у процесі підготовки з еталонними вимогами освітньо-кваліфікаційних характеристик.

Основними елементами кредитно-модульної системи є модулі і кредити. Модулі конструюються як системи навчальних елементів, з'єднаних ознакою відповідності певному об'єкту професійної діяльності. Останній розглядається як деякий обсяг навчальної інформації, що має самостійну логічну структуру, зміст і дозволяє оперувати цією інформацією в процесі розумової діяльності студента.

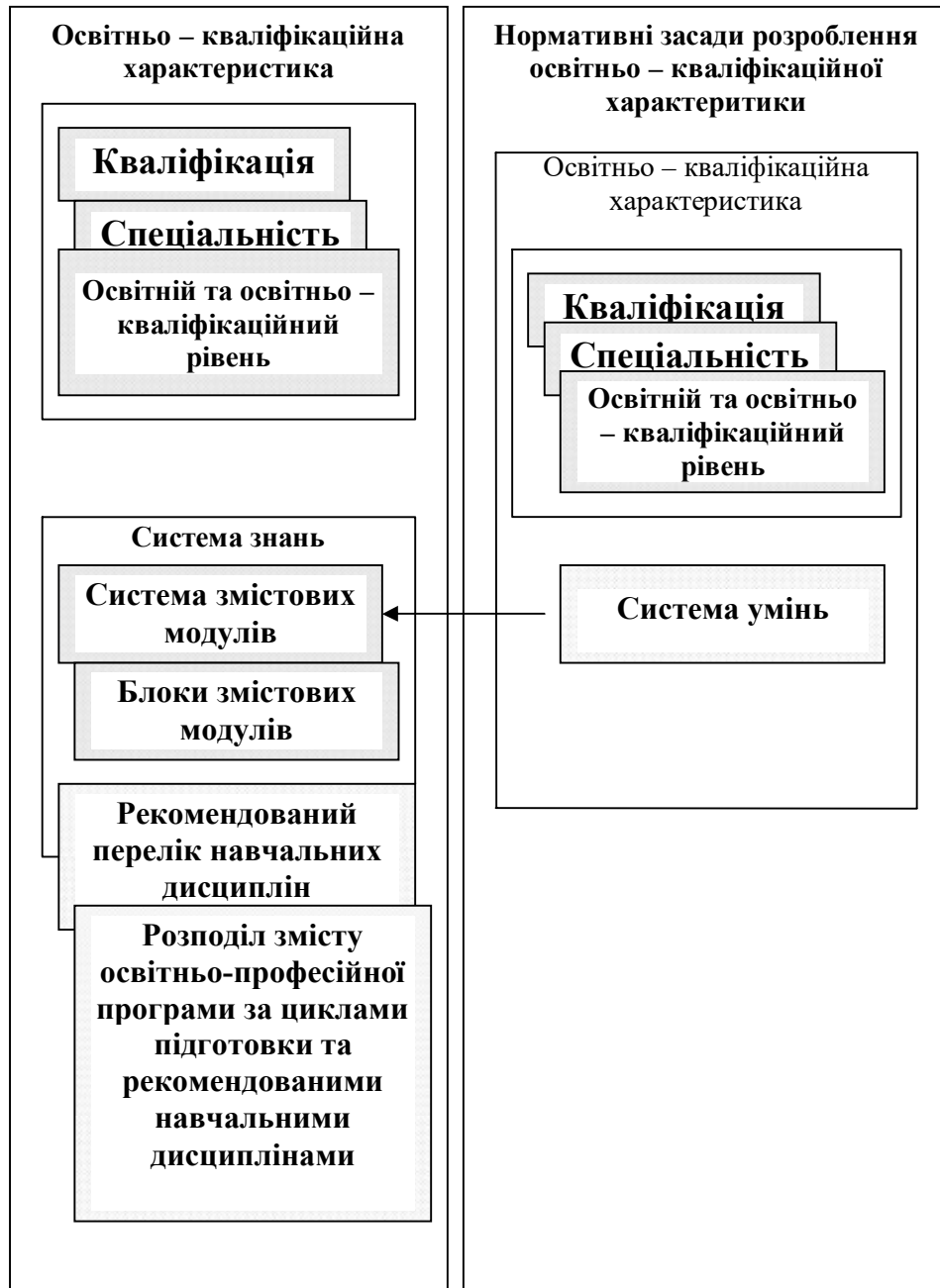


Рис. 2.2. Структура освітньо — професійної програми

Кредит (credit) — умовна одиниця вимірювання навчального навантаження студента при вивченні складової навчальної програми або окремої дисципліни (курсу), виконаної студентом під час навчання. Кредит — мінімальна одиниця, яка точно документується, часто означає навчання упродовж тижня (суму аудиторної і самостійної роботи студента) [25].

Кредити єдиної системи трансферів і залікових одиниць (ECTS) являються кількісним еквівалентом оцінки (від 1 до 60), призначеної для елементів

навчального плану, щоб охарактеризувати навчальне навантаження студента, яке потрібне для завершення навчання.

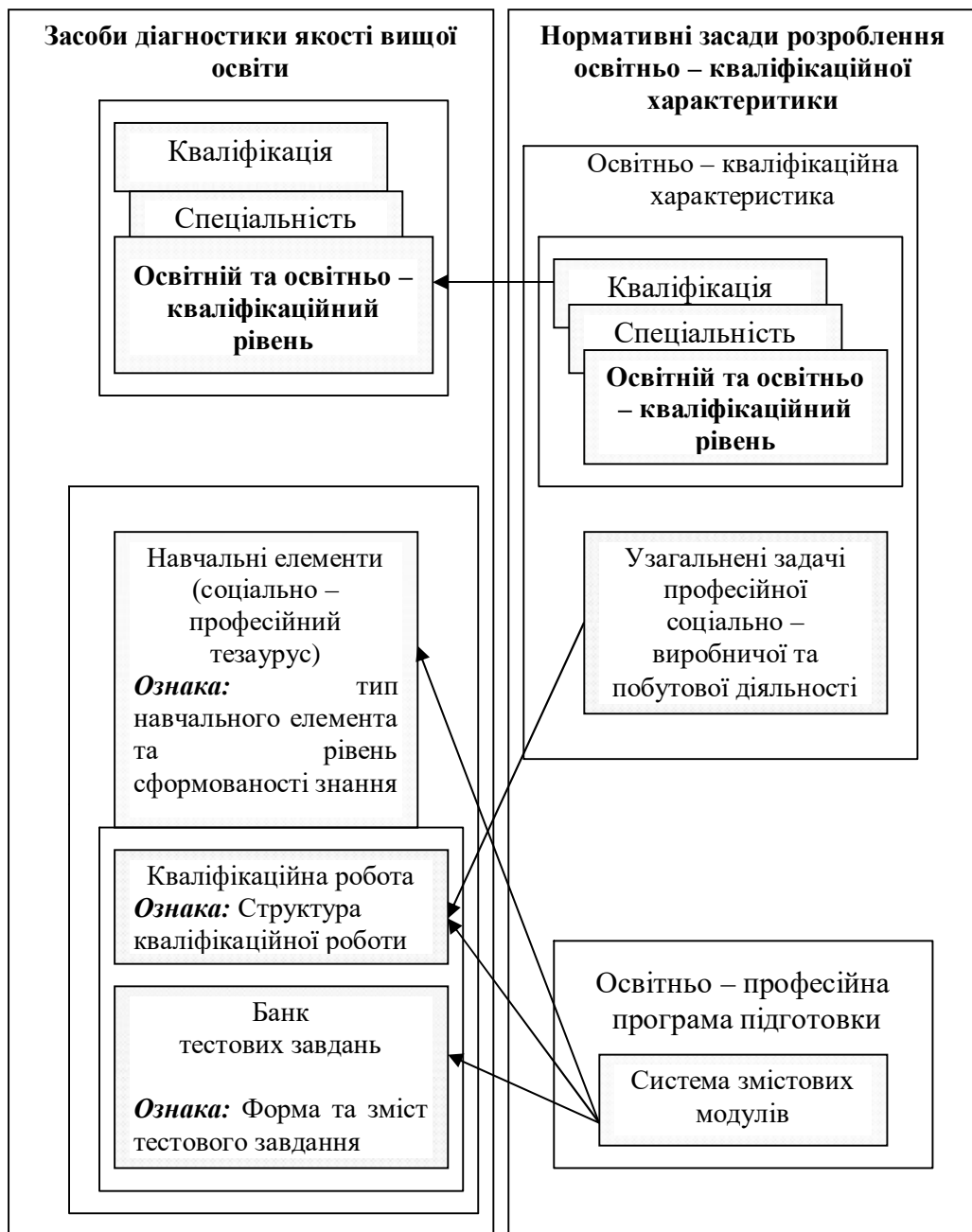


Рис. 2.3. Структура засобів діагностики якості вищої освіти

При кредитно — модульній системі організації навчального процесу у ВНЗ зміст навчальних дисциплін розподіляється на змістовні модулі, які мають бути вивчені студентом та оцінені викладачем.

Студент інформується про результати оцінювання навчального модуля, як складової підсумкового оцінювання засвоєння навчальної дисципліни.

Підсумкове оцінювання засвоєння навчального матеріалу дисципліни визначається без проведення семестрового іспиту (заліку) як інтегрована оцінка засвоєння всіх змістовних модулів з урахуванням «вагових коефіцієнтів».

До знань, які набув студент, додаються знання щодо майбутньої діяльності — про методи та прийоми вирішення завдань діяльності. Відповідно до завдань навчання навчальний процес будується таким чином, що забезпечує поетапне, з урахуванням закономірностей, формування пізнавальної діяльності і переведення тих, хто навчається, з вихідного рівня навченості до необхідного.

Діяльність, а точніше уміння діяти, є однією з основних системоутворювальних ознак сучасних систем праці та вищої професійної освіти. Завданнями навчання стають тільки уміння, а знання є науковим змістом навчання. Відповідно до встановлених завдань навчання (системи умінь) здійснюється відбір знань про об'єкти та процеси, що є необхідними для умінь.

Прийняття на озброєння вимог стандартів навчання і критеріїв прийняття рішень створює принципові передумови до того, щоби досягти у кожного студента максимальної, теоретично найвищої якості знань при мінімальній витраті часу і сил самого студента і викладача.

Найефективнішим способом організації управління навчанням, прийняття рішення та підвищення якості процесу навчання є адаптивний підхід. При цьому адаптивна система налагоджується під студента, встановлюючи черговість та інтенсивність вивчення матеріалу, з урахуванням досягнутих студентом результатів. Під час індивідуального контакту викладача зі студентом важливо мати інструмент для контрольного тестування рівня засвоєння знань. Контроль проводиться особами, що приймають рішення, і не впливає на оцінку, він дозволяє побачити стан підготовки кожного і внести відповідні корекції в навчальний процес [25].

Успішне керівництво і управління підготовкою фахівців потребує здійснення цієї діяльності за певною системою і зрозумілим способом. Успіх може бути досягнутий в результаті впровадження та інформаційної підтримки системи менеджменту, спрямованої на постійне поліпшення діяльності [88]. Структурна схема процесів управління якістю підготовки фахівців у ВНЗ наведена на рис. 2.4.

Стандарти сімейства ISO 9000 виділяють основні принципи менеджменту якості, що можуть використовуватися для підвищення ефективності процесу підготовки фахівців: орієнтація на споживачів; роль керівництва; залучення наукових і педагогічних кадрів для використання їх здібностей з максимальною ефективністю; підхід до управління навчальною діяльністю і необхідними для неї ресурсами, як до процесу; системний підхід до менеджменту; постійне поліпшення; прийняття рішень, засноване на фактах; взаємовигідні відносини з установами, які постачають абітурієнтів.

Об'єктами комплексної системи управління функціонуванням Вузу є навчальна діяльність, наукова діяльність, аспірантура і докторантура, інформаційно-бібліотечне обслуговування студентів і співробітників, кадрова робота, система оплати праці і заохочення працівників за високі трудові досягнення, діловодство і обіг документів, господарське обслуговування і матеріально — технічне забезпечення, заходи з охорони праці тощо. Матеріали мають два варіанти доступу: загальний — для зовнішніх користувачів; внутрішній — за рівнями доступу для певних категорій користувачів.

2.3. Адаптивна модель знань студента

Для того, щоб отримати можливість сформулювати адаптивну модель знань студента (АМЗС) необхідно розглянути схему процесу адаптивного навчання (рис. 1.3) і відповідність АСПР цій схемі (рис. 2.5). Схема, наведена на рис. 2.5 спрощена і формальна. Вона не враховує (і не може враховувати) ті особливості, які накладає на реальний процес навчання участь у ньому людини.

Але ця схема дає загальне уявлення про предмет обговорення. Відповідно до мети навчання пристрій управління виробляє набір управлінських дій на студента (наприклад, виклад навчального матеріалу або видача контрольного завдання). Зворотня реакція студента (уточнювальне запитання, відповідь тощо) через канал зворотнього зв'язку передається пристрою управління і дозволяє йому корегувати управлінські дії для досягнення бажаного результату (п. 1.3).

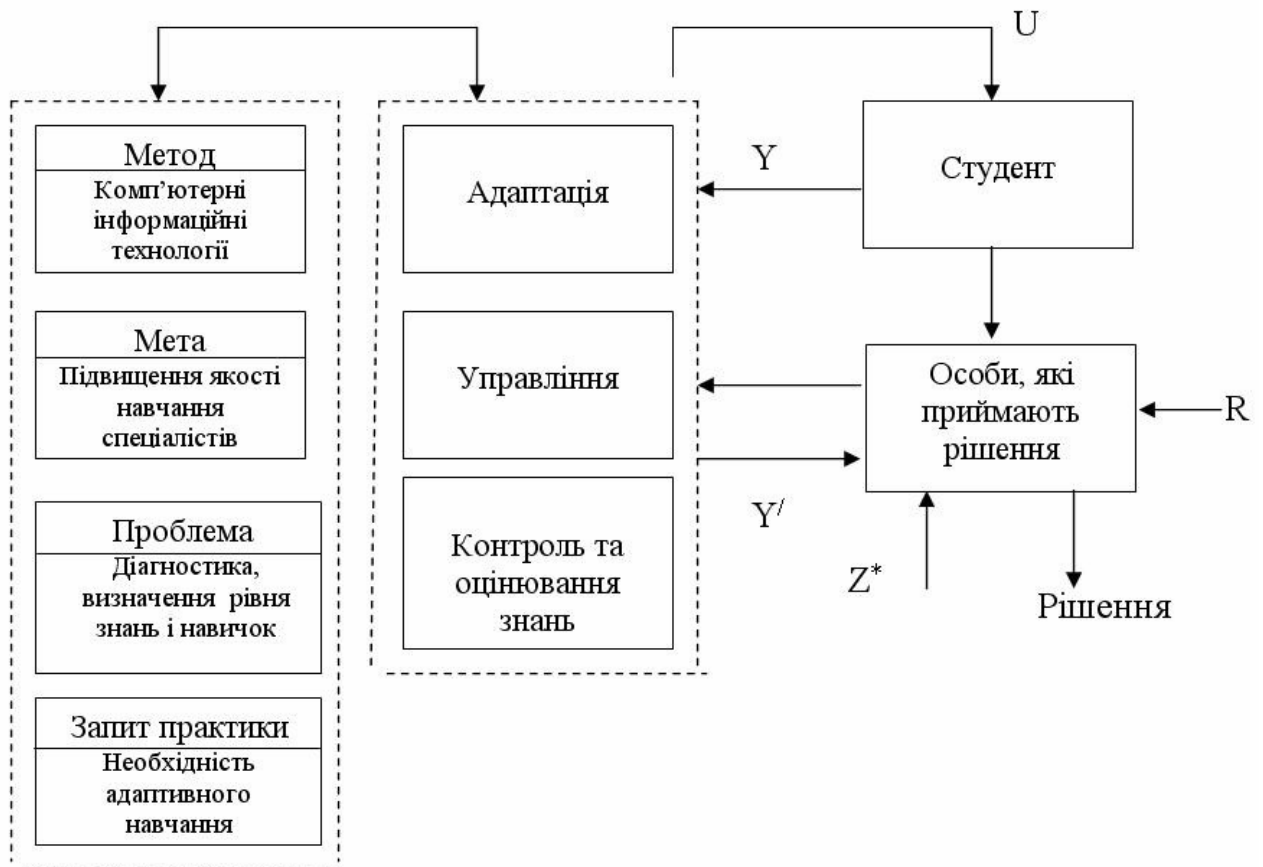


Рис. 2.4. Узагальнена схема процесу адаптивного навчання

На сьогодні не існує загальноприйнятого визначення поняття "модель знань студента". Але можна виділити два основні підходи до побудови такої моделі [5, 22 – 23]:

1. В АСПР під моделлю знань студента (МЗС) розуміють набір характеристик (параметрів) і сукупність правил, які на підставі значень цих характеристик управляють процесом спілкування системи зі студентом .

2. В інших класах навчальних систем під МЗС розуміють набір параметрів, які вимірюються під час роботи системи зі студентом і визначають ступінь засвоєння ними знань. Насправді, розуміння МЗС як набору параметрів — це дуже вузьке розуміння. Без урахування методів, які працюють з даним набором характеристик, цей набір втрачає значення. Отже, МЗС можна визначити як сукупність набору характеристик студента і методів (правил) обробки цього набору.

В АСПР ці правила прив'язано до конкретної предметної сфери (ПС), що дозволяє природно, більш якісно імітувати спілкування студента з фахівцем в даній предметній сфері [26]. Але АСПР не може бути орієнтованою на конкретну ПС, тому і призначення правил, що входять до МЗС, має бути іншим. У першу чергу ці правила повинні проводити зміни самої МЗС за наслідками його роботи і системою. Це дозволяє ОПР управляти формуванням цієї моделі, тобто здійснювати алгоритмічне налагодження без програмування.

Уникнути недоліків, які характерні більшості наявних АСПР можливо, якщо включити в систему здатність формування довільного набору параметрів і завдання алгоритму поведінки системи залежно від значень цих параметрів.

У роботах [27] пропонується будувати знання у вигляді фреймів-сценаріїв. Фрейм-сценарій є типовою структурою для деякої дії, поняття, події і т. п., що містять характерні елементи цієї дії, поняття, події.

У фрейм-сценарії адаптивного навчання маркери терміналів фрейма стають складнішими, ніж це було у разі фреймів візуальних образів (п.1.2), і визначають рекомендації щодо того, яким чином треба відповідати на запитання, тобто, заповнювати термінал завданням. Кожний термінал містить рекомендації щодо того, яким чином знайти його завдання - відповідь на запитання.

Відповідно до підходу [27] повне і всебічне представлення кожної ситуації типу подія, дія, міркування тощо подібно до представлення візуального образу і здійснюється за допомогою не одного, а системи фреймів. Кожний фрейм системи відповідає одній з можливих точок зору на ситуацію, що

Сценарій є послідовністю дій, які описують ситуації, що часто зустрічаються. У цій послідовності дій використовується принцип каузального зв'язку, тобто результатом кожної дії є умови, які спричиняють наступні дії.

За допомогою сценарію та моделі "проекціювання", в якій знання розглядається як проекція студента в певному ракурсі, відображаємо процес навчання та формуємо адаптивну модель знань студента [28] (рис. 2.6):

Ролі: студент, викладач — ОПР.

Мета: набути знання, підвищити якість навчання.

Сцена I. Вхідний контроль: тестування; визначення результатів тестування; прийняття рішення.

Сцена II. Модульний контроль 1: навчання; тестування; визначення результатів тестування; перехід на відповідний рівень тестування або режим відновлення знань; прийняття рішення.

Сцена N. Модульний контроль N: навчання; тестування; визначення результатів тестування; перехід на відповідний рівень тестування або режим відновлення знань; прийняття рішення.

Сцена N+1. Семестровий контроль: навчання; тестування; визначення результатів тестування; перехід на відповідний рівень тестування або режим відновлення знань; прийняття рішення.

Після кожної елементарної дії сценарію можуть виникнути перешкоди і помилки, тому в сценарій вводяться різні набори запитань типу "що якщо...", відповідь на які необхідно одержувати після кожної елементарної дії. При позитивній відповіді на одну з них у сценарії передбачаються нові дії, які знімають перешкоди і помилки. Таким чином, сценарій — не просто ланцюг подій, а швидше зв'язаний ланцюжок дій. Він може розгалужуватися на безліч можливих шляхів, які сходяться в особливо характерних для сценарію точках — елементарних діях. Для сценарію з адаптивним навчанням такими діями є "тестування", "відновлення знань" і "прийняття рішень".

Вузол найвищого рівня мережі ототожнюється із заголовком сценарію. Дочірні вершини цього вузла — термінали фрейма ("вхідний контроль",

"модульний контроль 1", "модульний контроль N" і "семестровий контроль"). Вони ототожнюються з набором запитань типу "що, якщо..." або в загальному випадку з набором будь-яких інших запитань. Кожне з можливих завдань терміналу є елементарною дією і позначене на рисунку колом, відповідає сукупності відповідей на набір запитань. У найпростішому випадку є кінцевий перелік можливих відповідей, який і визначає маркер терміналу.

Кожне із можливих завдань терміналу розглядається у свою чергу як фрейм наступного за рангом рівня (субфрейм) з своїми терміналами ("рівні засвоєння знань", "рішення"), які постають на рис. 2.6 дочірніми вершинами завдань — субфреймів ("тестування M1T2.1", тобто тестування по модулю 1, тест другого рівня, питання перше тощо, "тестування СТ2.1" — тестування за семестровим контролем, тест другого рівня, запитання перше тощо, і "відновлення знань M1B32N" — відновлення знань за модулем 1, за тестом другого рівня, з питання N). Завдання терміналів наступного за рангом рівня, позначено колом, більш дрібні і більше конкретизовані—елементарними діями. Якщо і ці завдання ще не є достатньо конкретними, то фрейм може мати ще один більш низький за ієрархією рівень.

Описана структура вищезгаданого сценарію зводиться до звичайного графа І/АБО. Помітимо, що при такій формалізації дочірніми вершинами для верхнього вузла будуть вершини типу АБО.

Важливо підкреслити, якщо база знань утворена в комп'ютері сукупністю формалізованих фреймів — сценаріїв, то дуже вірогідна можливість багаторазового входження одних і тих самих схем дій у різні фрейми — сценарії. Ця вірогідність тим більша, чим більшу кількість фреймів містить база знань. Для використання цієї обставини з метою економії пам'яті корисно зв'язати кожен схему дії з відповідним входженням у фрейми, створюючи базу знань за допомогою "безлічі входжень". Вершини АБО, відповідні вхідному, модульним і семестровому контролю, мають по одній вершині І (рівень 1) і три вершини АБО (рівні 2 — 4). Перші вершини АБО вершин І відповідають дії, реалізованій на позитивних або негативних результатах тестування за рівнями

засвоєння. Кожна з цих вершин має вершини АБО, відповідні діям, які відзначено у сценарії прийняттям рішення про подальше тестування або відновлення знань.

Поточний стан процесу навчання фактично є проекцією знань студента на модель предметної сфери. Проекція обмежена рамками маршрутів, визначених для студента, і містить відомості про результати вивчення окремих модулів курсу (проходження вершин мережі).

Результати вивчення окремих модулів можуть бути визначені як сукупність результатів контролю знань за даним модулем (якщо вона передбачена) і набором значень параметрів, які можна виміряти під час роботи зі студентом (кількість звернень до вершини (модулю) під час роботи з матеріалом, середній час відповіді на запитання тощо).

Поданий у моделі куб знань можна розглянути в певному ракурсі, виконати проекцію (виконати зрізи) в площині: „цикли — дисципліни — студенти”, при цьому маємо інформацію із перерахованих параметрів. У свою чергу вищезгаданий куб знань накопичує знання, які теж створюють новий куб знань з іншими параметрами: „дисципліна—модулі—дата”, в якому можна виконати проекцію (виконати зрізи) в площині: „дисципліна — модулі — дата”. Далі за аналогією одержуємо куб з параметрами „оцінка — функція відновлення знань — частка невикористаного часу”, відведеного на тест. За останніми параметрами здійснюється оцінювання студента.

Наявність АМЗС дозволяє організувати гнучке (адаптивне) управління процесом навчання. Адаптивна навчальна система може містити декілька варіантів викладу одного і того ж матеріалу. Рішення щодо продовження навчання по одному з варіантів повинне прийматися на підставі значень параметрів АМЗС.

Значення параметрів можуть також враховуватися системою при виборі контрольних завдань, практичних робіт тощо.

АМЗС формується (і змінюється) в процесі роботи з нею. Система може починати це формування "з чистого аркуша", тобто при повній відсутності

знань про студента. Єдиний недолік такого підходу полягає у збільшенні часу адаптації системи до студента.

АМЗС є однією з базових компонентів автоматизованої системи управління навчальним процесом АСПР. Вона містить достатньо повну інформацію про студента: рівень його знань, умінь і навичок, здібність до навчання, здатність виконання завдань (чи вмiє він використовувати одержану інформацію) та інші параметри.

АМЗС динамічна, тобто змінюється у процесі вивчення курсу, в ході роботи з системою.

Основними позиціями АМЗС є циклічність навчального процесу (інформаційний, практичний, творчий); контроль результатів; завершальний цикл .

Переваги:

- дозволяє більш гнучко і точно вимірювати знання студентів;
- дозволяє вимірювати знання меншою кількістю завдань;
- виявляє теми, які студент знає погано, і дозволяє поставити ряд додаткових запитань.

Недоліки:

- заздалегідь невідомо, скільки запропонувати завдань і поставити питань студенту, щоб визначити його рівень знань.
- можливість застосування тільки на комп'ютері.

Висновки до розділу

У розділі виконано формалізацію вимог до АСУ НП АСПР, як до спеціалізованого програмного забезпечення, орієнтованого на функціонування в комп'ютерній мережі, а саме:

1. Розроблено структурну схему процесів управління якістю підготовки фахівців у ВНЗ та узагальнено схему процесу адаптивного навчання.

2. Запропоновано адаптивну модель знань студента на базі фрейм-сценарія та моделі "проекціювання".

3. Розроблено методи аналізу і диференційованого оцінювання рівня засвоєння знань студентів, які адекватно відображають динаміку процесів засвоєння навчального матеріалу.

РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ СТРАТЕГІЇ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У НАВЧАЛЬНІЙ СИСТЕМІ

3.1. Методи проектування та підвищення якості комп'ютерних тестів

Одним із наслідків впровадження інформаційних технологій у навчальний процес є можливість комп'ютеризованого навчання — технології організації навчального процесу, що полягає в асинхронній і/або синхронній взаємодії викладачів — ОНР і студентів, розділених у часі і/або просторі між собою і засобами навчання.

Як відомо, комп'ютерні технології навчання дозволяють здійснити розробку АСУ НП оцінювання знань, умінь і навиків. В основу таких систем мають бути покладені принципи теорії поетапного формування розумових дій і умінь.

На думку провідних фахівців [29], тестування має бути вимірюванням якості засвоєння знань, умінь і навичок. Порівняння правил виконання завдання (задачі), запропонованого в тесті, з еталоном відповіді дозволяє визначити коефіцієнт засвоєння знань K_{us} . Визначення K_{us} являється операцією вимірювання якості засвоєння знань.

При побудові АСУ НП [17] необхідно підвищувати якість тестів, це дає змогу адекватно відображати динаміку процесів засвоєння навчального матеріалу (запам'ятання/забування знань і формування умінь — нормативного досвіду застосування знань), не суперечити основним положенням дидактики і практичному досвіду навчання.

У рамках АСУ НП АСПР тест є набором з N завдань різної складності, розподілених за рівнями засвоєння знань [30]. Результат виконання кожного завдання оцінюється за 100-бальною шкалою. Якщо студент успішно виконав i завдання, то воно оцінюється в n балів. Поява P_i завдання є випадковою подією і не залежить від номера і кількості завдань. Оскільки тест має обмежену задану

довжину в N завдань, то в результаті тестування виходить оцінка істинного рівня навчання $n \cdot N$. З метою отримання об'єктивності оцінки, розраховується теоретична довжина тесту.

Зміст тестових завдань для контролю засвоєння знань з конкретної дисципліни визначається, в першу чергу, навчальною програмою цієї дисципліни, яка складається відповідно до державного освітнього стандарту. ОПР — розробник визначає найістотніші, більш важливі, характерні поняття і визначення курсу.

Таким чином, змістовна валідність тесту забезпечується авторами навчальних матеріалів.

Після того, як зміст майбутнього тесту визначено, необхідно перетворити його в конкретну форму, тобто сконструювати тестове завдання. Це складний і неформальний етап підготовки тестової бази, що вимагає від автора творчого підходу, знання теорії тестування, педагогічного досвіду.

У тестології виділяють наступні можливі форми тестових завдань [30]:

- закрита (у тому числі завдання з декількома варіантами вибору і альтернативні завдання);
- відкрита;
- на встановлення відповідності;
- на встановлення правильної послідовності.

Однакові завдання часто можуть пропонуватися в різних формах. Слід вибирати таку, в якій запитання формулюється більш стисло і зрозуміло, а вірогідність вгадування правильної відповіді найменша. Завдання не повинне містити в собі підказки для відповідей на інші завдання.

Якщо завдання в різних формах мають рівний ступінь ефективності, то вибирається той тип, який найменше згадуваний: різноманітність форм завдань зменшує монотонність тесту і, відповідно, знижує стомлюваність.

Основні вимоги до тестових завдань:

- простота і компактність формулювання, уникнення неоднозначності розуміння питання;

- усі варіанти відповіді повинні привертати увагу випробовуваних, але не повинні випробовуваних вводити в оману, сприяти випадковому вгадуванню;

- тільки один із запропонованих варіантів повинен відповідати правильній відповіді, якщо випробовуваних не попереджено про інші можливості;

- кожне завдання має бути незалежним.

Допомогти вирішити проблему валідності тесту для студентів з різним рівнем підготовки може адаптивний тест.

При адаптивному тестуванні складність і кількість завдань змінюється динамічно, залежно від успішності відповіді тестованого на попередні завдання. Такий тест є нетрадиційним тестом. Доцільність адаптивного контролю витікає з необхідності раціоналізації традиційного тестування. Кожний викладач розуміє, що добре підготовленому студенту немає необхідності давати прості завдання, тому що дуже висока вірогідність правильного рішення. До того ж, прості матеріали не володіють помітним розвивальним потенціалом. Аналогічно, через високу вірогідність неправильного виконання немає сенсу давати складні завдання слабкому студенту. Відомо, що складні і дуже складні завдання знижують навчальну мотивацію багатьох студентів.

Ефективним можна назвати тест, який краще від інших тестів, вимірює знання студентів різного рівня підготовленості з меншим числом завдань, якісніше, швидше, дешевше, і якщо можливо, в комплексі.

Для перевірки тестових властивостей завдань використовується матриця результатів тестування.

Матриця тестових результатів зображує результати випробовуваних за всіма завданнями, що перевіряються. Якщо уявити, наприклад, що четверо випробовуваних відповідають на три завдання, то результат тестування можна зобразити в матриці $X_{4 \times 3}$.

Складність завдання може визначатися подвійно:

- розумововізуально, на основі передбачуваного числа і характеру розумових операцій, необхідних для успішного виконання завдання;

– емпірично, шляхом випробування завдання, з підрахунком частки неправильних відповідей на кожний з них.

Емпірично складність завдань визначається складанням елементів матриці у стовпцях, що вказує на кількість правильних відповідей, одержаних за кожним завданням R_j . Чим більше правильних відповідей на завдання, тим воно легше для даної групи студентів.

Через простоту показник R_j зручний, але до того часу, поки не з'являються інші групи з різним числом студентів N , що пройшли тестування. Тому для отримання порівняльних характеристик R розподіляють на число студентів в кожній групі:

$$p_j = R_j / N \quad (3.1)$$

У результаті виходить нормований (загальним числом відповідей) статистичний показник — частка правильних відповідей, p_j .

З показником складності завдань асоціюється протилежна статистика — частка неправильних відповідей q_j . Вона обчислюється з відношення числа неправильних відповідей W_j до числа випробовуваних N :

$$q_i = \frac{W_i}{N} \quad (3.2)$$

Таким чином приймається, що

$$p_i + q_i = 1 \quad (3.3)$$

У сучасних технологіях адаптивного навчання і контролю використовується міра складності завдання, що дорівнює $\ln(q/p_j)$. Цей показник, одержаний за шкалою натуральних логарифмів, називають логітом складності завдання.

Аналогічно введено і логарифмічне оцінювання рівня знань, так званий логіт рівня знань, що дорівнює $\ln(p_i/q_i)$, де p_i — частка правильних відповідей випробовуваного, що розраховується за формулою $p_i = Y_i/k$, в якій Y_i означає

число правильних відповідей студента j , а символ k означає загальне число завдань.

Якщо на якесь завдання правильно відповідають всі студенти, то таке завдання стає нетестовим. Студенти відповідали на нього однаково — між ними немає варіації.

Нетестовим треба вважати і те завдання, на яке немає жодної правильної відповіді, — таким чином в матриці X ставлять, відповідно, тільки нулі. Варіація також дорівнює нулю. Нульова варіація означає практичну необхідність видалення завдання з проєктованого тесту.

Зручною мірою варіації є значення дисперсії балів, що позначається символом s_j^2 . Для завдань, в яких використовується тільки дихотомічна оцінка (0 або 1) міра варіації визначається за формулою:

$$s_i^2 = p_i q_i \quad (3.4)$$

Крім варіації балів у кожному завданні враховується варіація тестових балів випробовуваних, набраних у тесті, за всіма завданнями. Розрахунок показників варіації тестових балів починається із визначення суми квадратів відхилень значень балів від середнього арифметичного тестового бала SS_i за формулою:

$$SS_i = \sum_{i=1}^N (Y_i - M_i)^2 \quad (3.5)$$

У показника SS_i теж є недолік, який полягає в його залежності від кількості випробовуваних: за інших рівних умов, чим більше група, тим більшою виявляється $(Y_i - M_i)^2$, що робить цей показник невідповідним для груп із різною кількістю студентів. Тому для виправлення відзначеного недоліку використовують інший прийом — ділять SS_i на кількість випробовуваних у групі. В результаті виходить стандартний показник варіації тестових балів, який називається дисперсією s_y^2 .

Для тестових балів дисперсія обчислюється за формулою:

$$s_y^2 = \frac{SS_y}{N - 1} \quad (3.6)$$

Для зручності в інтерпретації тестових результатів замість дисперсії часто використовується стандартне відхилення тестових балів від середнього арифметичного. Воно позначається символом S_y і обчислюється як корінь квадратний із значення S_y^2 .

$$s_y = \sqrt{\frac{SS_y}{N-1}} \quad (3.7)$$

Середнє квадратичне відхилення S_y є загальноприйнятим ступенем варіації тестових балів.

Завдання в тестовій формі не можна назвати тестовим, якщо воно не корелює із сумою балів всього тесту.

Кореляція завдання з критерієм r_{xy} є більш точною і технологічною мірою диференційованої здатності завдання. Кореляція перевіряється за допомогою розрахунку коефіцієнта кореляції r_{jy} , де символом r позначається так званий класичний коефіцієнт кореляції Пірсона або один із його варіантів.

Для розрахунку r_{xy} формуються два вектори — стовпці, один з яких — завдання X_j , другий — критерій Y . Між значеннями цих двох векторів і встановлюється міра зв'язку, якщо така існує. Символ j — це номер корельованого завдання, а символ Y — числовий вектор — стовпець тестових балів студентів.

Розрахунок коефіцієнта кореляції здійснюємо за формулами:

1. Спочатку знаходиться сума квадратів відхилень балів випробовуваних від середнього арифметичного бала в завданні:

$$SS_x = \sum_{j=1}^P X_j^2 - \frac{\left(\sum_{j=1}^P X_j \right)^2}{N} \quad (3.8)$$

2. Потім знаходиться сума квадратів відхилень тестових балів студентів від середнього арифметичного бала всього тесту.

3. Знаходиться так звана скорегована на середні значення сума попарних здобутків X і Y , за формулою:

$$SP_{xy} = \sum_{j=1}^P XY - \frac{\left(\sum_{j=1}^P X\right)\left(\sum_{j=1}^P Y\right)}{N} \quad (3.9)$$

4. Розраховується класичний коефіцієнт кореляції:

$$r_{xy} = \frac{SP_{xy}}{\sqrt{SS_x \cdot SS_y}} \quad (3.10)$$

Чим вище значення r , тим більше вірогідність перетворення завдання в тестовій формі в тестове завдання, тобто його включення у тест. Особливо помітно ця вірогідність підвищується при $r > 0,4$.

Нульова кореляція свідчить про відсутність у завданні системних властивостей, характерних тесту. Такі завдання, так само як і завдання з негативними значеннями класичного коефіцієнту кореляції вилучаються з тестових матеріалів, як такі, що не витримали перевірки.

Перше основне положення класичної теорії тестів можна зобразити символічно [14]:

$$X = T \pm E \quad (3.11)$$

де E – деяка помилка (або точніше, помилки вимірювання, що виникають через різні причини). Зазвичай використовується так званий аддитивний спосіб зв'язку T і E .

Друге положення класичної теорії надійності — істинні компоненти t не корелюють з помилковими e компонентами вимірювання $r_{te} = 0$.

Якщо з'ясується, що високим значенням тестових балів відповідають і більш високі значення помилок з певним знаком, то ймовірно, що такі помилки не можна вважати випадковими.

Третє основне положення теорії — помилкові компоненти одного паралельного варіанта не корелюють з подібними компонентами іншого, паралельного варіанта тесту $r_{te} = 0$.

Паралельний тест, що має ззовні відмінний зміст, повинен, концептуально, виміряти те ж саме, що і початковий тест, з тією ж точністю. Паралельними називаються варіанти, які мають схожий предметний зміст у межах збільшеної

навчальної одиниці, однакове середнє арифметичне, однакові дисперсії та однакові інтеркореляції. Визначення якості тесту зводиться до визначення ступеня надійності й питань валідності результатів.

Якісним, як і об'єктивним, можна назвати тільки той метод вимірювання, який обґрунтований науково і здатний виявити необхідні результати. В літературі традиційно розглядаються два основні критерії якості: валідність і надійність.

Поняття "валідність" означає міру придатності тестових результатів для певної мети.

Валідність залежить від якості завдань, їх кількості, від ступеня повноти і глибини обсягу змісту навчальної дисципліни (за темами) у завданнях тесту. Крім того, від балансу і розподілу завдань за складністю, від методу відбору завдань у тест із загального банку завдань, від інтерпретації тестових результатів, від організації збору даних, від підбору вибіркової сукупності випробуваних та іншого.

Надійність тестових результатів часто виражається мірою кореляції між двома паралельними варіантами тесту. Якщо тестові бали одного варіанта позначити символом X , а другого варіанта — символом X' , то надійність тесту визначається коефіцієнтом кореляції між X і X' .

Крім вказаних, у практиці тестування найчастіше використовуються такі методи визначення надійності тестів, як – от:

- повторне тестування студентів, в однакових умовах, одним і тим самим тестом, з подальшою кореляцією результатів;
- використання паралельних тестів, з подальшою кореляцією результатів.

За допомогою тестування перевіряються знання, уміння, навички й уявлення. З погляду педагогічних вимірювань вводимо два основні показники якості знань — рівень і структура знань. Вони оцінюються за допомогою реєстрації оцінок, як за знання, так і за незнання всіх необхідних компонентів матеріалу, що перевіряється. Для об'єктивності цього процесу всі компоненти повинні бути однакові. Однаковими є і правила виставлення оцінок студентам.

Ці умови відкривають шлях до об'єктивного порівняння індивідуальних структур знання і незнання.

3.2 Стратегія прийняття рішень в умовах адаптивного навчання

Складність завдання організації АСУ НП АСПР полягає в тому, що процес навчання не формалізований (можливо, в принципі не може бути формалізований). Не існує готового набору формальних параметрів, за допомогою яких можна було б сформулювати мету навчання і критерії досягнення цієї мети. Отже, у разі відсутності формальних моделей управління навчанням, необхідно використовувати інші підходи, наприклад, метод теорії нечітких множин [31].

Для автоматизації оцінювання знань студента, при реалізації АСУ НП АСПР з урахуванням різного ступеня його впевненості, розглядається об'єкт нечіткого оцінювання знань вигляду, зображеного на рис. 3.7:

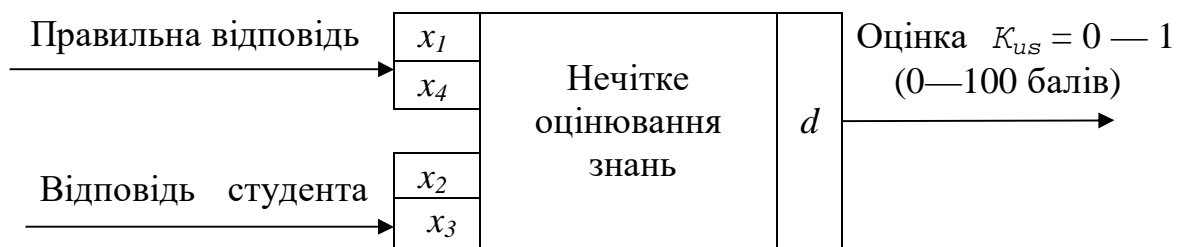


Рис. 3.7. Структурна схема нечіткого оцінювання знань студента

Вирішення проблеми оцінювання результатів тестування зводиться до розробки системи нечіткого виводу з одним виходом і багатьма входами. Взаємозв'язок змінних „вхід — вихід” задається у вигляді експертних висловів: ЯКЩО <вхід>, ТО <вихід>, що формують нечіткі бази знань [32]:

$$d = f_y(x_1, x_2, x_3, x_4), \quad (3.12)$$

де d — вихідна кількісна змінна, що відображає оцінку за відповідь на поточне запитання (діапазон зміни (0 — 1));

x_1, x_2, x_3, x_4 — вхідні кількісні змінні (терми, за допомогою яких вони оцінюються);

x_1 — кількість правильних варіантів відповіді у запитанні (1, 2, 3, 4, 5);

x_2 — кількість правильних відповідей, вказаних тестованим (1, 2, 3, 4, 5);

x_3 — загальна кількість всіх відповідей, вибраних тестованим (1, 2, 3, 4, 5);

x_4 — загальна кількість варіантів відповідей у запитанні (2, 3, 4, 5, 6).

Розіб'ємо діапазон зміни вихідної змінної на 10 частин (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1), так, щоби кожному поєднанню значень параметрів вхідних змінних було поставлене у відповідність одне з рішень: $s_j (j = \overline{0-1})$.

Нечітка база знань — це сукупність правил ЯКЩО <входи>, ТО <вихід>, що відображають досвід експерта і його розуміння причинно-наслідкових зв'язків у розглянутому завданні прийняття рішення. Сформуємо матрицю знань, яка визначає систему логічних висловлень типу «ЯКЩО—ТО, ІНАКШЕ»:

$$\begin{array}{l}
 \text{ЯКЩО} \quad (x_1 = 1) \quad I \quad (x_2 = 1) \quad I \quad (x_3 = 5) \quad I \quad (x_4 = 6) \quad \text{АБО} \\
 \quad \quad \quad (x_1 = 2) \quad I \quad (x_2 = 2) \quad I \quad (x_3 = 5) \quad I \quad (x_4 = 6) \quad \text{АБО} \\
 \quad \quad \quad \dots \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \text{АБО} \\
 \quad \quad \quad (x_1 = 5) \quad I \quad (x_2 = 1) \quad I \quad (x_3 = 2) \quad I \quad (x_4 = 6) \\
 \text{ТО} \quad \quad \quad d = 0,1 \quad \quad \text{ІНАКШЕ} \quad \quad \quad i \text{ т. д.}
 \end{array} \quad (3.13)$$

Таким чином, співвідношення (3.13), що встановлює зв'язок між вхідними параметрами x_i і вихідною змінною d , формалізовано у вигляді системи нечітких логічних висловлень (3.14), які базуються на матриці знань певної ОПР, що зв'язує значення вхідних змінних $x_1 \div x_4$ з одним з можливих типів рішення $d_j, j = \overline{1,8}$.

Функція приналежності $\mu^T(x)$ характеризує суб'єктивну міру (в діапазоні [0—1]) впевненості ОПР, що чітке значення x відповідає нечіткому терму T .

Пропонується використовувати просту для настроювання аналітичну модель функцій приналежності змінної x довільному нечіткому терму T у вигляді:

$$\mu^T(x) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-b}{c}\right)^2}, \quad (3.15)$$

де b і c — параметри налагодження, тобто

b — координата максимуму функції $\mu^T(b) = 1$;

c — коефіцієнт концентрації (розтягування) функції.

Для нечіткого терма T число b показує найбільш можливе значення змінної x . В нашому випадку використовуємо для всіх змінних x_1, x_2, x_3, x_4 тільки одну колоподібну форму функцій приналежності. Для цього наведемо інтервали зміни кожної змінної до одного універсального інтервалу $[0—4]$ за допомогою наступних співвідношень [33]:

$$\mu^j(x_i) = \tilde{\mu}^j(u), \quad u = 4 \frac{x_i - \underline{x}_i}{\overline{x}_i - \underline{x}_i}, \quad j = 1, 2, 3, 4, 5,$$

де $[\underline{x}_i, \overline{x}_i]$ — інтервал зміни $x_i, i = \overline{1, 4}$.

Аналітична модель функцій приналежності:

$$\tilde{\mu}^j(u) = \frac{1}{1 + \left(\frac{u-b}{c}\right)^2}, \quad (3.16)$$

Вибір таких функцій обумовлений тим, що вони є апроксимаціями функцій приналежності, одержаних від ОПР методом парних порівнянь [33].

Використовуючи операції \wedge (І — *min*) і \vee (АБО — *max*), можна записати систему нечітких логічних рівнянь, які зв'язують функції приналежності вхідних і вихідних змінних:

$$\begin{aligned}
\mu^{d_2}(x_i) = & \left[\mu^1(x_1) \wedge \mu^1(x_2) \wedge \mu^5(x_3) \wedge \mu^5(x_4) \right] \vee \left[\mu^2(x_1) \wedge \mu^2(x_2) \wedge \mu^5(x_3) \wedge \mu^5(x_4) \right] \vee \\
& \vee \left[\mu^2(x_1) \wedge \mu^1(x_2) \wedge \mu^5(x_3) \wedge \mu^5(x_4) \right] \vee \left[\mu^3(x_1) \wedge \mu^2(x_2) \wedge \mu^5(x_3) \wedge \mu^5(x_4) \right] \vee \\
& \vee \left[\mu^3(x_1) \wedge \mu^1(x_2) \wedge \mu^4(x_3) \wedge \mu^5(x_4) \right] \vee \left[\mu^3(x_1) \wedge \mu^1(x_2) \wedge \mu^3(x_3) \wedge \mu^4(x_4) \right] \vee \\
& \vee \left[\mu^4(x_1) \wedge \mu^2(x_2) \wedge \mu^4(x_3) \wedge \mu^5(x_4) \right] \vee \left[\mu^4(x_1) \wedge \mu^1(x_2) \wedge \mu^2(x_3) \wedge \mu^5(x_4) \right] \vee \\
& \vee \left[\mu^5(x_1) \wedge \mu^1(x_2) \wedge \mu^2(x_3) \wedge \mu^5(x_4) \right] \vee \left[\mu^5(x_1) \wedge \mu^4(x_2) \wedge \mu^5(x_3) \wedge \mu^6(x_4) \right]
\end{aligned} \quad (3.17)$$

Аналогічним чином записуються логічні рівняння для інших рішень вихідної змінної d_j .

Нечіткі логічні рівняння (3.17) разом з функціями приналежності (3.16) дозволяють оцінювати відповідь за наступним алгоритмом [33]:

1. Зафіксуємо значення параметрів вхідних змінних

$$X^* = (x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*).$$

2. Використовуючи модель (2.16) і параметри b і c , визначимо значення функцій приналежності $\mu^j(x_i^*)$, при фіксованих значеннях параметрів $x_i^*, i = \overline{1, 4}$.

3. Використовуючи логічні рівняння (3.17), обчислимо значення функцій приналежності $\mu^{d_j}(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*)$ при векторі стану $X^* = (x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*)$ для всіх рішень d_1, d_2, \dots, d_8 . При цьому, логічні операції І(\wedge) і АБО(\vee) над функціями приналежності замінюються операціями \min і \max :

$$\mu(\alpha) \wedge \mu(b) = \min [\mu(\alpha), \mu(b)],$$

$$\mu(\alpha) \vee \mu(b) = \max [\mu(\alpha), \mu(b)].$$

4. Визначимо рішення d_j^* , для якого

$$\mu^{d_j^*}(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*) = \max_{j=\overline{1,8}} [\mu^{d_j}(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*)].$$

Таким чином, вирішуючи поставлену проблему на рівні структурної ідентифікації, отримуємо алгоритм оцінювання рівня засвоєння знань заснований на нечітких логічних висловлюваннях, що дозволяє однозначно оцінити відповідь того, хто тестується, з урахуванням як абсолютно правильних, так і частково правильних або неповних варіантів відповідей.

Для забезпечення можливості прийняття рішень необхідно також визначити вхідні параметри, які б максимально враховували результати проведених комп'ютерних тестів.

Враховуючи структуру тестів і процес тестування при реалізації АСУ НП АСПР, визначаємо вхідні параметри, які впливають на процес прийняття рішень: оцінювання за кожним навчальним модулем; частку невикористаного часу, виділеного на тест; рівні забування і відновлення знань.

Вхідний параметр „оцінка за модуль”: при використанні модульної системи навчання весь курс кожної дисципліни розбивається на n модулів і відповідне оцінювання проводиться за кожним модулем.

Кожний модуль має максимальну, еталонну кількість балів, яку може одержати студент $O_{max} = 100$.

Підсистема контролю знань АСУ НП АСПР проводить оцінювання за кожним модулем.

Результати можна подати у вигляді вектора елементарних фактичних оцінок:

$$O^f = (r_1; r_2; r_3; \dots; r_n) \quad (3.18)$$

де n — кількість модулів у даному навчальному курсі;

r_i — елементарна оцінка, одержана студентом за модуль i , $i = 1, 2, \dots, n$.

Даний вхідний параметр має найвищий ваговий коефіцієнт, тобто має найвищий вплив на загальну оцінку і є також критичним, тобто невиконання даної умови призводить до загального негативного результату.

Вхідний параметр „частка невикористаного часу, виділеного на тест”: підсистема контролю знань фіксує час, який витрачається на проходження запропонованого тесту T_f .

Враховуючи час T , який відведений для проходження тесту, можна визначити частку невикористаного часу, виділеного на тест:

$$v = 1 - \frac{T_f}{T} \quad (3.19)$$

Таким чином, частку невикористаного часу, виділеного на тест за кожним модулем можна подати у вигляді вектора:

$$V=(v_1;v_2;v_3;...;v_n) \quad (3.20)$$

де n – кількість модулів за курс.

Облік частки невикористаного часу, виділеного на тест, може дещо підвищити загальну оцінку з даної дисципліни, але за умови, що якість відповідей, яка має найбільший ваговий коефіцієнт, буде також високою. Тому високий показник частки невикористаного часу при низькій якості відповідей не впливає на загальну оцінку.

Вхідний параметр „рівень забування і відновлення знань”: використовуючи методи статистичної теорії навчання і контролю знань можна встановити зв'язок між потоком навчального матеріалу, його засвоєнням і забуванням.

Нехай у момент часу $t = 0$ інформацію сприйнято студентом, а при $t > 0$ йому необхідно відповісти на питання за цим матеріалом. Якщо у момент $t = \tau$ студент дає неправильну відповідь на це питання, то τ відповідає часу забування. Передбачається, що час τ — безперервна випадкова величина з функцією розподілу $P(t) = P\{ \tau < t \}$.

Функцію забування можна подати у вигляді експоненціального розподілу $P(t) = 1 - e^{-\lambda t}$, де λ — інтенсивність забування [34].

При цьому вірогідність правильної відповіді в інтервалі $(0, t)$ складає:

$$Q(t) = 1 - P(t) \quad (3.21)$$

Процес забування і відновлення знань із кінцевим часом з i -го питання можна подати у вигляді інтервалів забування і відновлення знань, які чергуються. У момент часу $t = t_0^{1i}$ відповідно до навчальної програми починається вивчення навчального матеріалу. Для цього необхідний час φ_1 . Потім починається забування інформації. Тривалість проміжку часу дорівнює τ_1 . Для повторного відновлення знань з даного питання студенту необхідний час φ_2 . Час відновлення забутого навчального матеріалу, як правило, менший за час початкового вивчення.

Функція відновлення знань виражається формулою:

$$G(t) = 1 - e^{-\mu t}, \quad \mu > 0, \quad t \geq 0 \quad (3.22)$$

Параметр μ - кількість завдань для відновлення знань з i -го питання.

Таким чином, є модель об'єкта S , який характеризується безліччю властивостей — $\{s_1; s_2; s_3\}$ [13, 104, 108]. Кожна властивість може приймати значення в діапазоні 0—1. Кожній властивості відповідає елементарна оцінка k_j , яка визначається за формулами (3.18), (3.19) і (3.22), тобто:

$$k_1 \Rightarrow r_i \in O^f; \quad k_2 \Rightarrow v_i \in V; \quad k_3 \Rightarrow G(t)$$

Проводиться складна оцінка об'єкта в $3D$ — просторі оцінювання (рис. 3.8),

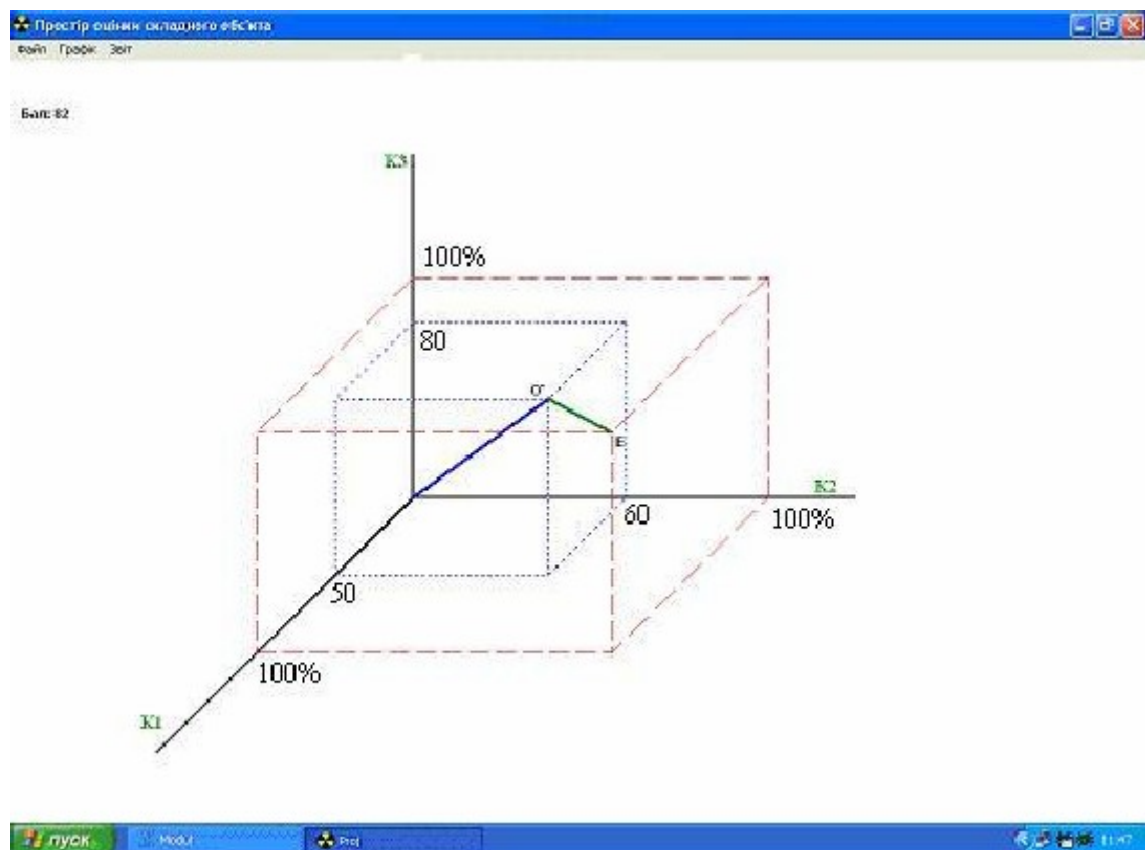


Рис. 3.8. $3D$ — простір оцінювання знань студента

де E^+ — позитивна точка еталона;

E^- — негативна точка еталона;

O' — точка в просторі оцінки, яка задається значеннями елементарних оцінок, тобто, оцінка K визначається як відстань між E і O' тобто:

$$K = \left| E - O' \right| \quad (3.23)$$

або
$$K = \sqrt{k_1^2 + k_2^2 + k_3^2} \quad (3.24)$$

Кожному параметру k_i присвоєно ваговий коефіцієнт $P = (p_1; p_2; p_3; \dots; p_n)$.

Визначивши оцінки K за кожним модулем, визначаємо середню оцінку O з дисципліни:

$$O = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n} \quad (3.25)$$

3.3. Визначення критеріїв прийняття рішень в умовах адаптивного навчання

Оцінювання завжди припускає наявність об'єкта оцінювання і суб'єкта оцінювання. У межах конкретного завдання оцінювання до об'єктів представляються вимоги, які, фактично, є виразом мети оцінювання, а також встановлюються відповідності між властивостями і вимогами.

Після встановлення вимог формується безліч еталонів. Еталон з погляду моделі оцінювання складних об'єктів не тільки несе інформацію про ідеальне значення тієї або іншої властивості, але і про те, на скільки вся решта значень даної властивості “добра” з погляду поставлених вимог до об'єкта оцінювання. Фактично оцінка має формуватися як міра відповідності (задоволення) між властивостями об'єкта і вимогами суб'єкта. Поняття вимоги дозволяє формалізувати опис мети кожного даного завдання оцінювання [13].

Залежно від ступеня спільності сформульованих до об'єкта оцінювання вимог результат оцінювання також носитиме більш – менш загальний характер. Вимоги можуть бути більш менш явно сформульовані, можуть мати більш

менш суб'єктивний характер, проте при глибокому аналізі будь – якого оцінювання, виконаного навіть самим об'єктивним або, навпаки, упередженим експертом, така система вимог може бути виявлена і описана формально. Для цього необхідно визначити мету навчання і стандарти, відповідно до яких належить оцінювати альтернативні варіанти вибору. Ці стандарти прийнято називати критеріями прийняття рішень. Вони є підґрунтям для оцінювання можливих варіантів рішень.

Для правильності постановки мети навчання ОПР важливо повніше аналізувати умови, в яких знаходитиметься фахівець після навчання, і до яких він має бути підготовлений.

Звідси головною вимогою до виявлення мети і опрацювання завдання навчання є діагностичність, тобто цілком певний (однозначний) опис мети, способів виявлення, вимірювання і оцінювання знань.

При реалізації автоматизованої системи управління навчальним процесом вимірюємо якість засвоєння знань, умінь і навичок через K_{us} (п. 3.3). Коефіцієнт дає можливість робити висновки про завершеність процесу навчання, якщо $K_{us} > 0.7$, то процес навчання можна вважати завершеним. При засвоєнні знань на рівні $K_{us} < 0.7$ студент у професійній діяльності систематично допускає помилки і неспроможний їх виправити через невміння їх знаходити (табл. 3.2).

Проектування АСУ НП АСПР реалізується за допомогою моделей, заснованих на знаннях, і враховує вищеперераховані вимоги. При визначенні доцільності застосування АСУ НП АСПР розробники керувалися такими критеріями [34]:

- дані і знання надійні і не змінюються з часом;
- простір можливих рішень відносно невеликий;
- у процесі прийняття рішень використовуються формальні міркування;
- у структурі системи присутні ОПР, які спроможні сформулювати свої знання і пояснити свої методи застосування цих знань для виконання завдань.

При реалізації підсистеми контролю і обробки знань в АСУ НП АСПР передбачається використання модульної системи навчання, в якій весь курс

Таблиця. 3.2

Шкала оцінювання знань

Рівень засвоєння знань	Коефіцієнт засвоєння	Кількісна оцінка (бали)	Якісна оцінка			
			за національною шкалою	за системою ECTS		
I — початковий, пізнання	$\leq 0,7$	0 — 30	Незадовільно	Незадовільно (з повторного складання)	F	
	0,7 — 0,99	31 — 58		Незадовільно (з можливістю повторного перескладання)	FX	
	1	59	Допуск до контролю за II рівнем			
II — середній, уміння	$\leq 0,7$	0	Повернення до режиму навчання за I рівнем			
	0,7 — 0,8	60 — 64	Задовільно			E
	0,8 — 0,9	65 — 69				
	0,9 — 0,99	70 — 73				D
	1	74	Допуск до контролю за III рівнем			
III — достатній, відтворення	$\leq 0,7$	0	Повернення до режиму навчання за II рівнем			
	0,7 — 0,8	75 — 79	Добре			C
	0,8 — 0,9	80 — 84				
	0,9 — 0,99	85 — 88				B
	1	89	Допуск до контролю за IV рівнем			
IV — поглиблений, творчість	$\leq 0,7$	0	Повернення до режиму навчання за III рівнем			
	0,7 — 0,8	90 — 93	Відмінно			A
	0,8 — 0,9	94 — 97				
	0,9 — 1	98 — 100				

дисципліни розбивається на n модулів. Оцінювання проводиться за кожним модулем за допомогою методу, описаного в п. 3.4. Слід враховувати, що важливим моментом в описі мети навчання є аналіз самих об'єктів діяльності фахівця — атомарних одиниць. Саме ними окреслюється і гарантується сфера можливої діяльності в структурі навчального курсу або системі навчальних курсів.

Для кожного виду навчання, а значить і для кожного навчального курсу, експертним шляхом виділяється певна кількість навчальних елементів, що у першому наближенні характеризують обсяг навчання або обсяг засвоєння.

Для кожної дисципліни складається таблиця навчальних елементів, в якій приводиться повна назва кожного навчального елемента, задаються мета і параметри якості його вивчення.

При виборі альтернатив прийняття рішень у навчанні, вибираються ті, які найбільше відповідають поставленій меті, але при цьому доводиться враховувати велику кількість суперечливих вимог і оцінювати вибраний варіант за визначеними критеріями.

Необхідність розробки критеріїв оцінювання якості і прийняття рішень у навчанні спричинена створенням державних стандартів навчання (п. 3.1).

Враховуючи вимоги стандартів модель ППР АСПР має реалізовувати наступні функції:

- прийняття рішення про допуск до контролю з дисципліни x_i ;
- звернення уваги на питання з найбільшою вагомістю, і в яких студент не показав необхідних результатів;
- визначення рейтингу студента;
- прийняття рішення про корегування індивідуального навчального плану студента;
- прийняття рішення про наявність переваг з боку студента, прогнозування і пропозиція якнайкращого шляху подальшого навчання.

Наприклад, визначаємо першу з функцій ППР АСПР — рішення про допуск до підсумкового контролю з дисципліни x_i .

- якщо за семестр студент набрав менше 30 балів, то він не допускається до семестрового контролю з даної дисципліни:

- якщо за семестр знання студента оцінено в межах 30 – 59 балів, то приймається рішення про його допуск до семестрового контролю;

- якщо за семестр студент набрав 60 і більше балів, то він може не брати участь у семестровому контролі, при цьому йому зарахується досягнутий бал.

Друга функція підсистеми формує управлінські дії процесу навчання: виділення дисциплін з найбільшою вагомістю для успішного виконання індивідуального навчального плану на основі аналізу поточних результатів.

Третя функція визначає рейтинг студента в групі, потоці тощо.

Четверта функція використовується у випадках, коли студент не одержує необхідних успіхів за індивідуальним планом, але має успіхи в іншій галузі.

П'ята функція формує прийняття рішень за наслідками виконання індивідуального навчального плану.

Якісне оцінювання знань студента здійснюється за такими показникам:

- глибиною знань, що характеризується числом усвідомлених істотних зв'язків даних знань з іншими суміжними;

- дієвістю знань, що передбачає готовність і вміння студентів застосовувати їх у подібних і варіативних ситуаціях;

- системністю, як сукупність знань у свідомості студентів, структура якої відповідає структурі наукового знання;

- усвідомленістю знань, що виражається в розумінні зв'язків між ними, шляхів отримання знань й умінь їх доводити.

Як приклад оцінки ефективності результату навчання покажемо зміни показника глибини знань залежно від рівня засвоєння (табл. 3.2):

- I рівень (пізнавання) — студент тільки відрізняє даний об'єкт або дію від їх аналогів, показуючи формальне знайомство з об'єктом або процесом вивчення, з їх зовнішніми, поверхневими характеристиками;

- II рівень (відтворення) — студент може не тільки вибрати на основі ряду ознак той чи інший об'єкт або явище, але і дати визначення поняття, переказати

навчальний матеріал;

– III рівень (продуктивної діяльності, уміння) — студент не тільки показує розуміння функціональної залежності між явищами, що вивчаються, уміння описувати об'єкт, але й виконувати завдання, розкриваючи причинно — наслідкові зв'язки, уміє пов'язати матеріал, що вивчається, з практикою;

– IV рівень (трансформації, творчості) — студент здатний, шляхом цілеспрямованого вибіркового застосування відповідних знань у ході виконання творчих завдань, виробляти нові прийоми і способи їх рішення.

Аналогічно оцінюється ефективність засвоєння знань за кожним якісним показником на всіх визначених рівнях. Крім того, можливо дати кількісне оцінювання засвоєних завдань на кожному рівні, використовуючи наступні показники: обсяг засвоєних знань; швидкість засвоєння навчального матеріалу; надійність засвоєння; точність засвоєння тощо.

Вищеописаних даних достатньо для прийняття рішення щодо поставленого завдання оцінювання адаптивного навчання.

Висновки до розділу

У третьому розділі визначено основні вимоги до тестових завдань. Запропоновано алгоритм оцінки рівня засвоєння знань, заснований на нечітких логічних висловленнях, який дозволяє однозначно оцінити відповідь тестованого з обліком абсолютно правильних, частково правильних або неповних варіантів відповідей.

1. Узагальнено й уніфіковано підходи до вирішення основних завдань інтелектуальної обробки інформації на базі дослідження процесу прийняття рішень при управлінні складними об'єктами.

2. Запропоновано метод *3D* — оцінювання: розроблено узагальнену цілеорієнтовану модель процесу прийняття рішень в умовах адаптивного навчання, що дозволяє не тільки оцінювати знання, отримані студентом, а й

визначити додаткові параметри, які можна використати для адаптації процесу навчання.

3. Визначено вхідні параметри, що впливають на процес прийняття рішень і оцінювання за кожним навчальним модулем.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У магістерській роботі досліджено і розроблено підходи, моделі та алгоритми, спрямовані на впровадження адаптивної стратегії навчання в умовах сучасного освітнього процесу, зокрема в контексті вимог Болонського процесу. Робота охоплює широкий спектр проблем, пов'язаних із підвищенням ефективності навчання, зокрема через удосконалення алгоритмів адаптивного управління знаннями, формалізацію навчальних стандартів та розробку інструментів, що забезпечують індивідуалізацію навчального процесу.

У рамках дослідження проведено глибокий аналіз існуючих моделей представлення знань, методів адаптивного навчання, а також специфіки процесу прийняття рішень у системах навчання. Було визначено ключові критерії та розроблено алгоритми для адаптивного управління навчальними системами, які враховують індивідуальні особливості студентів, їхній рівень знань та динаміку засвоєння навчального матеріалу. Особливу увагу приділено реалізації систем автоматизованого контролю знань, що дозволяють ефективно оцінювати прогрес студентів у реальному часі.

Запропоновано механізми проектування тестів та створення баз знань, які забезпечують високу якість навчального контенту та його відповідність сучасним стандартам. Застосування цих механізмів дозволяє адаптувати навчальний матеріал до рівня підготовки кожного студента, зменшити час на підготовку і збільшити ефективність самостійної роботи. Визначено роль і значення адаптивного підходу в системах навчання, а також його вплив на підвищення якості освітніх послуг і відповідності їх стандартам вищої освіти.

Наукова новизна роботи полягає в запропонованій адаптивній стратегії навчання, яка враховує як технічні, так і педагогічні аспекти організації навчального процесу. Розроблено інструменти для інтеграції автоматизованих систем контролю знань, що дозволяють здійснювати постійний моніторинг рівня засвоєння навчального матеріалу студентами, а також вчасно виявляти слабкі місця і коригувати процес навчання. Використання запропонованих

моделей і методів сприяє досягненню оптимального балансу між теоретичними знаннями та практичними навичками, формує у студентів системне мислення та здатність до самостійного навчання.

Практична значущість роботи полягає у створенні комплексного підходу до адаптивного навчання, що може бути інтегрований у сучасні навчальні платформи та автоматизовані системи управління навчальним процесом. Результати дослідження можуть бути використані для модернізації освітніх процесів у вищих навчальних закладах, а також для розробки ефективних інструментів підтримки дистанційного та змішаного навчання. Запропоновані рішення сприяють підвищенню якості освіти, покращують взаємодію між викладачем і студентом та забезпечують максимальне врахування індивідуальних особливостей кожного учасника навчального процесу.

Таким чином, виконане дослідження зробило вагомий внесок у розвиток теоретичних і практичних засад адаптивного навчання, розширило можливості автоматизованих навчальних систем і запропонувало ефективні шляхи підвищення якості підготовки фахівців у системі вищої освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Hebenstreit J. Computers in education. The next step // Education and Computing —1995 — Vol. 1. — P. 37–43.
2. Козлакова Г.О. Інформаційно-програмне забезпечення дистанційної освіти: зарубіжний і вітчизняний досвід: Монографія. — К.: ВЦ «Просвіта», 2002. — С. 8–20.
3. Крісілов В.А. Інформаційна технологія прийняття рішень в задачах АСУ на базі кількісної інтегральної оцінки складних об'єктів: Дис... д-ра техн. наук: 05.13.06. — Одеса: ОНПУ, 2004. — 229 с.
4. Hebenstreit J. Computers in education – The next step // Education and Computing. — 1995. — V.1. — P. 37 – 43.
5. Bork A. Computer and Information Technology as a learning Aid // Education and Computing. — 1985. — V.1, № 1. — P. 29 – 34.
6. Zimmermann H. Fuzzy set theory and its applications. Third Edition. — Kluwer Academic Publishers, 1996. — 435 p.
7. Козлакова Г. Інформаційно-програмне забезпечення: місце і роль у підтримці педагогічної дистанційної освіти // Освіта.—2003.—№24–25.—С.6–7.
8. Леоненко Л.Л., Піддубний Г.В. Комп'ютерна технологія тестування знань (автоматизована система оцінювання знань «Control»): Посіб. для викл. серед. та ВНЗ — Одеса.: ОДУ, 1999. — 186 с.
9. Stauffer K. Applications of Student Modeling. — Режим доступа: <http://ccism.pc.athabasca.ca/html/students/stupage/Project/>
10. Devedzic V., Debenham J., Popovic D. Teaching Formal Languages by an Intelligent Tutoring System // Educational Technology & Society.—2000. —Vol. 5. —№3(2). —P.32—38, ISSN 1436 – 4522.
11. Модернізація вищої освіти України і Болонський процес: Матеріали до першої лекції / Уклад. М.Ф.Степко, Я.Я.Болюбаш, Ю.В.Сухарніков, К.М.Левківський. — К.: Політехніка, 2004. — 24 с.

12. Ніколаєнко С.М. Освіта і наука. Законодавчі та методологічні основи. — К.: Політехніка, 2004. — 280 с.
13. Вища освіта в Україні: Навч. посіб. / За ред. В.Г.Кремень, С.М.Ніколаєнко, М.Ф. Степко та ін. — К.: Знання, 2005. — 327 с.
14. Яковенко О.Є., Гогунський В.Д., Тонконогий В.М. Наукові основи контролю знань при реалізації кредитно-модульної системи навчання // Зб.наук.пр. Високі технології в машинобудуванні. — Харків: ХНТУ „ХПІ”, 2005. — Вип. 2 (11).— С. 447– 450.
15. Яковенко О.Є., Бондар В.І., Гогунський В.Д. Інформаційна підтримка управління навчальним процесом в контексті Болонського процесу // Тези доп. НМК „Безпека життєдіяльності”. — Харків: ХНТУ „ХПІ”, 2004.— С. 33 – 34.
16. Носов П.С., Нарожний О.В., Яковенко О.Є. Підвищення якості навчання при проектуванні автоматизованих систем ухвалення рішень // Нові технології навчання: Наук. – метод. зб. — К.: Наук. – метод. центр вищої освіти, 2005. — Вип. 41. — С. 89 – 99.
17. Гогунський В.Д., Яковенко О.Є., Хмельницький В.В. Основні напрямки розвитку систем комп’ютерного тестування // Тр. 6-ой МНПК ”Современные информационные и электронные технологии”— Одесса, 2005.— С. 136 – 142.
18. Положення про рейтингову систему оцінювання знань Херсонського політехнічного коледжу Одеського національного політехнічного університету. —Херсон : ХПТК, 2005. — 33 с.
19. Tsichritzis D.C., Lochovsky F.H. Data Models. — New Jersey: Englewood Cliffs, 1982. — 344 p.
- 20.Khan T., Yip Y.J. Pedagogic Principles of Case-Based CAL // Journal of Computer Assisted Learning. — 1996. — Vol. 12, № 3. — P. 172 – 192.
21. Нарожний О.В., Яковенко О.Є., Гогунський В.Д. Проектування структури автоматизованої системи в умовах дистанційного навчання // Матеріали 12 – ой МНПК „Автоматика-2005”. — Харків: ХНТУ „ХПІ”, 2005 — Т.1.— С. 157 – 161.

22. Яковенко О.Є., Гогунський В.Д., Нарожний О.В. Моделювання знань студента та його оцінка в системах адаптивної діагностики // Інформація в научно – дослідницькому і навчальному процесі: Сб. науч. тр. — Спецвып. — Алчевск: ДонГТУ, 2005. — С. 196 – 200.
23. Віткін Л., Лаптев С., Хімичева Г. Концептуальна модель оцінювання якості підготовки випускника ВНЗ // Стандартизація, сертифікація, якість.— 2003. — №3. — С. 68 – 72.
24. Козлакова Г. О. Інформаційно-програмне забезпечення дистанційної освіти: зарубіжний і вітчизняний досвід: Моногр.—К.: Просвіта, 2002.— 230с.
25. Bloom B.S. The sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring // Education Researcher. —1984. — Vol. 7 , №13. — P. 3 – 15.
26. Гуржій А.М. Інформатизація освіти і проблеми створення комп'ютерних програмно-педагогічних засобів навчання // Освіта України.— 2003. —№ 23. — С. 7 – 10.
27. Козлакова Г. Інформаційні технології: інтелектуалізація навчання у вищій школі // Вища освіта України. —2002. — № 1. — С. 48 – 52.
28. Інтелектуалізовані проблемно-орієнтовані навчальні комплекси / Козлакова Г.О, Остапченко К.Б., Удовенко С.І., Ямпольський Л.С. — К.: ВПОЛ, ІЗМН, 1996 г. — 182 с.
29. Minsky M. A framework for representing knowledge//D.Metzing ed. Frame conceptions and text understanding.—В.; New York: Gruyter,1980.—P.1 – 25.
30. Носов П.С., Яковенко О.Є, Тонконогий В.М.. Використання компонентів мислення експертними системами, як фактору адаптивного впливу в автоматизованих навчальних системах // Тр. Одес. политехн. ун-та. Одесса: ОНПУ, 2005. — Спецвыпуск. — С. 101–105.
31. Zaiceva L , Bule J, Kuplis U. Advanced e-learning system development. // Proceedings of the International Conference on Advanced Learning technologies and Applications (ALTA'03), Kaunas, Lithuania, 11–12 September 2004. – Kaunas, 2004. — P. 1 – 18.

32. Яковенко О.Є. Реалізація інформаційної технології адаптивного навчання // Тр. Одес. политехн. ун-та. — Одеса: ОНПУ, 2005. — Спецвып. — С. 28 – 30.

33. Визначення достатнього числа питань в тестах при автоматизованому контролі знань / К.В. Колеснікова, В.М.Тонконогий, О.Є. Яковенко, Л.В. Джугурян // Тр. Одес. политехн. ун-та. — Одеса: ОНПУ, 2005. — Спецвып. — С. 8 – 12.

34. Яковенко О.Є, Гогунський В.Д. Розробка критеріїв оцінювання якості і прийняття рішень при проектуванні автоматизованої навчальної системи // Тр. Одес. политехн. ун-та. — Одеса: ОНПУ, 2005. — Вып.2(24).— С. 165 – 169.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиці та рисунки, які характеризують роботу підсистеми проектування тестів та створення баз знань.

Таблиця А.1

Структура вхідних даних

Зміна	Тип	Діапазон значень	Коментар
Rich Edit1	Object	0...65000	Поле вводу тексту в форматі RTF
cmbFontSize	Integer	-32768...+32768	Розмір шрифту
cmbFont	String	0..255	Тип шрифту
SpeedButton1	Integer	-32768...+32768	Фон параграфу
cmbText	String	0..255	Тип тексту
btnFontColour	Integer	-32768...+32768	Колір
InDisc	String	0..255	Ім'я дисципліни
ImLek	String	0..255	Ім'я лекції
Pic	Picture	0...65000	Картинка
Path	String	0...255	Шлях до робочого каталогу

Таблиця А.2

Структура вихідних даних

Зміна	Тип	Діапазон значень	Коментар
*.rtf	File		Файл формату RTF

*.htm	File		Файл формату HTML
Content.htm	File		Малюнок для файла HTML
*.ini	File		Файл налагодження програми
Help.doc	File		Файл допомоги

A1. Опис процедур основних програмних модулів

Модуль «Аналіз модульного контролю»:

– procedure DrawAxes(SourceGraph: TLepGraph; SourceImage: TImage; AxesLength: Word); – виконує побудову радарного графіка на канві форми, яка відображається;

– procedure CalculateAvgValue(var R: Real); – виконує розрахунок середнього бала за модульний контроль по групі;

– procedure CalculateMaxValue(var R: Real); – виконує розрахунок максимального бала за модульний контроль по групі.

Модуль «Аналіз вивчення дисципліни» містить такі процедури:

– procedure CalcAvg; – виконує розрахунок середнього бала за і-й модульний контроль (по певній дисципліні) по групі;

– procedure CalcMax; – виконує розрахунок максимального бала за і-й модульний контроль (по певній дисципліні) по групі.

Модуль «Аналіз по циклам дисциплін»:

– procedure CalcAvg; – виконує розрахунок середнього бала за і-й модульний контроль (по певній дисципліні відповідно до цикла дисциплін) по групі;

– procedure CalcMax; – виконує розрахунок максимального бала за і-й модульний контроль (по певній дисципліні відповідно до цикла дисциплін) по групі.

Модуль «Формування звітів» містить такі процедури:

– procedure LoadAndShow; – виконує вибір та відображення даних у виді звіту.

Модуль «3D-оцінювання» містить такі процедури:

– procedure LoadAndDraw; – виконує збір даних про певного студента відповідно до необхідного модульного контролю по чотирьом рівням засвоєння знань та будує 3-вимірний графік.

Модуль «Аналіз відновлення знань» містить такі процедури:

– procedure LoadAndDraw; – виконує збір даних для побудови графіка залежності відновлення знань від часу та будує цей графік.

А.2. Порядок роботи з ППТСБЗ

Для того, щоб встановити робочий каталог, необхідно вибрати пункт меню “Файл”. Ця операція виконується процедурою procedure TForm1.mnuSelectWorkFolderClick (Sender: TObject).

Щоб створити папку для нової дисципліни треба вибрати пункт меню “Редактор” – “Нова дисципліна” (procedure TForm1.N18Click(Sender: TObject). Якщо папка для дисципліни вже створена, тоді для її відкриття необхідно вибрати пункт меню “Редактор” – procedure TForm1.N15Click(Sender: TObject).

Щоб створити нову лекцію, потрібно вибрати пункт меню “Редактор” – procedure SetURLToSelection(const URL: String).

Щоб зберегти дані, для цього необхідно вибрати кнопку з позначенням дискети на панелі інструментів, або вибрати пункт меню “Файл” procedure TForm1.mitSaveClick(Sender: TObject).

Можна вибрати такі пункти меню “Вставити”:

- “Файл” (procedure TForm1.mitInsertFileClick (Sender: TObject));
- “Рисунок” (procedure TForm1.mitPictureClick (Sender: TObject));
- “Компонент” - “Кнопку” (procedure TForm1.mitButtonComp Click(Sender: TObject));

- “Компонент” - procedure TForm1.mitEditBoxCompClick(Sender: TObject));
- (procedure TForm1.mitInsertBullet Click(Sender: TObject));
- (procedure TForm1.mitAddHSClick (Sender: TObject));
- (procedure TForm1.mitBreak Click(Sender: TObject)).

Щоб скопіювати певну частину тексту, потрібно обрати пункт меню “Правка” – procedure TForm1.mitCopyClick(Sender: TObject). Для того, щоб її вставити - “Правка” – procedure TForm1.mitPasteClick(Sender: TObject).

Щоб відмінити (повторити) останню дію, необхідно вибрати “Правка” – procedure TForm1.mitUndoClick(Sender: TObject) (“Правка” – procedure TForm1.mitRedoClick(Sender: TObject).

Можна вибрати такі пункти меню “Таблиця” ((procedure TForm1.mitCellsOperationClick (Sender: TObject).

Щоб вставити формулу, треба вибрати пункт меню “Вставити” – “Формулу” (procedure TForm1.mnuInsertFormulaClick(Sender: TObject))

Щоб змінити тип шрифту на жирний, курсив, підкреслений – вибрати відповідну кнопку на панелі інструментів (procedure TForm1.btnBoldClick(Sender: TObject))

Можна змінити положення тексту на сторінці (зліва, справа, посередині, по всій ширині сторінки) (procedure TForm1.btnApplyPara Click(Sender: TObject)).

Можна зробити перенос тексту на одну одиницю вправо чи вліво (procedure TForm1.btnIdentDecClick(Sender: TObject)).

Можна вибрати шрифт (procedure TForm1.btnFontClick(Sender: TObject)), його колір (procedure TForm1.btnFontColorClick(Sender: TObject)), колір фону параграфа (procedure TForm1.SpeedButton1Click (Sender: TObject)), фону всього тексту або виділеної частини (procedure TForm1.btnFontBackColorClick(Sender: TObject)).

Щоб переглянути лекцію на екрані потрібно вибрати пункт меню “Файл” – procedure TForm1.mit PreviewClick (Sender: TObject)). Лекцію можна роздрукувати: “Файл” – procedure TForm1.mitPrintClick(Sender: TObject)), або

перевести у формат HTML: “Редактор” – “RTF – HTML” (procedure TForm1.mnu RFT2HTMLClick(Sender: TObject).

Для закінчення роботи з програмою необхідно вибрати пункт меню “Файл” – procedure TForm1.mitExitClick(Sender: TObject).

Основними складовими частинами проекту є форми.

Проект розташований на диску CD-R, тому для внесення змін його потрібно переписати на жорсткий диск комп’ютера, після чого запис проекту можливий тільки на інший диск при наявності відповідного обладнання.

В “Зверненні до програми” наведено опис процедур виклику програми:

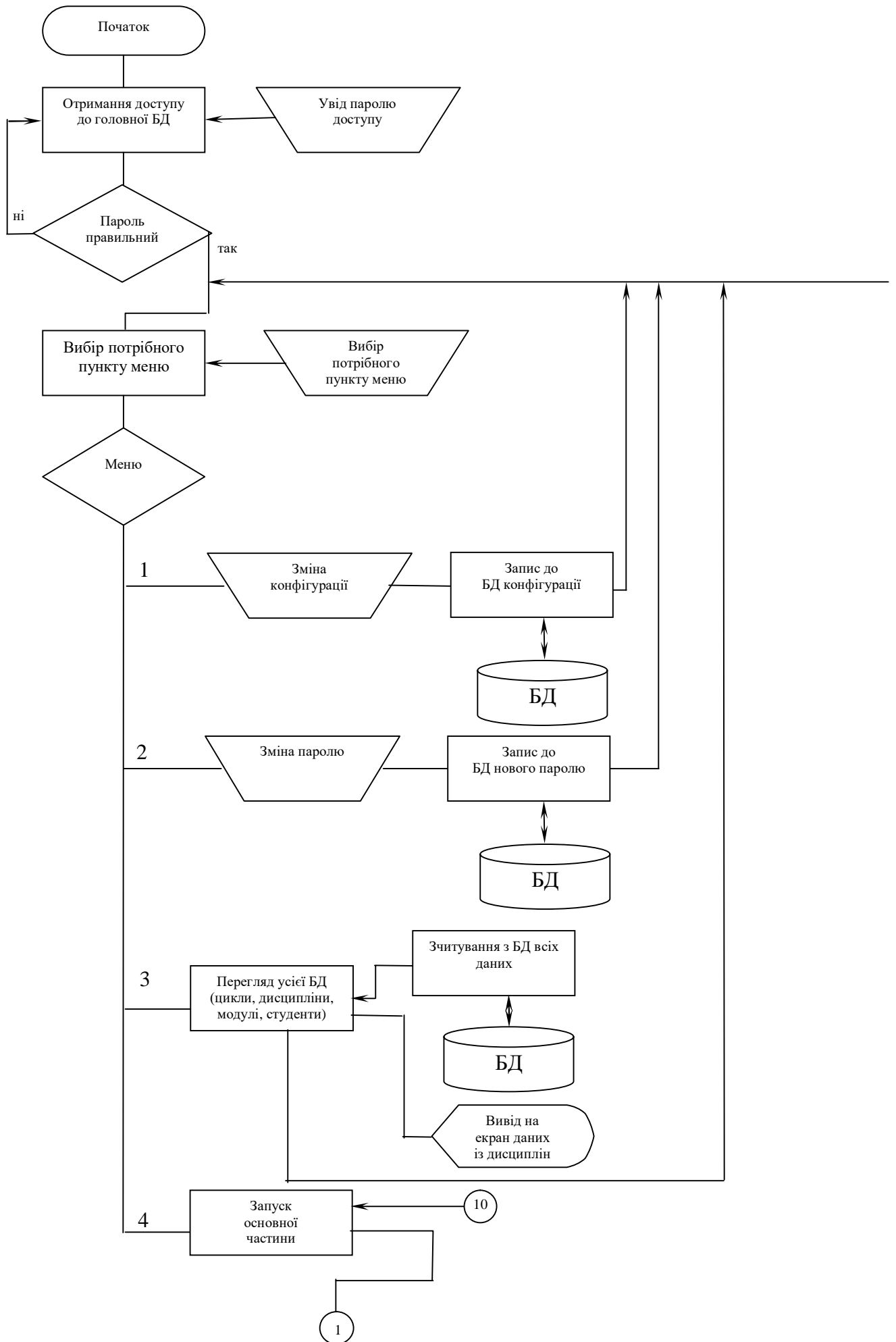
- procedure TForm1.mitLoadClick(Sender: TObject) – процедура, що виконує пункт меню “Файл” ;
- procedure TForm1.mitSaveClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Файл” . Зберігає дані у відповідному файлі;
- procedure TForm1.mitPreviewClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Файл” . Попередній перегляд тексту на екрані;
- procedure TForm1.mitPrintClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Файл” . Друк робочого файла;
- procedure TForm1.mitClearClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Файл” . Очищення робочого файла;
- procedure TForm1.mnuSelectWorkFolderClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Файл”. Вибір робочого каталогу на комп’ютері;
- procedure TForm1.mitExitClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Файл” . Вихід із програми;
- procedure TForm1.N18Click(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Редактор” . Створення папки нової дисципліни;
- procedure TForm1.N15Click(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Редактор” . Відкриття папки існуючої дисципліни;

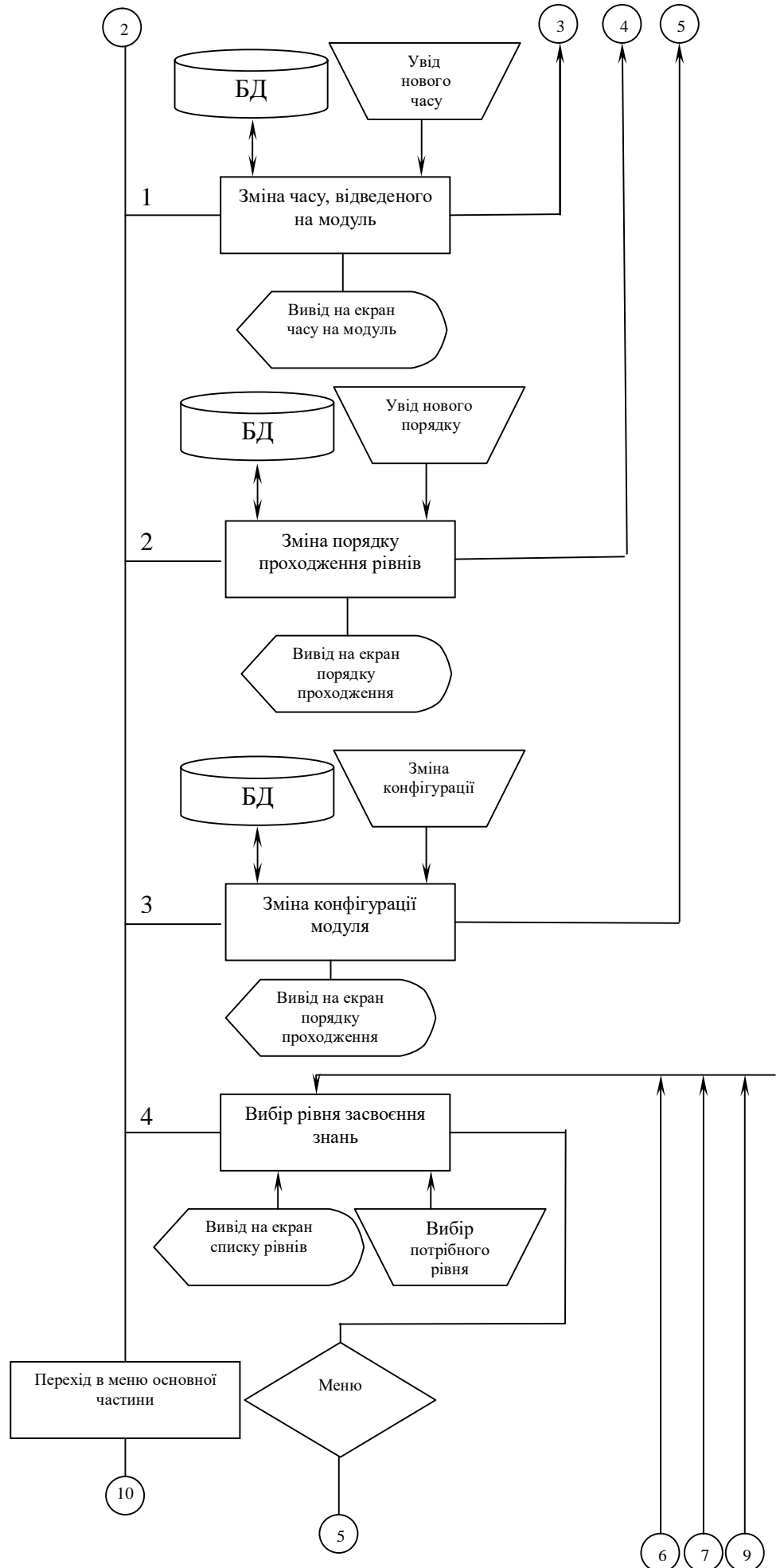
- procedure SetURLToSelection(const URL: String) - процедура, що виконує пункт меню “Редактор” . Додає нову лекцію з певної дисципліни;
- procedure TForm1.mnuRFT2HTMLClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Редактор” - “RTF – HTML”. Перетворення файлу у форматі RTF у формат HTML;
- procedure TForm1.mitUndoClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Правка” . Відмінює останню дію оператора;
- procedure TForm1.mitRedoClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Правка” . Повторює останню дію користувача;
- procedure TForm1.mitCutClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Правка” . Вирізає виділений фрагмент тексту;
- procedure TForm1.mitCopyClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Правка” . Копіює виділений фрагмент текст;
- procedure TForm1.mitPasteClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Правка” . Вставляє раніше скопійований фрагмент тексту;
- procedure TForm1.mitPasteAsRTFClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Правка” – “RTF”. Вставляє раніше скопійований фрагмент текст в форматі RTF;
- procedure TForm1.mitPasteAsTextClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Правка” – “Текст”. Вставляє раніше скопійований фрагмент текст;
- procedure TForm1.mitPasteAsUnicodeTextClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Правка” - “Текст Unicode”. Вставляє раніше скопійований фрагмент тексту в форматі Unicode;
- procedure TForm1.mitPasteAsMetafileClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Правка” – . Вставляє раніше скопійований фрагмент тексту як метафайл;

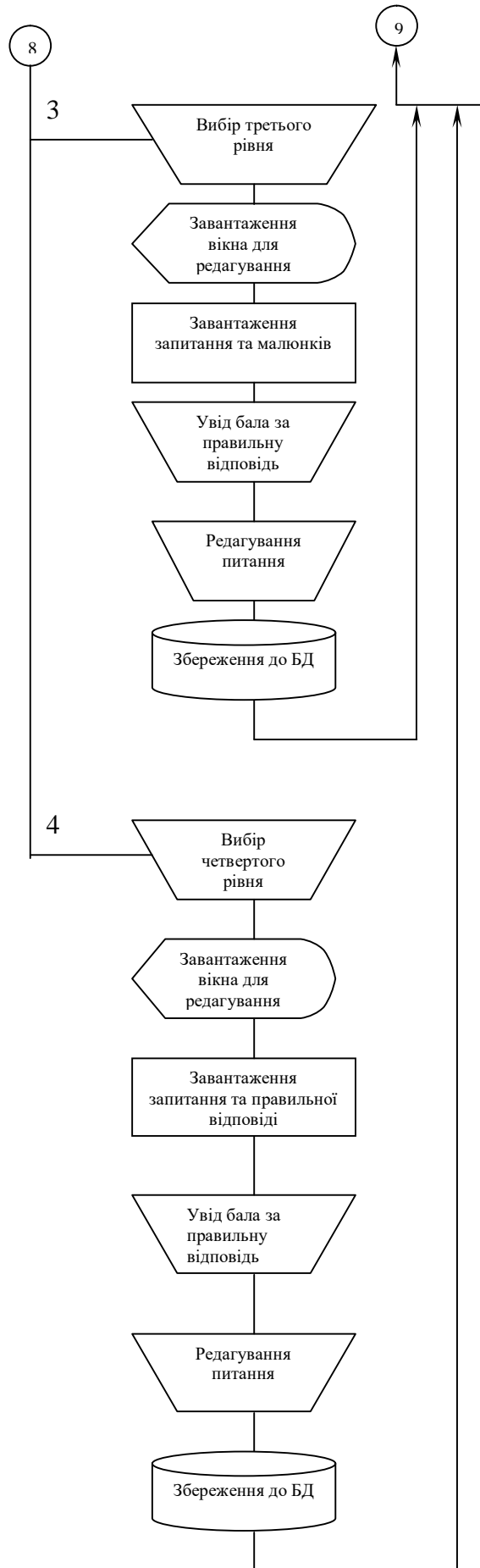
- procedure TForm1.mitPasteAsBitmapClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Правка” – “Рисунок”. Вставляє раніше скопійований текст як рисунок;
- procedure TForm1.mitPasteAsRVFClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Правка” . Вставляє раніше скопійований фрагмент тексту;
- procedure TForm1.mitPasteAsOleClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Правка”– “OLE”. Вставляє раніше скопійований фрагмент тексту в форматі OLE;
- procedure TForm1.mitDeleteClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Правка” . Видаляє виділений текст;
- procedure TForm1.mitSelectAllClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Правка”. Виділяє весь текст;
- procedure TForm1.mitSearchClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Правка”. Пошук фрагмента тексту;
- procedure TForm1.mitSelectCurrentWordClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Правка” . Вибирає поточне слово;
- procedure TForm1.mitInsertPageBreakClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Правка”. Ставить признак кінця сторінки;
- procedure TForm1.mitRemovePageBreakClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Правка”. Видаляє признак кінця сторінки;
- procedure TForm1.mitEditCheckpointClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Правка” - . Робить закладку;
- procedure TForm1.mitEditPropsClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Правка” .Виводить властивості вибраного елемента;
- procedure TForm1.mitInsertFileClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Файл”. Вставляє файл;
- procedure TForm1.mnuInsertFormulaClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню - “Формула”. Вставляє формулу;

- procedure TForm1.mitPictureClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Малюнок”. Вставляє малюнок;
- procedure TForm1.mitButtonCompClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Компонент” - “Кнопка”. Вставляє кнопку;
- procedure TForm1.mitEditBoxCompClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Компонент” . Вставляє поле редагування;
- procedure TForm1.mitInsertBulletClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню . Вставляє іконку “Допомога”, “Пошук” або “Властивості”;
- procedure TForm1.mitAddHSClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню . Вставляє мітку “Добавити малюнок” або “Добавити текст”.
- procedure TForm1.mitBreakClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню . Вставляє розділювач;
- procedure TForm1.mitApplyListClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Списки”.
- procedure TForm1.mitRemoveListsClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Списки”;
- procedure TForm1.mitInserttable1Click(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Таблиця” . Додає в текст таблицю зразок №1;
- procedure TForm1.mitCellsOperationClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню “Таблиця”. Додає в таблиці один рядок вище, рядок нижче, стовпець зліва, стовпець справа, вилучає рядок чи стовпчик, об’єднує комірки, виконує розрив таблиці по горизонталі, по вертикалі, розбиває рядки, стовпчики ;
- procedure TForm1.mitCheckPointListClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню. Перехід до закладки;
- procedure TForm1.mitReadOnlyClick(Sender: TObject) - процедура, що виконує пункт меню . Встановлення атрибуту “Тільки читання”;

- procedure TForm1.ToolButton1Click(Sender: TObject) – збереження файлу;
- procedure TForm1.btnBoldClick(Sender: TObject) – виділяє текст жирним, косим або підкресленим шрифтом;
- procedure TForm1.btnApplyParaClick(Sender: TObject) – розташування тексту зліва, посередині, справа чи на всю ширину сторінки;
- procedure TForm1.btnIdentDecClick(Sender: TObject) – переніс тексту на одну одиницю вправо чи вліво;
- procedure TForm1.SpeedButton1Click(Sender: TObject) – вибір кольору параграфа;
- procedure TForm1.btnFontClick(Sender: TObject) – вибір шрифту;
- procedure TForm1.btnFontColorClick(Sender: TObject) – вибір кольору тексту;
- procedure TForm1.btnFontBackColorClick(Sender: TObject) – вибір кольору фону тексту.







Додаток Б

Таблиці та рисунки, які характеризують роботу підсистеми адаптивного навчання та контролю знань

Таблиця Б.1

Структура вхідних даних в тестері

№ з/п	Ідентифікатор	Тип	Коментар
1	Subject	String	Назва дисципліни
2	Modul	String	Назва модульного контролю
3	Grupa	Short	Номер групи
4	FAM	String	Прізвище студента
5	Name	String	Ім'я студента
6	Pass	string	Пароль для ідентифікації
7	Table1	Array of integer	Масив питань для контролю по Першому рівню
8	Table2	Array of integer	Масив питань для контролю по другому рівню
9	Table3	Array of integer	Масив питань для контролю по третьому рівню
10	Table4	Array of integer	Масив питань для контролю по четвертому рівню
11	kolvo	integer	Кількість разів, скільки даний студент здавав вибраний модульний контроль

Таблиця Б.2

Структура вхідних даних в адміністративній частині

№ з/п	Ідентифікатор	Тип	Коментар
1	Pass	String	Пароль для ідентифікації адміністратора
2	Cycle	String	Назва циклу дисципліни, що вибирається
3	Subject	String	Назва дисципліни, що вибирається
4	Modul	String	Назва модульного контролю, що вибирається
5	Level	integer	Номер рівня засвоєння знань
6	MaxBalls	Array [1..4] of integer	Массив балів, яких потрібно набрати для кожного рівня засвоєння знань
7	MaxLevelBalls	Array of integer	Масив максимальних балів вартості правильної відповіді на кожний рівень
8	qtime	integer	Час у секундах, відведений на певний модульний контроль чи семестровий
9	poradok	Array of integer	Масив, в якому зберігається порядок проходження рівнів в різних модульних і семестрових
10	NewCycle	String	Назва нового циклу

Таблиця Б.3

Структура вихідних даних в тестері

№ з/п	Ідентифікатор	Тип	Коментар
1	Subject	String	Назва дисципліни

Продовження табл.Б.3

2	Modul	String	Назва модуля
3	Fam	String	Прізвище студента
4	Name	String	Ім'я студента
5	Grupa	String	Група студента
6	kol	integer	Кількість разів перездачі цього модульного контролю
7	ball	float	Максимальний бал по цьому модулю
8	lastball	float	Бал за останній модуль
9	qtime	integer	Час, який був відведений на весь модульний контроль
10	Hitime	integer	Час, за який пройшов студент цей модульний контроль
11	mtype	string	Тип модульного контролю (режим контролю чи режим поновлення знань)
12	qballs	Array of float	Масив балів, яких набрав студент під час проходження тестування
13	maxballs	Array of float	Масив максимальних балів, яких студент міг би набрати у разі абсолютно правильних відповідей

Додаток В

Таблиці та рисунки, які характеризують роботу підсистеми прийняття рішень

Таблиця В.1

Структура вхідних даних модуля «Аналіз модульного контролю»

Ідентифікатор	Тип	Коментар
Subject	String	Назва дисципліни
Modul	String	Назва модульного контролю
Grupa	Short	Номер групи
IO	String	ПІБ студента
ModulDate	Date	Дата складання модуля
Lev1Table	Array of Extended	Масив оцінок за питання першого рівня засвоєння знань
Lev2Table	Array of Extended	Масив оцінок за питання другого рівня засвоєння знань
Lev3Table	Array of Extended	Масив оцінок за питання третього рівня засвоєння знань
Lev4Table	Array of Extended	Масив оцінок за питання четвертого рівня

Таблиця В.2

Структура вхідних даних модуля «Аналіз вивчення дисципліни»

Ідентифікатор	Тип	Коментар
Subject	String	Назва дисципліни
Grupa	Short	Номер групи
FIO	String	ПІБ студента
ModulsMarks	Array of Extended	Оцінки студента за всі модульні контролю
ModulsNames	Array of String	Назви модульних контролів

Таблиця В.3

Структура вхідних даних модуля « Аналіз вивчення дисциплін по циклам»

Ідентифікатор	Тип	Коментар
Grupa	Short	Номер групи
FIO	String	ПІБ студента
Cycle1Marks	Array of Extended	Рейтинги по предметам 1-го циклу
Cycle2Marks	Array of Extended	Рейтинги по дисциплінам 2-го циклу
Cycle3Marks	Array of Extended	Рейтинги по дисциплінам 3-го циклу
Cycle4Marks	Array of Extended	Рейтинги по дисциплінам 4-го циклу
Cycle5Marks	Array of Extended	Рейтинги по дисциплінам 5-го циклу

Таблиця В.4

Структура вхідних даних модуля «3D-оцінювання»

Ідентифікатор	Тип	Коментар
Subject	String	Назва дисципліни
Modul	String	Назва модульного контролю
Grupa	Short	Номер групи
FIO	String	ПІБ студента
ModulDate	Date	Дата складання модуля
Mark	Extended	Бал за модульний контроль
LevVidnov	Extended	Рівень відновлення знань
Speed	Extended	Швидкість навчання

Таблиця В.5

Структура вхідних даних модуля «Аналіз відновлення знань»

Ідентифікатор	Тип	Коментар
Subject	String	Назва дисципліни
Modul	String	Назва модульного контролю
Grupa	Short	Номер групи
FIO	String	ПІБ студента
ModulDate	Date	Дата складання модуля
Kolvo	Integer	Кількість спроб по відновленню знань

Таблиця В.6

Структура вихідних даних «Відомість успішності групи»

Ідентифікатор	Тип	Коментар
Subject	String	Назва дисципліни
Speciality	String	Спеціальність
GroupNumber	Short	Номер групи
FIO	Array of String	Масив ПІБ студентів
Mark	Array of Word	Масив оцінок студентів

Таблиця В.7

Структура вихідних даних «Екран навчальних досягнень студентів»

Ідентифікатор	Тип	Коментар
R90_100	Word	Кількість оцінок від 90 до 100 балів
R75_89	Word	Кількість оцінок від 75 до 89 балів
R60_74	Word	Кількість оцінок від 60 до 74 балів
R60_Less	Word	Кількість оцінок менше 60 балів
QualityAbs	Extended	Абсолютна успішність

Продовження табл. В.7

QualityKach	Extended	Якісна успішність
Subject	Array of String	Масив назв дисциплін
GroupNumber	Short	Номер групи
FIO	Array of String	Масив ПІБ студентів
Mark	Array of Array of Word	Масив оцінок студентів по всім дисциплінам
PlanM	Array of Word	Масив кількостей модульних контролів за планом по дисциплінам
FactM	Array of Word	Масив кількостей фактично виконаних модульних контролів по дисциплінам
Quality	Array of Extended	Масив величин якості за дисциплінами
Progress	Array of Extended	Масив величин успішності за дисциплінами
Average	Array of Extended	Масив середніх балів по студентам
ABSQuality	Extended	Абсолютна якість групи
ABSProgress	Extended	Абсолютна успішність групи

Таблиця В.8

Структура вихідних даних «Зведена відомість успішності»

Ідентифікатор	Тип	Коментар
Subject	Array of String	Масив назв дисциплін
GroupNumber	Short	Номер групи
FIO	Array of String	Масив ПІБ студентів
Mark	Array of Array of Word	Масив оцінок студентів по всім дисциплінам

PlanM	Array of Word	Масив кількостей модульних контролів за планом по дисциплінам
FactM	Array of Word	Масив кількостей фактично виконаних модульних контролів по дисциплінам
R90_100_St	Array of Word	Кількість оцінок від 90 до 100 балів по студентам
R75_89_St	Array of Word	Кількість оцінок від 75 до 89 балів по студентам
R60_74_St	Array of Word	Кількість оцінок від 60 до 74 балів по студентам
R60_Less_St	Array of Word	Кількість оцінок менше 60 балів по студентам
NotTested_St	Array of Word	Кількість не атестацій по студентам
R90_100_S	Array of Word	Кількість оцінок від 90 до 100 балів по дисциплінам
R75_89_S	Array of Word	Кількість оцінок від 75 до 89 балів по дисциплінам
R60_74_S	Array of Word	Кількість оцінок від 60 до 74 балів по дисциплінам
R60_Less_S	Array of Word	Кількість оцінок менше 60 балів по дисциплінам
NotTested_S	Array of Word	Кількість не атестацій по дисциплінам
Average	Array of Extended	Масив середніх балів по студентам
ABSQuality	Extended	Абсолютна якість групи
ABSProgress	Extended	Абсолютна успішність групи

Додаток Д

Таблиця Д.1

Параметри налагодження АСУ НП АСПР

Параметр	Опис	Значення за замовченням
Максимальна кількість питань в тесті	Максимальна кількість питань, запропонованих студенту при тестуванні	Обмежено технічними можливостями комп'ютера
Мінімальна кількість питань по 1-му рівню	Мінімальна кількість питань за замовченням	20
Мінімальна кількість питань по 2-му рівню	Мінімальна кількість питань за замовченням	5
Мінімальна кількість питань по 3-му рівню	Мінімальна кількість питань за замовченням	5
Мінімальна кількість питань по 4-му рівню	Мінімальна кількість питань за замовченням	5
Максимальне значення шкали оцінки знань студента на 1-му рівні	Значення за замовченням	60
Максимальне значення шкали оцінки знань студента на 2-му рівні	Значення за замовченням	15
Максимальне значення шкали оцінки знань студента на 3-му рівні	Значення за замовченням	15

Продовження табл. Д.1

Максимальне значення шкали оцінки знань студента на 4-му рівні	Значення за замовченням	10
Максимальна оцінка за питання по 1-му рівні	Значення за замовченням	3
Максимальна оцінка за питання по 2-му рівні	Значення за замовченням	3
Максимальна оцінка за питання по 3-му рівні	Значення за замовченням	3
Максимальна оцінка за питання по 4-му рівні	Значення за замовченням	2
Порядок проходження рівнів при тестуванні	Значення за замовченням	1, 2, 3, 4
Час, відведений на тестування по модулю	Значення за замовченням	10 хв.
Час, відведений на тестування по семестровому контролю	Значення за замовченням	10 хв.
Максимальна кількість спроб на тестування	Значення за замовченням	3

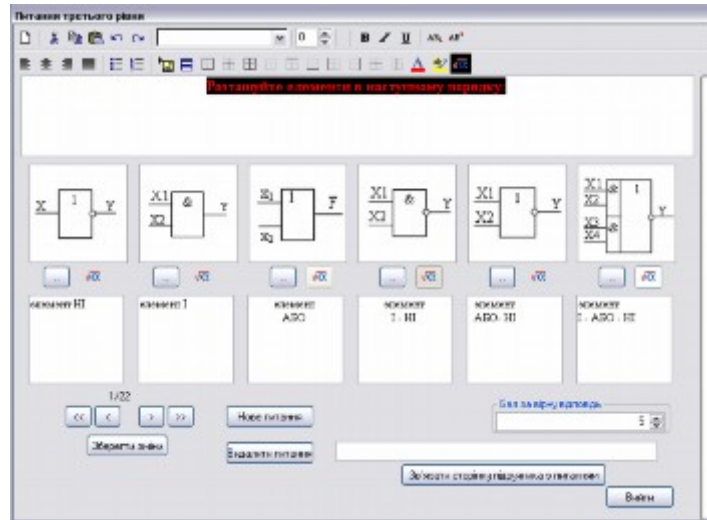


Рис.Д.2. Редактор питань I рівня засвоєння знань

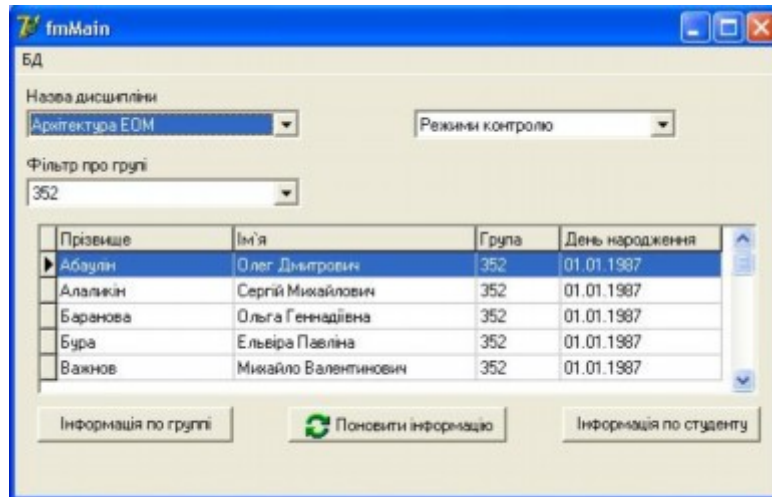


Рис.Д.3. Головна форма БД

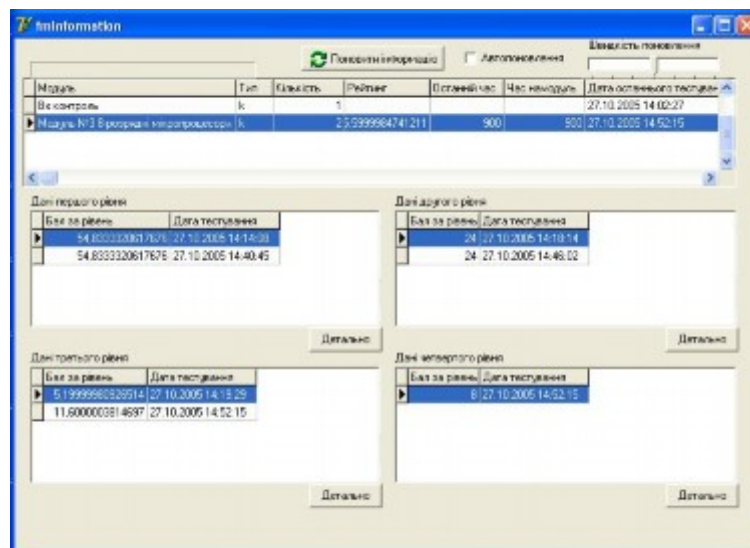


Рис.Д.4. БД детальної інформації по одному студенту