

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ  
Факультет ринкових, інформаційних та інноваційних технологій  
Кафедра інформаційно-комп'ютерних технологій  
та фундаментальних дисциплін

*Дипломна магістерська робота*

на тему:

**«ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ  
НАВЧАЛЬНИХ СИСТЕМ»**

Виконала: студентка групи МгЧКІ-20  
спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія  
освітньої програми Комп'ютерна інженерія  
Майя ЛЮТА

Керівник: к.т.н., доцент

Світлана ОДОКІЄНКО

Рецензент: \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Черкаси 2021

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>7</b>
<b>РОЗДІЛ 1 АВТОМАТИЗОВАНІ НАВЧАЛЬНІ СИСТЕМИ .....</b>	<b>10</b>
1.1 Історія розвитку комп'ютерних засобів навчального призначення.....	13
1.2 Розподілена автоматизована навчальна система.....	17
1.2.1 Застосування мережевих технологій у навчальних системах .....	18
1.2.2 Телекомунікаційне середовище РАНС .....	19
1.2.3 Комп'ютерні мережі РАНС .....	21
1.3 Класифікація комп'ютерних засобів навчального призначення .....	23
1.3.1 Види класифікації.....	23
1.3.2 Принцип багатовимірної класифікації .....	24
1.4 Схема процесу навчання .....	25
1.5 Автоматизовані навчальні системи (АНС) .....	28
1.5.1 Переваги автоматизованих навчальних систем .....	28
1.5.2 Поняття автоматизованої навчальної системи.....	28
1.5.3 Вимоги, що пред'являються до РАНС .....	30
1.5.4 Основні напрямки досліджень .....	33
<b>Висновки до 1 розділу .....</b>	<b>34</b>
<b>РОЗДІЛ 2 ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ</b>	
<b>АВТОМАТИЗОВАНИХ НАВЧАЛЬНИХ СИСТЕМ.....</b>	<b>35</b>
2.1 Організація РАНС.....	35
2.1.1 Створення мережного середовища РАНС .....	35
2.1.2 Особливості функціонування програмного забезпечення РАНС .....	36
2.2 Основні характеристики РАНС, як програмного продукту .....	40
2.3 Логічна структура навчальної системи .....	40
2.4.1 Взаємодія з навченим.....	41
2.3.2 Підсистема управління навчанням .....	43
2.3.3 Модель предметної області (МПО) .....	44
2.4 Контроль знань.....	49
2.4.1 Схеми проведення контролю знань.....	51

2.4.2 Параметри проведення контролю знань .....	54
2.4.2.1 Вбудовані параметри .....	54
2.4.2.2 Параметри, що задаються користувачем.....	59
<b>Висновки до 2 розділу .....</b>	<b>60</b>
<b>РОЗДІЛ 3 ПОДСІСТЕМА КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ.....</b>	<b>62</b>
3.1 Особливості роботи підсистеми контролю знань в РАОС .....	62
3.2 Характеристики систем контролю знань .....	63
3.2.1 Аналіз існуючих систем контролю знань.....	63
3.2.2 Вимоги до підсистеми контролю знань.....	64
3.3 Аналіз відповідей студента.....	65
3.3.1 Представлення питань і відповідей .....	65
3.3.2 Типи запитань і відповідей.....	67
3.3.4 Аналіз відповіді у вигляді арифметичного виразу .....	69
3.3.5 Текстові відповіді .....	69
3.3.6 Графічні форми завдання відповідей .....	71
3.3.6.1 Розпізнавання образів в навчальних системах .....	71
3.3.6.2 Завдання розпізнавання графіків.....	73
<b>Висновки до 3 розділу .....</b>	<b>75</b>
4.1 Опис програмного комплексу .....	77
4.1.1 Функціональна структура програмного комплексу.....	77
4.1.3 Налаштування АНС.....	80
4.2 Підсистема контролю знань.....	81
4.2.1 Мова опису тестів.....	81
4.2.1.2 Формат мови опису тестів.....	81
4.2.2 Контроль знань у режимі віддаленого доступу .....	82
4.3 Експерименти із застосування підсистеми контролю знань .....	82
<b>Висновки до 4 розділу .....</b>	<b>86</b>
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....</b>	<b>89</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>91</b>

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Програмні засоби навчального призначення за принципами використання можна умовно розділити на навчальні системи, наповнені знаннями про конкретної предметної області, та інструментальні системи, призначені для наповнення їх знаннями про довільної предметної області з метою створення навчальної системи [44]. Найбільш перспективними з точки зору співвідношення кінцевого результату і трудовитрат на створення і підтримку є інструментальні системи, які прийнято називати автоматизованими навчальними системами (АНС) [22, 42]. До основних переваг АНС відносяться:

- Можливість використання переваг індивідуального навчання [48];
- Можливість індивідуальної адаптації курсу навчання до потреб тих, яких навчають або умовами навчання [39];
- Можливість використання і тиражування передового досвіду [501];
- Підвищення доступності освіти [21];
- Навчання навичкам самостійної роботи [27];
- Розвантаження викладача від ряду рутинних, повторюваних дій (читання лекцій, перевірки контрольних робіт і т.д.) [38];
- Можливість використання в рамках дистанційного навчання, перенавчання та підвищення кваліфікації [10].

В даний час завдяки розвитку обчислювальних мереж і телекомунікаційних технологій АНС отримали можливість вийти на новий рівень. При переході від локальних навчальних систем до розподілених якісно змінюються функціональні можливості навчальної системи. Організація розподілених АНС (РАНС) вимагає опрацювання мережових аспектів роботи системи, пов'язаних з наданням віддаленого доступу до системи, підтримкою розподілених даних і об'єднанням мережових ресурсів для вирішення, що стоять перед системою завдань.

Однією з важливих задач при створенні РАНС є організація контролю знань. Більшість існуючих АНС і систем контролю знань мають обмежену кількість форм представлення відповідей і двобальну систему оцінювання. Це обумовлено простотою аналізу вибіркового відповідей і відсутністю формальних

методів аналізу та диференційованої оцінки відповідей тих, яких навчають на контрольні запитання. Однак такий підхід обмежує можливості розробника курсу відносно використання різних варіантів тестових питань і аналізу відповідей учнів. У зв'язку з цим тематика досліджень, що зачіпають організацію контролю знань у РАНС, є актуальною.

**Мета і завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження методів організації розподілених автоматизованих навчальних систем і розробка загальних принципів побудови систем контролю знань на основі моделі диференційованої оцінки відповідей тих, яких навчають.

У роботі вирішуються наступні завдання:

- Аналіз існуючих автоматизованих навчальних систем і тенденцій їх розвитку;
- Виявлення вимог, які пред'являються до РАНС як до спеціалізованого програмного забезпечення, орієнтованого на роботу в комп'ютерній мережі;
- Дослідження математичного, алгоритмічного та програмного забезпечення компонентів РАНС;
- Експериментальне підтвердження застосовності запропонованих методів.

**Об'єкт дослідження** – процес створення автоматизованих навчальних систем.

**Предмет дослідження** – розподілені автоматизовані навчальні системи (РАНС), аспекти їх розробки та практичне використання.

**Методи дослідження** засновані на використанні положень теорії множин, теорії ймовірності, комбінаторики і методів інженерії знань. У розробці програмного забезпечення використовувалася технологія об'єктно-орієнтованого програмування.

**Наукова новизна.** Запропоновано новий підхід до організації контролю знань у розподілених автоматизованих навчальних системах. А саме:

- Запропоновано функціонування програмного забезпечення РАНС;

- Розглянуто застосування методів порівняння множин і списків для визначення правильності відповідей;

**Практична цінність.** Теоретичні дослідження завершені створенням на їх основі математичного, алгоритмічного та програмного забезпечення задачі створення підсистеми контролю знань в РАНС. А саме:

- Розроблений протокол обміну даними між ядром РАНС і допоміжним програмним забезпеченням;

- Створені бази знань, що реалізують різні методики управління контролем знань студента.

**Публікації.** Результати досліджень в даному напрямку були опубліковані в наукових працях. Оперативний розподіл навантаження на мережі передачі даних, що описує першопричину та обґрунтування необхідності дослідження саме цієї галузі. Перспективи розвитку бездротового зв'язку, що визначає та наочно пояснює необхідність даних досліджень.

**Структура й обсяг роботи.** Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури, що включає в себе 50 найменувань, викладена на 95 сторінках, містить 5 таблиць і 13 рисунків.

## РОЗДІЛ 1

### АВТОМАТИЗОВАНІ НАВЧАЛЬНІ СИСТЕМИ

Під навчанням розуміється процес передачі і засвоєння знань-умінь і навичок діяльності. В процесі навчання, взагалі кажучи, реалізуються мета освіти та виховання.

Традиційною формою одержання освіти є навчання з викладачем. Але в процесі навчання здавна застосовувалися різні допоміжні засоби. Наприклад, в Китаї ще кілька тисячоліть тому використовувався тренажер для навчання мистецтву голковколювання - муляж людини з безліччю прихованих отворів, в які безпомилково мав потрапити голкою, кого навчають. Пізніше з'явилися інші тренажери, потім - механічні та електронні системи тестування. Далі, з появою обчислювальної техніки, почав розвиватися такий вид програмного забезпечення, як системи машинного навчання або автоматизовані навчальні системи (АНС) [3].

Основу освітнього процесу при використанні навчальних систем складає цілеспрямована і контрольована інтенсивна самостійна робота, якого навчають, який може вчитися в зручний для себе час, за індивідуальним розкладом, маючи при собі комплект спеціальних засобів навчання і можливість контакту з викладачем за допомогою сучасних технічних засобів або очно [4].

Звичайно, ефективність традиційного виду навчання з викладачем у формі лекційних, практичних та лабораторних занять доведена всією історією розвитку людства. Але з іншого боку, про складність, що виникли в системі вищої освіти у зв'язку з технічним та інформаційним прогресом, говорять уже давно, і не без підстави [37].

Одна з основних проблем вищої освіти - невідповідність між можливостями традиційних методів навчання і тим обсягом фактичних знань, яке сучасне суспільство вимагає від випускників навчальних закладів. Збільшення термінів навчання як засіб вирішення його зрослих завдань вичерпано, тому необхідно покладатися на внутрішні резерви навчального процесу. Мова йде, перш за все, про інтенсифікацію та оптимізації навчального процесу [6].

При сучасному рівні розвитку засобів телекомунікацій є можливості надання студентам доступу до освітніх ресурсів з-за меж навчального закладу [25]. Це стосується не лише студентів, які здобувають освіту за заочною формою. (Хоча число людей, які бажають отримати вищу освіту, але не мають можливості відвідувати традиційні денні лекції через зайнятість на виробництві, віддаленості від вузу або фізичної інвалідності, безперервно збільшується. Крім цього, за оцінками фахівців, знання в технічній сфер застарівають приблизно за 5 років, тому потрібне постійне оновлення професійного багажу фахівця.

Гостроту, що стоять перед вищою освітою проблем можна саяти, застосовуючи у навчальному процесі комп'ютерні засоби навчального призначення.

Комп'ютерні засоби навчального призначення (КЗНП) – це програмні продукти, що використовуються у викладанні, навчанні, самоосвіті та підвищенні професійного рівня спеціаліста.

Поява навчальних систем поставило на порядок денний питання про автоматизацію навчання. Завдання автоматизації - підвищення ефективності навчання, яке складається з декількох складових;

- більш міцне засвоєння матеріалу;
- більший обсяг знань;
- менший час на їх засвоєння.

Підвищення ефективності навчання при використанні навчальних систем було підтверджено низкою досліджень [6]. Цьому сприяють такі фактори, як:

#### 1. Індивідуалізація навчання [48]

Найбільш ефективно, але й найменш економно індивідуальне навчання (один викладач і один студент). Найбільша економічна, але й найменш ефективна система - масове навчання. Впровадження навчальних систем дозволить поєднати переваги індивідуального навчання (в сенсі ефективності) і масового (в сенсі економічності).

#### 2. Інтенсифікація навчання [5].



Вона досягається за рахунок індивідуальності навчання (натовп завжди йде повільніше одну особу), а також за рахунок того, що той, кого навчають не прив'язаний до часу заняття і до викладача, а може займатися в зручний для себе час.

3. Використання виражальних засобів обчислювальної техніки (ОТ), таких як наочність, наявність засобів моделювання об'єктів і процесів і т.п. [43].

4. Можливість організації постійного контролю ступеня засвоєння знань, що сприяє більш міцному закріпленню матеріалу [8].

Крім підвищення ефективності навчання впровадження навчальних систем має й інші позитивні ефекти:

- Робота з навчальною системою розвиває вміння та навички самостійної роботи [27].

- Навчальні системи розвантажують викладача від ряду трудомістких і часто повторюваних операцій за поданням навчальної інформації і контролю знань; сприяють розробці об'єктивних методів контролю знань; полегшують накопичення передового навчально-методичного досвіду [38].

- Застосування навчальних систем може спростити перехід вузів до навчання, але більш широкому переліку спеціалізації, завдяки якому кожен студент отримує можливість отримати підготовку з індивідуальним професійним і освітнім ухилом.

- Можливе застосування навчальних систем в системі додаткової професійної освіти [10], особливо в тих областях діяльності, в яких має місце низька ефективність традиційних способів передачі знань за допомогою лекційних занять.

- Застосування навчальних систем дозволяє надати освітні послуги більш широкому колу тих, яких навчають, у т.ч. в рамках дистанційного навчання.

Для того щоб точніше визначити місце і роль навчальних систем у навчальному процесі, простежимо за історією розвитку цих систем.

## **1.1 Історія розвитку комп'ютерних засобів навчального призначення**

Можливість автоматизації будь-якого виду діяльності з'являється в тому випадку, коли виконуються людиною функції можуть бути достатньою мірою формалізуються і адекватно відтворені за допомогою технічних засобів, за умови виконання вимог щодо якості досягати результату. Для процесу передачі знань ця можливість з'явилася разом з появою обчислювальної техніки в середині минулого століття.

Перші експерименти із застосування комп'ютерів в освіті відносяться до кінця 50-х років. Незважаючи на те, що технічна база ЕОМ та програмне забезпечення того часу явно не відповідали успішному вирішенню поставленої проблеми в цілому, дослідження в цій області почалися у всіх розвинених країнах. Виділимо найбільш значущі етапи розвитку робіт у цій галузі і простежимо за зміною цілей і завдань, які ставили перед собою дослідники і розробники.

Перший етап дослідження можливостей створення навчальних систем припадає на 50-е і 60-і роки двадцятого століття. Професор Б.Ф. Скіннер у 1954 році висунув ідею, що отримала назву програмованого навчання. Вона полягала у заклику підвищити ефективність управління навчальним процесом шляхом побудови його в повній відповідності з психологічними знаннями про нього, що фактично означає впровадження кібернетики в практику навчання. Цей напрям почало активно розвиватися в США, а потім і в інших країнах. І вже тоді одним з основних ознак програмованого навчання вважалася автоматизація процесу навчання.

Автоматизація програмованого навчання почалася з використання навчальних та контролюючих пристроїв різного типу. Вони досить широко застосовувалися в 60-70-ті роки, хоча через обмежені можливості не забезпечували достатню ефективність та адекватності результатів контролю реальному рівню знань того, хто навчається. Фактично застосування таких пристроїв як в нашій країні [20]. так і за кордоном не вийшло за рамки навчання різним навичкам, а також найпростіших методів контролю, в основному вибіркового типу.

В цей же час почали розвиватися ідеї штучного інтелекту. Були розроблені основні моделі представлення знань, з'явилися перші системи, що використовують методи штучного інтелекту. Це був час ейфорії. Здавалося, ще трохи, якихось 10-20 років, і буде створений штучний розум, якому можна буде передоручити багато обов'язки людини, принаймні, ті з них, які не вимагають творчого підходу.

Завдяки цій атмосфері загального піднесення стоять перед розробниками навчальних систем мети були сформульовані наступним чином. Розробити таку навчальну систему, яка могла б повністю імітувати викладача, тобто мала б достатній набір знань не тільки у предметній області, але і в педагогіці, і могла б у рамках предметної області спілкуватися зі студентом на природній мові.

Тим не менше, в 60-ті роки було розроблено велику кількість спеціалізованих пакетів програм, орієнтованих на створення і супровід прикладних навчальних програм автоматизованих навчальних курсів (ЛУК) на базі ЕОМ третього покоління. Одними з найбільш відомих у нашій країні проектів використання обчислювальної техніки і засобів комунікації в навчанні є проект PLATO в найбільш розвиненою версії - PLATO-IV, а також вітчизняні автоматизовані навчальні системи АНС-ВНЗ., АНС-СПОК, АСТРА, САДКО та інші.

Ці та багато інших навчальних систем були системами селективного типу. У таких системах визначення методики навчання в цілому і зміст навчальних впливів зокрема залишалося педагогу, а їх реалізація та оцінка результатів проводилася засобами АНС. Сполучною ланкою між системою і педагогом була спеціальна форма подання інформації - навчальний курс, - в який людиною "закладалися" всі навчальні дії та умови зміни їх послідовності по лінійній або розгалуженим програмам.

Наступний етап у розвитку автоматизованого навчання - з початку 70-х до середини 80-х. До цього часу ідея створення інтелектуальних систем фактично зазнала фіаско тимчасове, що знайшло своє відображення в деградації поняття автоматизованого навчання. Автоматизованим та навчальними системами

розпочато називати будь-які програми, призначені для інформаційної або функціональної підтримки процесу навчання: тести, електронні підручники, лабораторні практикуми і т.п., що знайшло своє відображення в класифікаціях АНС, що відносяться до того часу.

Втім, незважаючи на ослаблення вимог до навчальних систем, тривали дослідження можливості використання при створенні АНС ідей та методів представлення знань, розроблених до того часу в області штучного інтелекту. Але якщо для подання знань про предметну область ці розробки підходили в значній мірі, то для вирішення двох інших завдань управління навчанням і контроль знань були потрібні більш складні методи і засоби. Саме ці проблеми були в полі зору розробників навчальних систем в кінці даного

періоду і все ще є предметом сучасних досліджень в області навчальних програм.

На початку цього періоду основні зусилля теоретиків автоматизованого навчання були спрямовані на пошук та перевірку більш глибоких моделей навчання та основі когнітивної психології. Як наслідок цих робіт стали з'являтися експериментальні навчальні системи продукують типу, де навчальні впливу вибираються не педагогом, а визначаються алгоритмом функціонування системи і генеруються в залежності від цілей навчання і поточної ситуації. При цьому передбачається, що в системі навчальної представлені знання про те, чому навчати, як навчати і знання про сам, кого навчають.

Третій етап - друга половина 80-х і 90-і роки. Цей період характеризується двома основними тенденціями. З одного боку, широке поширення персональних комп'ютерів (ПК) і розвиток обчислювальних мереж орієнтує навчальні системи на роботу в мережі з використанням загальноприйнятих стандартів подання та передачі даних. З іншого боку, збільшені апаратні можливості призвели до того, що одним з основних напрямів розвитку навчальних систем стало застосування в них нових комп'ютерних технологій (у першу чергу, гіпертексту і мультимедіа). Поголовне захоплення новомодними технологіями відсунуло на другий план змістовну і методичну складові навчальних систем [15].

Разом з тим, до середини 80-х стало ясно, що інтелектуалізація навчальних систем в першу чергу пов'язана з практичним використанням при їх розробці та реалізації методів і засобів, створених в рамках досліджень по експертним системам. Це, у свою чергу, викликало до життя серйозні дослідження за моделями пояснення в навчальних системах, з одного боку, та інтелектуальним технологіям формування моделей предметної області, стратегій навчання та оцінки знань учнів на основі більш складних моделей самих учнів, з іншого боку. Це дозволило говорити про адаптується навчальних системах, які могли в залежності від параметрів студента і результатів контролю знань генерувати нові послідовності керуючих впливів [39].

З розвитком обчислювальних мереж і, зокрема, мережі Internet навчальні системи отримали можливість виходу на новий рівень. При переході від локальних навчальних систем до розподілених якісно змінюються функціональні можливості (перш за все за рахунок об'єднання мережевих ресурсів для вирішення що стоять перед системою завдань). Використання засобів телекомунікації дозволяє значно розширити коло користувачів системи. Більш того, при організації роботи через обчислювальну мережу спілкування між студентами і викладачем може бути навіть більш інтенсивним, ніж при традиційному навчанні у вищій школі. Викладач отримує можливість постійного контролю стану процесу навчання (в першу чергу, з використанням засобів автоматичного контролю), а той, кого навчають можливість консультації в режимі on-line або по електронній пошті.

Використання мережевих технологій і досягнень у галузі штучного інтелекту дасть можливість створення перспективних навчальних систем, які дозволять адаптувати навчальний процес до конкретного навчають [17].

Отже, перші два етапи у розробці навчальних систем (60-е і, частково, 70-ті роки) характеризувалися активною роботою зі створення спеціального програмного забезпечення для навчальних систем, причому основна увага приділялася авторським мовам "пакетного" опису навчальних програм. Для наступних етапів характерно зростання ролі інструментарію загального

призначення для розробки компонентів комп'ютерних навчальних програм, а також інструментарію для формування бази предметних знань, реалізації моделей навчання та студента. З'являється розуміння того, що майбутнє навчальних систем пов'язане з використанням можливостей обчислювальних мереж і засобів телекомунікації.

Таким чином, окремі завдання, з яких складається проблема автоматизації навчання, вже мають рішення, як у методологічному, так і в програмному плані. Використання готових рішень не тільки спростить що стоїть перед нами завдання, а й підвищить якість її рішення. Сучасний розвиток засобів ОТ та програмного забезпечення дає підстави говорити про принципову можливість створення повнофункціональної РАНС.

## **1.2 Розподілена автоматизована навчальна система**

Розподіленість навчальної системи має кілька аспектів:

1. Надання віддаленого доступу до системи передбачає роботу в режимі клієнт-сервер.

2. Система повинна забезпечувати підтримку розподілених даних.

3. Створення системи подібного рівня складності в принципі можливо лише при використанні обчислювальних можливостей, що надаються мережею. Якщо говорити про повнофункціональної АНС, то рішення задачі автоматизованого навчання в максимальному варіанті включає:

- надання навчальних матеріалів у різних формах (текст, гіпертекст, графіка, аудіо-та відеоматеріали і т.д.);
- виконання практичних робіт (моделювання, проектування, рішення задач тощо);
- організація діалогу зі студентом (тобто відповіді на його запитання);
- визначення рівня знань того, хто навчається;
- адаптація системи до рівня знань того, хто навчається у відповідності з метою навчання.

Розміщення окремих модулів, що входять до складу АНС, у різних вузлах мережі дозволить підвищити ступінь паралелізму роботи системи з безліччю користувачів.

Виділимо основні принципи побудови РАНС [14]:

1. Розподіленість: функціонування на основі комп'ютерних мереж.
2. Повнофункціональність: надання можливості використання практично будь-яких відомих до теперішнього часу технологій та методів комп'ютерного навчання.
3. Універсальність, тобто придатність базового програмного забезпечення РАНС для створення довільних курсів і вивчення будь-яких дисциплін (природничих, технічних, гуманітарних).
4. Відкритість, тобто надання можливості використання готового програмного та інформаційного забезпечення.
5. Стандартизація: використання стандартних мережних і програмних рішень і побудова системи на основі універсальної інтегрованої бази даних, що дозволить легко і практично необмежено нарощувати, переносити і масштабувати її.

### **1.2.1 Застосування мережевих технологій у навчальних системах**

Останнім часом у світі спостерігається підвищений інтерес до використання для освітніх цілей ресурсів міжнародних глобальних комп'ютерних мереж. Серед найбільш поширених Internet-технологій, які використовуються для інформаційного забезпечення освітніх послуг, можна виділити [21]:

- системи електронної пошти (E-mail);
- засоби організації файлових архівів і доступу до них (FTP);
- мережева файлова система (NFS);
- push-технології примусової доставки інформації;
- глобальна розподілена гіпертекстова інформаційна система (WWW).

Крім цих стандартних для Internet технологій, у навчанні застосовуються адаптивні навчальні системи, які використовують такі цікаві підходи, як [15]:

- адаптивне планування (curriculum sequencing),

- інтелектуальний аналіз рішень якого навчають,
- підтримка інтерактивного рішення задач,
- підтримка рішення задач на прикладах і підтримка спільної роботи,
- підтримка адаптивного подання і адаптивної навігації.

У процесі навчання використовуються, як інформаційні ресурси загального призначення, що вже існують в глобальних мережах, так і спеціальні освітні сервери. Але існуючі освітні сервери не можна однозначно віднести ні до розподілених систем, ні до автоматизованих навчальних систем.

Як приклад найбільш поширеного підходу до організації освітніх серверів можна навести інструментальну систему Distance Learning Studio, розроблену Санкт-Петербурзьким відділенням інституту "Відкрите суспільство" і компанією ГіперМетод. Ця система надає доступ в режимі клієнт-сервер і володіє вбудованою системою контролю знань, заснованої на дихотомічній тестах, тобто тестах, які можна або вирішити повністю, або не вирішити взагалі.

РАНС - це АНС, яка функціонує в мережі і об'єднує обчислювальні можливості мережі для реалізації своїх функцій. Навчальна система не може бути названа розподіленою, якщо вона працює тільки в режимі віддаленого доступу і не використовує обчислювальні можливості мережі.

З іншого боку, АНС припускає постійне спостереження за ходом навчання і адаптацію процесу навчання до індивідуальних характеристик, що навчаються. Тому відсутність можливостей адаптації не дозволяє вважати освітній сервер автоматизованою навчальною системою [9].

### **1.2.2 Телекомунікаційне середовище РАНС**

При побудові розподіленої автоматизованої системи навчання, що передбачає доступ, як в рамках локальної обчислювальної мережі (ЛОМ), так і через Internet, постає завдання оптимального вибору середовища передачі інформації між елементами системи.

Оптимальність визначається часом реакції системи на запит в інтерактивному режимі роботи та ставленням швидкості передачі даних до вартості послуг зв'язку.



Сучасні телекомунікаційні мережі характеризуються великою різноманітністю технологій та протоколів. Аналогові системи зв'язку в меншій мірі відповідають вимогам режиму on-line через невисокі швидкостей і ненадійність з'єднання. Вони можуть успішно застосовуватися для низькошвидкісної передачі даних, зокрема за протоколом X.25, при режимі "товстий клієнт - тонкий сервер".

Будівництво та оренда виділених цифрових каналів зв'язку, побудованих на основі мідних кабелів, оптоволокна, бездротових і супутникових каналів зв'язку, обходяться значно дорожче. Тому їх використання для освітніх цілей обмежена. По в тих випадках, коли це можливо (наприклад, в рамках освітньої установи), слід використовувати виділені канати. Вони відрізняються надійністю і більш високими швидкостями передачі даних, що дозволяє розширити сферу послуг, що надаються системою.

Вважається [18], що однією з найбільш перспективних технологій для організації РАНС приходить цифрова мережа з інтеграцією служб ISDN (Integrated Services Digital Network). В основі ISDN лежить усталена технологія і використання устаткування і канатів існуючих телефонних мереж загального користування.

У міру розвитку й здешевлення мережевих технологій для організації розподіленої навчальної системи будуть застосовуватися і нові мережеві технології [37], серед яких можна помститися такі, як:

- мережі з асинхронним режимом передачі даних (ATM), які розраховані на передачу будь-яких видів трафіку з високою надійністю та ефективністю, а також масштабувати смугу пропускання;
- мережі з ретрансляцією кадрів (frame relay), що підтримують багатокрапкові топології і зазвичай базуються на виділених лініях; мережі frame relay добре зарекомендували себе при передачі різних видів трафіку, в тому числі для роботи в режимі on-line, коли дуже вишки тимчасові вимоги до системи ;
- конференц передача даних на основі комутації осередків (SMDS, Synchronous Multimegabit Digital Service);

- широкосмугова ISDN (B-ISDN, Broadband ISDN);
- високошвидкісна передача інтегрованих даних по мережах кабельного телебачення (КТБ) і телефонних проводів (xDSL).

### **1.2.3 Комп'ютерні мережі РАНС**

У загальному випадку розподілена навчальна система складається з кількох підсистем, пов'язаних обчислювальною мережею. Кожна з цих підсистем є або автономної повнофункціональної навчальної системою, або виконує окремі операції, необхідні для функціонування РАНС.

У системі дистанційного навчання канали зв'язку, що забезпечують взаємодію видалених елементів системи, повинні бути не постійними, а комутованими при наявності інформації для передачі. У цьому випадку одним з найбільш прийнятних рішень - як по функціональних можливостях, так і за вартістю може стати використання мереж ISDN. Вони забезпечують такі функції, як зв'язок на вимогу, пропускна здатність на вимогу (об'єднання декількох В-каналів в один логічний канат), компресія даних в каналі, захист інформації, і дозволяють реалізувати різноманітні вирішення проблем організації зв'язку в системі дистанційного навчання [4]. Мережі ISDN здатні вирішити також питання організації підключення ЛОМ та робочих місць користувачів до Internet за умов досить високих вимог до пропускну здатності мережі та обмеженості фінансових ресурсів [18].

Загальна схема РАНС наведена на рис. 1.1.

У режимі "клієнт-сервер" в залежності від розташування програмного забезпечення та розподілу функцій розрізняють два типи організації роботи:

- 1, "тонкий" клієнт – "товстий" сервер;
2. "Товстий" клієнт - "тонкий" сервер.

Тепер розглянемо стан справ у галузі створення і використання автоматизованих навчальних систем.

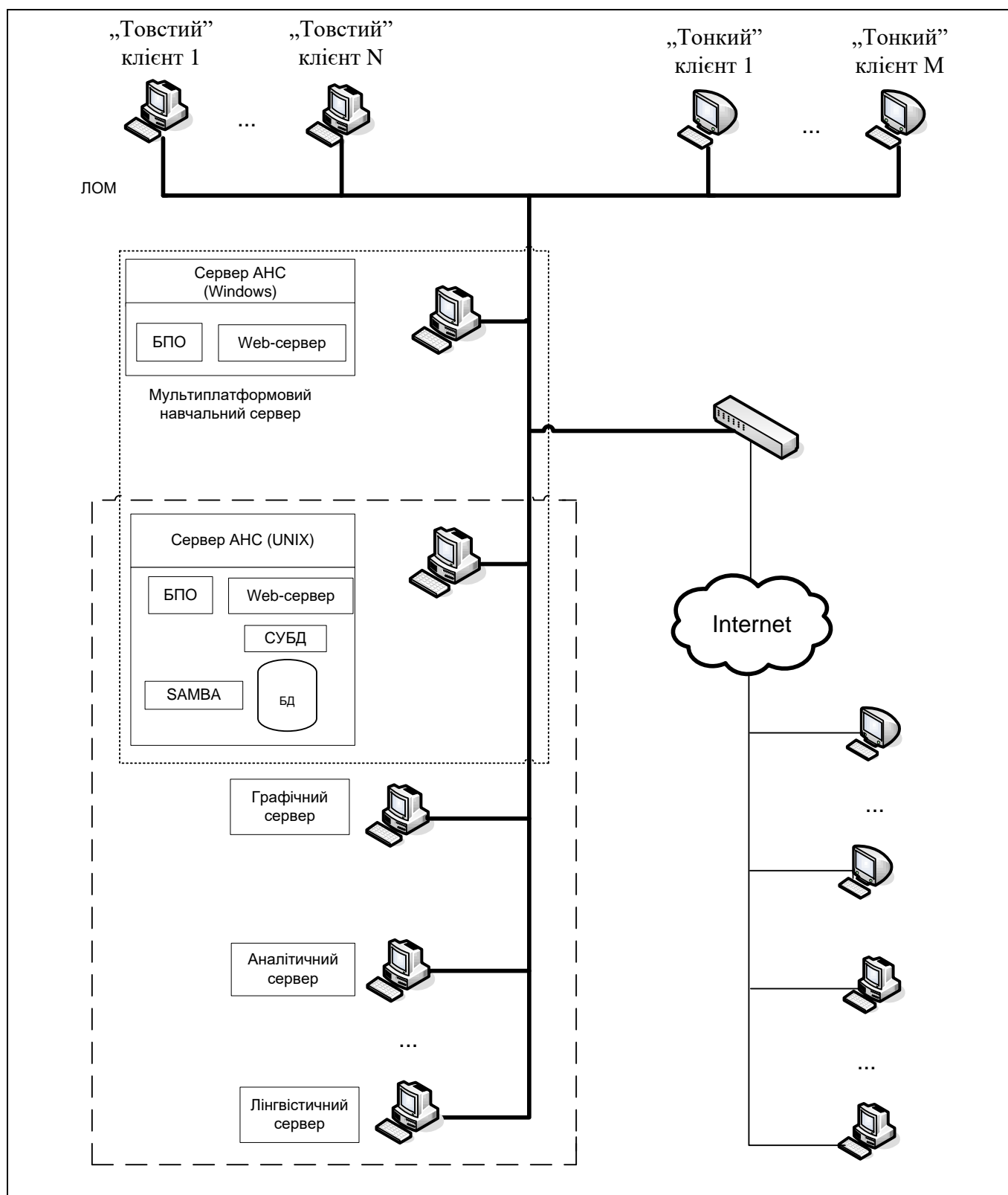


Рисунок 1.1 – Загальна схема РАНС

### 1.3 Класифікація комп'ютерних засобів навчального призначення

За час розвитку автоматизованого навчання було створено величезну кількість навчальних систем різного рівня та призначення [33]. У літературі з комп'ютерних засобів навчання використовується різні терміни, що характеризують типи програм навчального призначення. На жаль, різні дослідники часто вкладають в один і той самий термін істотно різний зміст або навпаки, однотипні програми характеризують різними термінами. Розглянемо різні класифікації навчальних систем.

#### 1.3.1 Види класифікації

Крім "плоских" існують *ієрархічні* й так звані *фасетні* класифікації [7]. В ієрархічній класифікації всі безліч об'єктів розкладається на класи еквівалентності, після чого кожен клас може бути розбитий на підкласи еквівалентності по іншому відношенню і т.д. Обмеженість цього підходу виникає з самого принципу ієрархії, відповідно до якого кожен класифікується об'єкт може бути приписаний єдиному класу. Тому всі подібні класифікації також є не однозначними або надзвичайно надмірними.

Найбільш відома з ієрархічних класифікацій - це УДК (універсальна десяткова класифікація), яка є основою бібліотечних каталогів. Також за допомогою ієрархічних класифікаторів організовано більшість сучасних пошукових серверів в Internet.

При використанні фасетних класифікацій на одному безлічі об'єктів будується кілька класифікацій (можливо, ієрархічних) за різними ознаками. Наведемо приклад такої класифікації.

Прийнято вважати, що експертні системи (ЕС) за своїми характеристиками поділяються:

- 1 За призначенням (мета створення, склад і характеристика користувачів; консультаційні, дослідницькі та керуючі).
- 2 За предметної області; в тому числі розрізняють статичні і динамічні предметні області (статична або динамічна ЕС).

3 За ступенем складності (по глибині аналізу предметної області): поверхневі і глибинні. Поверхневі ЕС представляють знання про область експертизи у вигляді правил. Глибинні ЕС, крім цього, мають здатність при виникненні невідомої ситуації визначати за допомогою деяких загальних принципів, справедливих для галузі експертизи, які дії слід виконати.

4. По стадіях існування (демонстраційний прототип, дослідний прототип, дослідна експлуатація, промисловий прототип, комерційна система).

5. За типом використовуваних методів і знань.

6. За використовуваним інструментальним засобам.

Фасетні класифікації краще ієрархічних. Але фактично вони представляють собою сукупність декількох класифікацій, зазвичай ієрархічних, кожна з яких визначає приналежність об'єкта до певного класу по одному з ознак об'єкта. І якщо безліч класифікуючих ознак, то ми отримаємо дуже громіздку, надлишкову класифікацію.

### **1.3.2 Принцип багатовимірної класифікації**

Основним критерієм коректності побудови класифікуючих систем є взаємно-однозначна відповідність між об'єктом і класифікуючої системою. Тобто однозначне місце розташування об'єкта в системі (ідентифікація) з одного боку і можливість несуперечливого визначення множини властивостей шуканого об'єкта - з іншого.

Для забезпечення цієї вимоги представимо всі безліч класифікуються об'єктів у вигляді точок у деякому скінченновимірному просторі ознак. Координатними осями цього простору будуть незалежні класифікуючих ознаки. При цьому простір ознак може бути як дискретним (частіше всього класифікуючих ознак трохи і вони "дискретні"), так і частково безперервним. В останньому випадку мова може йти про деякі неперервні ознаки.

Ввівши осі відповідно до класифікуючих ознаками та визначивши діапазон або перелік їхніх значень ми отримаємо універсальну систему багатовимірного класифікатора.

Принцип, що лежить в основі такої класифікації, дозволяє, по-перше, чітко розрізнити два об'єкти, якщо вони істотно відрізняються один від одного. По-друге, ця класифікація в будь-якому випадку не вимагає внесення кардинальних змін при появі нових класів об'єктів. Досить буде додавання нових значень на існуючі осі або додати осей, відповідних новим класифікаційним ознаками.

Зрозуміло, визначення набору осей - класифікуючих ознак є непростим завданням, оскільки необхідно враховувати їх "Ортогональність", недотримання якої приведе до того, що об'єкт може бути представлений не однією точкою, а безліччю. При невдалому виборі осей існує небезпека надмірного зростання розмірності простору.

Цей метод дозволить будувати розділяючі гіперплощини в просторі класифікуючих ознак. Можливість одночасно визначати для конкретного об'єкта кілька значень однієї ознаки робить класифікатор більш гнучким і позбавляє від необхідності враховувати як значення ознаки різні варіанти комбінацій елементарних значень.

Наявність класифікації дає можливість визначити приналежність конкретного програмного продукту до певного класу, але не дозволяє оцінити якісні показники навчальної системи.

За стандартом ISO8402: 1986 якість продукту визначається сукупністю його ознак і характеристик, які дозволяють розглядати даний продукт з точки зору його здатності задовольняти затвержені або передбачувані потреби. Для того щоб отримати можливість оцінювати якість навчальної системи, необхідно розглянути схему процесу навчання та відповідність навчальної системи цій схемі.

#### **1.4 Схема процесу навчання**

Процес навчання можна трактувати як процес управління засвоєнням знань, що не суперечить сучасній педагогіці [8]. Цей процес реалізується в замкнутій системі і як для будь-якої замкнутої системи управління, характеризується метою управління, має об'єкт управління (навчати), пристрій управління і канал

зворотного зв'язку (рис. 1.2). Критерієм якості управління можуть служити результати контролю знань.

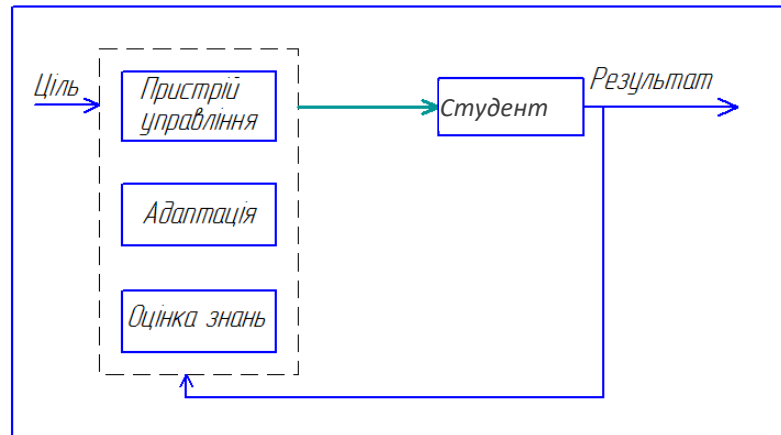


Рисунок 1.2 – Узагальнена схема процесу навчання

Схема, наведена на рис. 1.2, є спрощеною та формальною. Вона не враховує (і не може враховувати) ті особливості, які накладає на реальний процес навчання участь у ньому людину. Але ця схема дає загальне уявлення про предмет обговорення. Відповідно до мети навчання пристрій керування виробляє набір керуючих впливів на студента (наприклад, пред'явлення навчального матеріалу або контрольного завдання). У відповідь реакція того, хто навчається (уточнююче питання, відповідь і т.п.) по каналу зворотного зв'язку передається пристрою управління і дозволяє йому корегувати керуючі впливи для досягнення бажаного результату.

Очевидно, що традиційне навчання є адаптивним процесом. Отже, автоматизована система навчання також повинна бути адаптований. Адаптація навчальної системи може полягати у зміні параметрів управління і зміні набору правил, що виробляють управлінський вплив.

Адаптивна система повинна вміти оцінювати результат керуючих впливів системи на того, хто навчається. Таким чином, особливе значення в навчальній системі набуває оцінка знань. Саме вона в першу чергу забезпечує зворотний зв'язок системи з об'єктом управління (навчати) і дозволяє системі оцінювати якість управління і адаптуватися до навчальної. Для забезпечення адекватної

оцінки знанні методи аналізу та оцінки відповідей, яких навчають на контрольні питання повинні базуватися на монотонній функціоналі, щоб система могла відрізнити абсолютно неправильні відповіді від частково неправильних.

Складність завдання з організації навчальної системи полягає в тому, що процес навчання не формалізовано (можливо, в принципі не може бути формалізовано). Не існує готового набору формальних параметрів, за допомогою яких можна було б сформулювати мету навчання та критерії досягнення цієї мети. Отже, за відсутності формальних моделей управління навчанням, потрібно використовувати інші підходи, наприклад, методи інженерії знань або нечітку логіку, які призначені для вирішення слабо формалізованих задач.

Для організації роботи навчальна система повинна включати знання [15, 49];

- про предметну область (про предмет вивчення). Якщо навчальна система є інструментальним засобом, то вона повинна налаштовуватися на довільну предметну область.
- про методику навчання (правила формування керуючих впливів). Набір цих правил повинен базуватися на теорії навчання. На жаль, єдиної загально визнаної теорії навчання не існує. Різні фахівці в галузі навчання мають різні уявлення про ефективні методи викладання та доцільності їх використання.

Звідси можна зробити висновок: за відсутності єдиної теорії навчання знання про стратегію навчання повинні бути такими ж варіативним, як і знання про предметну область, щоб викладач міг вкласти в систему свої уявлення про ефективну методику навчання.

- про навчальні (про об'єкт управління).

Інформація про мету навчання і про поточний стан процесу навчання потрібна системі для забезпечення можливості адаптації до навчальної та визначення ступеня досягнення мети.

Загально визнаних формальних методів опису моделі того, хто навчається також не існує. Кожен фахівець у галузі навчання має право запропонувати й обґрунтувати свій набір параметрів моделі студента і критеріїв досягнення мети



навчання. Таким чином, навчальна система повинна запропонувати викладачеві механізм для формування моделі того, хто навчається, а не просто готову модель.

Тепер розглянемо сучасний стан автоматизованих навчальних систем і оцінимо їх відповідність до прийнятої схеми навчання.

### **1.5 Автоматизовані навчальні системи (АНС)**

Багато дослідників [22, 28, 42] вважають АНС найбільш перспективним напрямом в області створення комп'ютерних засобів навчального призначення з цілого ряду причин.

#### **1.5.1 Переваги автоматизованих навчальних систем**

Переваги АНС перед іншими видами навчальних систем в першу чергу визначаються тим, що фактично АНС це інструментальний комплекс для створення комп'ютерних засобів навчального призначення. Різниця між довільній навчальною системою і інструментальним комплексом для створення навчальних систем полягає в тому, що інструментальний комплекс не містить знань з конкретної предметної області.

Крім здешевлення та прискорення розробки навчальної системи застосування АНС має наступні переваги:

- В систему можна вкласти знання з довільної предметної області;
- АНС надає можливість в тій чи іншій мірі налаштувати систему на вимоги викладача;
- Застосування однієї і тієї ж АНС для різних курсів призводить до уніфікації інтерфейсу і, як наслідок, до зменшення часу на вивчення правил роботи з системою, що витрачається студентом.

Визначимо, що розуміють під терміном *автоматизована навчальна система*, і якими ознаками вона повинна характеризуватися.

#### **1.5.2 Поняття автоматизованої навчальної системи**

Існує безліч визначень АНС. Простежимо за еволюцією цих визначень з 60-х років ХХ століття і до наших днів.

На початку робіт зі створення навчальних систем відповідно до глобальною метою їх створення під АНС розумівся комплекс програмних і апаратних засобів, призначених для автоматизації процесу навчання.

Минуло десятиріччя, і розуміння суті АНС змінилося. В якості підтвердження можна привести роботу [12], в якій АНС розглядається як взаємозалежний комплекс засобів інформаційного, математичного та програмного забезпечення, організований на базі ЕОМ і призначений для управління процесом навчання.

Ще десятьма роками пізніше АНС визначалися вже як функціонально взаємозалежний набір підсистем навчально-методичного, інформаційного, математичного та інженерно-технічного забезпечення на базі засобів обчислювальної техніки, призначений для оптимізації процесу навчання в різних його формах і працює в діалоговому режимі колективного користування.

До теперішнього часу сформувалося ставлення до АНС, як до "організованого на базі ЕОМ комплексу засобів технічного, лінгвістичного, навчально-методичного та програмного забезпечення, призначеному для діалогового навчального взаємодії і утворює програмну оболонку, пристосовану для заповнення ... навчальним матеріалом користувачем-непрограмістом".

Як бачимо, в різний час давалися схожі визначення АНС, але розставлялися різні акценти. Зсув акцентів цих - від автоматизації процесу навчання до управління навчанням, потім до оптимізації навчання і, врешті-решт, до створення оболонок, що підтримують діалог зі студентом - відображає зміну розуміння місця і ролі навчальних систем в освітньому процесі.

Підсумовуючи все вищесказане і враховуючи тенденцію повернення до раніше поставленої мети автоматизації навчання, можна дати ще одне визначення: АНС - це інструментальний комплекс, що включає математичне, методологічне та програмне забезпечення і призначений для заповнення знаннями користувачем-непрограмістом з метою створення навчальної системи і, в кінцевому підсумку, реалізації автоматизованого навчання.

З урахуванням розподіленості і на підставі розглянутої схеми навчання систематизуємо вимоги, яким повинна відповідати РАНС.

### **1.5.3 Вимоги, що пред'являються до РАНС**

Основні вимоги, пропоновані до РАНС, можна умовно розбити на дві групи:

1. вимоги, обумовлені розподіленим характером системи:

- організація прозорості взаємодії користувачів та системи через обчислювальну мережу;

- Можливість об'єднання різнорідних програмних засобів, розподілених у мережі, для вирішення поставлених завдань;

Підтримка розподілених даних.

2 «вимоги, обумовлені функціональним призначенням АНС:

- Облік цілі навчання і завдання критерію досягнення цієї мети;

- Можливість заповнення АНС знаннями але предметної області;

- Забезпечення каналу зворотного зв'язку зі студентом;

- Адаптація системи до навчальної.

Для виконання цих вимог РАНС повинна:

- мати засоби організації віддаленого доступу до системи;

- включати засоби взаємодії між процесами;

- містити інструментарій, що дозволяє налаштувати РАНС на предметну область шляхом внесення до неї прикладних знань,

- налаштування системи на певний рівень кваліфікації;

- містити засоби створення та використання різних стратегій навчання і різноманітних моделей студента;

- включати засоби контролю процесу навчання.

- підтримувати різні форми та види навчання (лекції, лабораторні та контрольні роботи, практичні заняття і т.п.);

Реалізація цих базових вимог становить складний і трудомісткий процес, тому навіть найбільш передові АНС відповідають лише деяким з зазначених вимог.

Існуючі в даний час реально діючі АНС не можуть характеризуватися як розподілені, тому що найбільше, що вони забезпечують, це можливість віддаленого доступу до навчального серверу [11].

Ті ж системи, які можна зарахувати до розряду розподілених, не можуть вважатися автоматизованими навчальними системами. Наприклад, Центр дистанційної освіти МПЕМ функціонує на основі системи Lotus Notes. Фактично це система документообігу з можливістю обміну інформацією по електронній пошті, має засоби автоматизованого контролю знань. Але результати контролю знанні того, хто навчається не впливають на поведінку системи. Очевидно, що цих функцій недостатньо для того, щоб називатися АНС.

Застосуємо до навчальним системам раніше запропонований принцип багатовимірної класифікації і розглянемо можливу класифікацію навчальних систем за якісними показниками. У табл. 1.1 виділені підкресленням значення ознак, які повинні характеризувати АНС відповідну вищевказаним вимогам.

Таблиця 1.1 – Класифікуючі ознаки навчальних систем за якісними показниками

Ознаки	Можливі значення ознаки
Облік цілі навчання	- відсутній ; - критерії заданий, можна змінювати його значення; - критерії здасться викладачем (укладачем курсу).
Можливість заповнення АНС знаннями з предметної області	- відсутня (система налаштована на конкретну предметну область); - існує.
Канал зворотного зв'язку зі студентом	- відсутня; - контекстна допомога; - контроль знань; - облік реакції студента на дії системи; - діалог на штучному мовою; - діалог на природній мові.
Адаптація системи до студента	- відсутній; - параметрична адаптація; - алгоритмічна адаптація.

Деталізуємо ці вимоги і розглянемо навчальні системи як спеціалізовані програмні кошти, які повинні надавати певний набір функціональних можливостей (табл. 1.2)

Таблиця 1.2 – Варіант класифікації комп'ютерних засобів навчального

Ознака	Можливі значення ознаки
1	2
Відкритість	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>дозволяє підключати зовнішні модулі</u></li> <li>- <u>налаштовується на конкретну предметну область</u> (заповнення знаннями по предметній області)</li> <li>- <u>налаштовується на конкретного викладача</u> (зміна моделей і методів навчання і контролю знань)</li> <li>- <u>налаштовується на конкретного студента</u> (адаптація до рівня підготовки і цілі навчання)</li> </ul>
Тип настройки	<ul style="list-style-type: none"> <li>- параметрична настройка</li> <li>- <u>алгоритмічна настройка</u></li> </ul>
Обернений зв'язок з студентом	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>контекстна допомога</u></li> <li>- <u>контроль знань</u></li> <li>- <u>врахування реакції студента на дії системи</u></li> <li>- діалог на штучній мові</li> <li>- діалог на природній мові</li> </ul>
Розподіленість	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>можливість віддаленого доступу</u></li> <li>- <u>підтримка розподіленої інформації</u></li> <li>- <u>підтримка розподілених обчислень</u></li> </ul>
Вбудовані можливості	<ul style="list-style-type: none"> <li>- формати файлів з навчальними матеріалами, які використовуються</li> <li>- тип організації управління навчанням: <u>ліберальний</u> (за ініціативою студента) <u>консервативний</u> (жорстке програмне управління) <u>адаптивний</u> (адаптивне програмне управління)</li> <li>- модель предметної області: у вигляді сценарію, списку тем, графа, семантичної мережі</li> <li>- вбудовані параметри, які використовуються</li> <li>- схеми проведення контролю знань (лінійна, порогова, адаптивна і т.д.)</li> <li>- типи відповідей, які використовуються</li> <li>- типи тестів, які підтримуються</li> <li>- методи визначення правильності відповідей</li> </ul>

Набір класифікуючих ознак, що використовуються в табл. 1.2, введений за результатами аналізу різних програмних продуктів і робіт [13, 16, 41, 44].

#### **1.5.4 Основні напрямки досліджень**

В даний час в усьому світі активно ведуться роботи з дослідження і розробці АНС. Основні напрямки досліджень:

- створення нових форм представлення і способів зберігання знань (навчального матеріалу), стратегії активації і використання цих знань;
- розробка формальних і когнітивних моделей придбання знань;
- формування моделей поведінки учнів (student modelling);
- створення нових стратегій навчання студентів та вивчення навчального матеріалу (leaching and learning strategies).

Аналіз існуючих навчальних систем показує, що переважна більшість їх є електронними підручниками, доповненими, в кращому випадку »системами тестового контролю знань [30, 45]. Крім цього, є невелика кількість навчальних систем, які направляють процес навчання не за заздалегідь написаним сценарієм, а використовують у своїй роботі знання викладача (зазвичай, у вигляді експертної системи) і зворотний зв'язок зі студентом. Але ці системи написані під конкретну предметну область.

Сучасні навчальні системи, включаючи інструментальні системи для створення навчальних програм, страждають відсутністю абстрактності і носять явний відбиток орієнтації на певні предметні області. Швидше за все, це обумовлено двома основними факторами. По-перше, відсутня єдина загально визнана теорія створення комп'ютерних навчальних систем. По-друге, сама задача навчання в самому широкому сенсі цього слова настільки складна, що слабо піддається формалізації і автоматизації. Тому кожна група розробників, зазвичай володіє знаннями в будь-якої певної предметної області, намагаючись створити щось універсальне, неминуче приходять до необхідності звузити функціональні можливості системи і обмежити їх вирішенням найбільш опрацьованих та близьких їм завдань.

Таким чином, у цей час роль ЕОМ у навчальних системах обмежується

оптимізацією дозування і послідовності подачі досліджуваного матеріалу, а також використанням різних форм її подання. За допомогою навчальних програм вивчається в основному той матеріал, який в традиційних некомп'ютерних технологіях навчання освоюється в процесі лекційних занять та семінарів.

### **Висновки до 1 розділу**

У першому розділі був проведений аналіз тенденцій розвитку та проблематики однією з актуальних областей сучасних інформаційних технологій - автоматизованих навчальних систем.

Показано, що сучасний етап розвитку АНС пов'язаний, перш за все, з використанням досягнень у галузі інженерії знань і тих можливостей, які надаються комп'ютерними мережами. Розвиток Internet і телекомунікаційних технологій не тільки відкриває нові можливості для отримання освіти, але дозволяє навчальним системам вийти на якісно новий рівень надання освітніх послуг за рахунок об'єднання обчислювальних можливостей комп'ютерних мереж.

Розглянуто різні апаратні і програмні рішення і сучасні мережеві технології, які застосовуються для побудови розподілених автоматизованих навчальних систем.

Проведений аналіз деяких існуючих навчальних систем та інструментальних засобів для їх створення показав, що багато навчальні системи або взагалі не мають каналу зворотного зв'язку, або не мають можливості адаптації процесу навчання до рівня знань і вмінь учнів. Не в останню чергу це пов'язано з перекосом у бік використання в навчальних системах гіпертексту і мультимедіа.

Було відзначено, що всі складові частини ЛОС в тій чи іншій формі реалізовані хоча б в одній з розглянутих систем. Але немає системи, яка відповідала б усім вимогам, що пред'являються до АНС.

## **РОЗДІЛ 2**

### **ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ НАВЧАЛЬНИХ СИСТЕМ**

Розподілена автоматизована навчальна система повинна володіти такими властивостями. З одного боку, бути якомога ближче до традиційного індивідуального навчання з викладачем. Для цього система повинна підтримувати зворотний зв'язок з студентом, мати здатність адаптуватися до його рівня і потребам, об'єктивно оцінювати нею Знання. З іншого боку, така система повинна включати в собі можливості, які надає обчислювальна техніка; різні форми подання інформації, моделювання процесів і явищ, використання електронних довідників, доступ до великих обсягів інформації.

#### **2.1 Організація РАНС**

##### **2.1.1 Створення мережного середовища РАНС**

Мережеве середовище розподіленої навчальної системи включає в себе локальну обчислювальну мережу і глобальну (Internet).

Розглянуті в розділі 1 мережі ISDN здатні багато в чому вирішити проблеми доступу в мережу Internet [18]. Виділяють три варіанти підключення окремих комп'ютерів і ЛОМ до Internet. Для доступу в Internet окремих користувачів можна застосовувати ISDN BRI-адаптери, які встановлюються в стандартне гніздо шини персонального комп'ютера (ISA, PCI або PC-Card). Для зв'язку з провайдером звичайно використовується Point-to-Point Protocol (PPP), а для аутентифікації що входять в мережу користувачів - протоколи PAP і CHAP.

Крім внутрішніх адаптерів, існують зовнішні термінальні адаптери або зовнішній ISDN-модем, які призначені для конвертації послідовного інтерфейсу ПК, звичайного моста / маршрутизатора або іншого не ISDN-пристрою, у формат ISDN BRI.

Для мереж ISDN можливе застосування активних або пасивних адаптерів. Активний адаптер побудований на основі процесора зі своєю оперативною пам'яттю і орієнтований на виконання комунікаційного програмного забезпечення. Він дозволяє значно менше використовувати ресурси ЦП



файлового сервера. Пасивний адаптер ISDN аналогічний звичайному адаптеру і використовує ресурси ЦП сервера. Зазвичай активні адаптери дорожче пасивних, але й більш продуктивні.

Для підключення ЛОМ до Internet звичайно використовується маршрутизатор, що дозволяє розділяти внутрішню і зовнішню IP-мережі і здійснює шин функції брандмауера. Самі маршрутизатори можуть бути реалізовані програмним шляхом на серверах NetWare (IntranetWare), Windows NT або UNIX. Необхідно також програмне забезпечення типу NetWare Multiprotocol Router for ISDN, або аналогічне для Windows NT або UNIX.

Іншим варіантом є використання апаратного маршрутизатора, який виконаний у вигляді окремого пристрою і має один або кілька портів для підключення ЛОМ та один або кілька WAN-портів. Продуктивність і широта функціональних можливостей (зокрема, підтримка різноманітних протоколів) залежать від вартості маршрутизатора.

Тепер перейдемо до розгляду особливостей функціонування програмного забезпечення РАНС

### **2.1.2 Особливості функціонування програмного забезпечення РАНС**

Функціональна схема РАНС наведена на рисунку 2.1.

Тут використовуються наступні скорочення: БПЗ - базове програмне забезпечення; ППЗ – прикладне програмне забезпечення;

ЛППЗ – локальне прикладне програмне забезпечення;

ЛКПЗ – локальне комунікаційне програмне забезпечення;

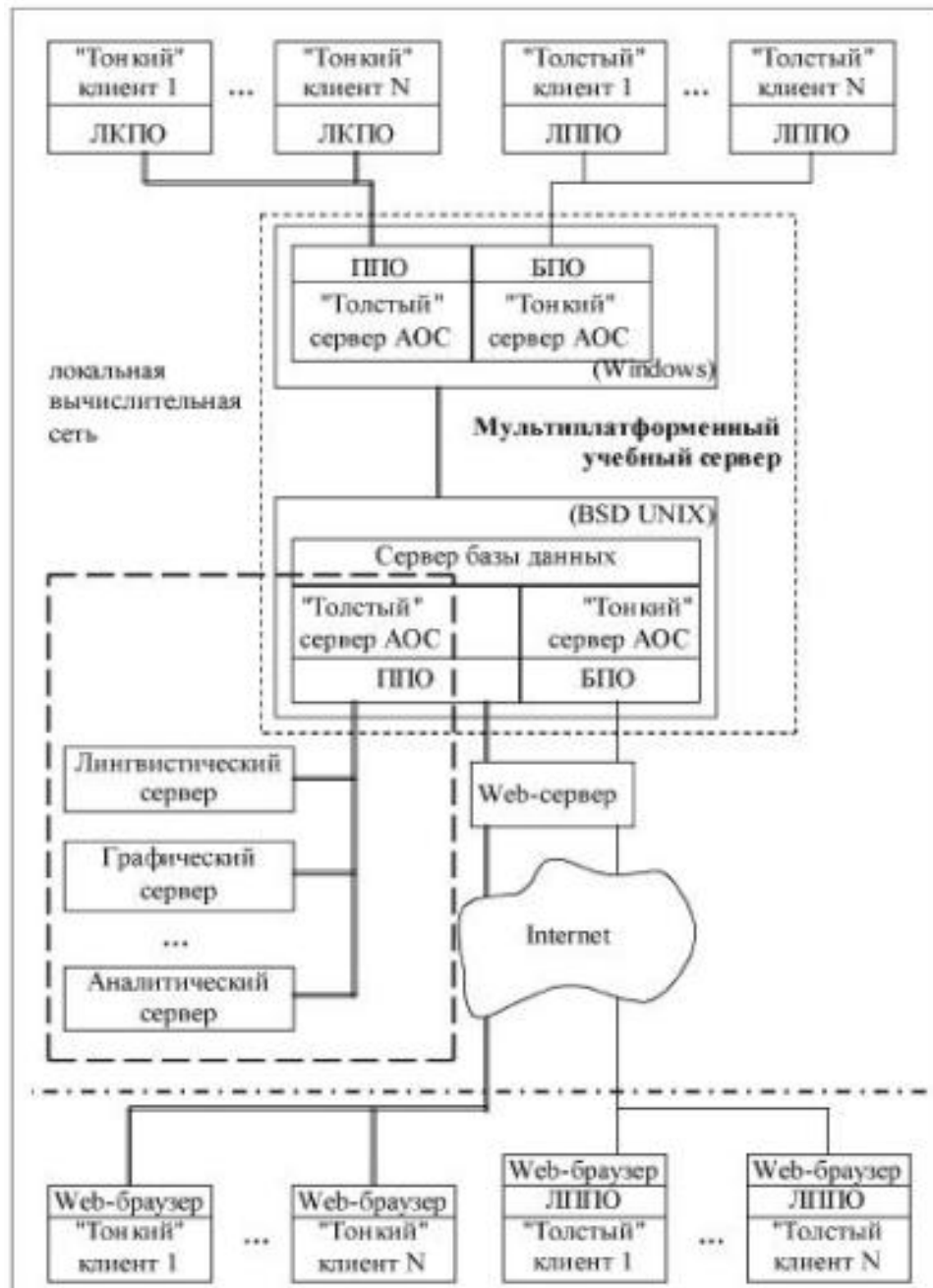


Рисунок 2.1 – Функціональна схема РАНС

Центральне місце в цій структурі займає навчальний сервер, який керує роботою всієї системи в цілому. До складу навчального сервера

входить ядро АНС і сервер бази даних (БД). Склад і функції ядра залежать від технології організації роботи режиму "клієнт-сервер".

Можливі різні підходи до розподілу функцій між клієнтами і сервером. Розміщення прикладного програмного забезпечення на клієнті дозволяє

скоротити до мінімуму функціональність сервера ("товстий" клієнт - "тонкий" сервер). При цьому на машині клієнта розташовується локальне ППЗ, в т.ч. навчальні матеріали та допоміжне програмне забезпечення; (всілякі моделюють пакунки, лабораторні практикуми, тренажери і т.п.). А на сервері розташовується базове програмне забезпечення.

Основна перевага підходу "толстий4 клієнт -" тонкий "сервер полягає в мінімізації мережевого трафіку: обмін по мережі обмежується передачею повідомлень і зверненнями до БД. Крім того, знижуються вимоги до пропускної здатності каналу зв'язку.

При перенесенні на сервер прикладного програмного забезпечення (і навчальних матеріалів) реалізується технологія "тонкий" клієнт - "товстий" сервер. На клієнті розміщується тільки локальне комунікаційне програмне забезпечення. Це значно збільшує мережевий трафік, зате позбавляє користувача від необхідності зберігати на своєму комп'ютері прикладні програми та великі обсяги даних, а також спрощує адміністрування програмного забезпечення.

Основна перевага підходу "толстий4 клієнт -" тонкий "сервер полягає в мінімізації мережевого трафіку: обмін по мережі обмежується передачею повідомлень і зверненнями до БД. Крім того, знижуються вимоги до пропускної здатності каналу зв'язку.

При перенесенні на сервер прикладного програмного забезпечення (і навчальних матеріалів) реалізується технологія "тонкий" клієнт - "товстий" сервер. На клієнті розміщується тільки локальне комунікаційне програмне забезпечення. Це значно збільшує мережевий трафік, зате позбавляє користувача від необхідності зберігати на своєму комп'ютері прикладні програми та великі обсяги даних, а також спрощує адміністрування програмного забезпечення.

І та, і інша технологія може бути реалізовані як в локальній мережі, так і в мережі Internet. Для ЛВС найбільш поширеним рішенням є використання сервера під управлінням ОС Windows. На користь цього підходу можна навести такі міркування, як простота організації сервера; стандартний інтерфейс; природна

інтеграція додатків; висока швидкість обміну даними; можливість розподілу програмного забезпечення між вузлами мережі; прозора файлова система.

Денному роботі через Internet більш доцільним з точки зору надійності є використання сервера під управлінням ОС UNIX. Сервер БД також слід розмістити на UNIX-машині. У БД зберігається інформація про користувачів системи, тому вона повинна бути добре захищена від несанкціонованого доступу. Інформація включає в себе паспорт користувача (його ім'я, пароль, статус, права, якими він володіє в системі), дані про поточний стан процесу навчання та деякі інші відомості.

Як приклади допоміжних засобів можна навести:

- лінгвістичний сервер - програмний комплекс, призначений для розпізнавання текстів на природній мові. В АНС його можна використовувати для аналізу питань і відповідей студента, для синтезу відповідей системи з метою підтримки діалогу між системою і користувачем,
- графічний сервер програмний комплекс, призначений для розпізнавання графічних зображень при аналізі відповідей, кого навчають.

Для роботи цих (і подібних до них) комплексів потрібно багато системних ресурсів і процесорного часу, і дискової пам'яті. Крім того, зазвичай таке програмне забезпечення, на відміну від АНС, орієнтоване на певну предметну область. Тому ці програмні комплекси недоцільно включати до складу ядра АНС та розміщувати на тому самому сайті мережі.

З іншого боку, ці допоміжні програмні засоби беруть на себе частину функцій АНС, тому доступ до цих коштів (до вузлів мережі) критичний для системи в цілому. Підвищення надійності і працездатності системи можна досягти, використовуючи спеціальний протокол обміну даними, який забезпечує автоматичну реконфігурацію системи допоміжного програмного забезпечення.

Завдання динамічної реконфігурації і маршрутизації в неоднорідних обчислювальних середовищах, актуальна, перш за все, в САУ, розглянута, наприклад, в [38]. Але стосовно до даного випадку можна розглянути більш простий варіант протоколу обміну даними з реконфігурації системи.

## 2.2 Основні характеристики РАНС, як програмного продукту

Отже, РАНС - це функціонує в обчислювальній мережі програмний комплекс, призначений для формування та експлуатації навчальної системи і дозволяє викладачеві закласти в систему свої уявлення про методологію викладання і свої предметні знання.

До основних властивостей, які повинні характеризувати РАНС як програмний продукт, можна віднести наступні:

1. Повнофункціональну систему. Інструментарій РАНС повинен забезпечувати можливість створення системи, яка підтримує різні форми організації навчання протягом усього циклу навчання (від визначення початкового рівня знань студента і його потреб до підсумкового контролю знань).

2. Відкритість системи, тобто надання користувачу можливості налаштувати систему і розширювати її шляхом підключення додаткових виконуваних модулів або заміни існуючих. Налаштування системи повинно бути параметричне та алгоритмічне.

3. Робота в мережі. Має на увазі не тільки надання можливості віддаленого доступу до системи, наприклад, в рамках дистанційної освіти, а й активне використання обчислювальних можливостей, що надаються мережею, дотримання вимоги відкритості це означає можливість створення на основі РАНС гетерогенної навчальної системи.

## 2.3 Логічна структура навчальної системи

У розділі 1 було визначено, що для реалізації всіх функцій навчальна система повинна містити загальні та спеціальні знання трьох видів [15, 49]:

1. про предметну область (модель предметної області, а model of the subject).

Модель предметної області повинна відображати структуру ПЗ. Вона може бути використана при визначенні послідовності вивчення тем і проведення контрольних занять.

2. про студента (модель того, хто навчається, а model of the specialist).

Модель студента включає динамічно оновлюваний набір параметрів, що відображають загальні характеристики того, хто навчається, і проекцію його знань на знання системи (на модель предметної області).

3. про стратегію навчання.

Стратегія навчання визначає послідовність вивчення тем (на основі моделі предметної області) і формує завдання для контролю знань студента (на основі моделі студента).

На підставі вищевикладеного можна запропонувати логічну структуру навчальної системи (рис. 2.2).

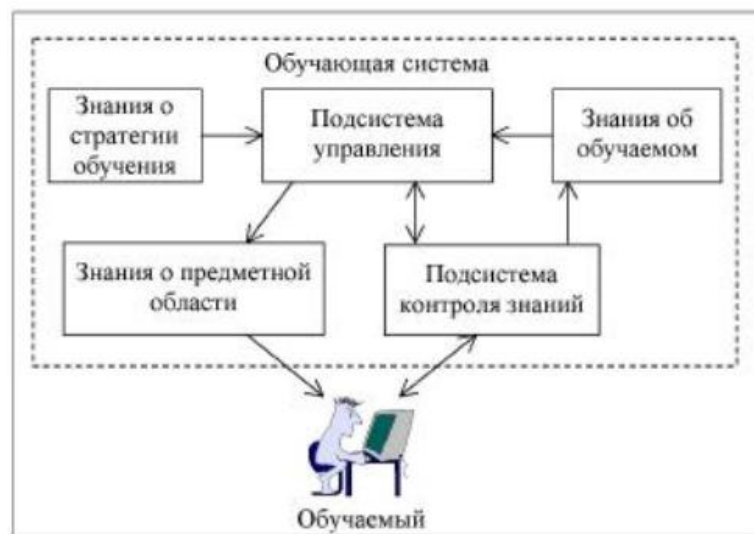


Рисунок 2.2 – Логічна структура навчальної системи

На жаль, в даний час відсутні реально використовуються в навчальному процесі системи, що містять всі згадані вище моделі (предметної області, стратегії навчання і того, хто навчається) [46], а без них неможлива повноцінна адаптація системи до навчальної.

Розглянемо докладніше принципи організації та взаємодії цих моделей.

#### 2.4.1 Взаємодія з навченим

Виділяють три підходи до організації управління взаємодією з студентом в АНС:

1. ліберальний;
2. консервативний;

### 3. адаптивний.

У першому випадку управління з боку системи відсутній, той, кого навчають самостійно вибирає послідовність вивчення матеріалу. Єдиною підказкою тут може служити зміст курсу, що задає доцільний порядок вивчення предмета. Така організація подібна видачу навчають списку рекомендованої літератури.

При консервативному підході послідовність подачі навчальних матеріалів жорстко запрограмована (і, звичайно, дозована). Ця послідовність описується в сценарії курсу, виконання якого управляється програмно. При програмованому навчання навчальна система виходить негнучкою: вона однаково керує різними користувачами, і втрачається одна з переваг використання АНС - індивідуальність навчання.

Введення ж альтернативних сценаріїв, по-перше, пов'язане з великими додатковими витратами часу і сил розробника, а, по-друге не вирішує проблему повністю, оскільки по окремо кожен альтернативний сценарій все одно залишається запрограмований.

Найбільш ефективним способом організації управління навчанням є адаптивний підхід. Система підлаштовується під того, хто навчається, встановлюючи черговість і інтенсивність вивчення матеріалів на підставі досягнутих студентом результатів.

При розробці навчальних програм не можна йти по шляху застосування якого-небудь одного методу управління взаємодією з студентом. Необхідно передбачити різні методи управління, як з ініціативи системи, так і за ініціативою якого навчають [41].

Система, що претендує на те, щоб називатися автоматизованою системою навчання, повинна надавати викладачеві можливість використовувати будь-який з цих трьох варіантів. Очевидно, що найбільші труднощі для реалізації представляє адаптивний варіант, а ліберальний і консервативний способи організації управління навчанням можуть вважатися окремим випадком адаптивного.

### 2.3.2 Підсистема управління навчанням

Формування керуючих впливів на студента (стратегія управління навчання) зазвичай визначається алгоритмом функціонування системи. За принцип відкритості АНС на увазі можливість алгоритмічної налаштування системи (без необхідності програмування), тому алгоритми управління навчанням не можна програмувати.

Для того щоб забезпечити алгоритмічну налаштування системи, можна скористатися механізмом виведення, реалізованим в системах, заснованих на знаннях, і винести за рамки програмного коду правила управління навчанням. Ці правила (база знань) повинні визначати послідовність роботи системи на основі моделі предметної області і моделі, кого навчають.

При розробці підсистеми управління дуже важливо правильно вибрати форму представлення знань. Це пов'язано з тим, що подання знань в кінцевому підсумку визначає характеристики системи [83]. Вибір оптимального способу представлення знань залежить від характеру та складності розв'язуваної задачі.

У підсистему управління знання закладаються викладачем розробником конкретної АНС. Ця підсистема повинна відповідати таким вимогам:

1. легкість поповнення і модифікації бази знань (БЗ);
2. природність представлення знань (правила повинні відображати спосіб оформлення експертами власної евристики для вирішення проблеми);
3. простота створення і розуміння, окремих правил БЗ;
4. можливість отримання чітких пояснень дій системи.

З чотирьох основних моделей подання знань цим вимогам найбільш повно задовольняє продукційна модель [25].

При моделюванні консервативного підходу до організації навчання система сама визначає послідовність проходження тем курсу відповідно до зв'язками, відображеними в моделі предметної області, дозволяючи переходити до чергової темі тільки після успішного вивчення попередніх тем.

При моделюванні ліберального підходу студент сам визначає послідовність вивчення матеріалу, а система лише може видавати йому рекомендації та



консультувати щодо можливих причин прогалин у знання, які виявляються в ході контролю знань.

При моделюванні адаптивного керування навчанням можуть використовуватися різні підходи. Наприклад, встановлюються деякі контрольні точки, і навчають, може вибирати: починати йому відразу здавати ці контрольні точки або спочатку "почитати теорію". Поки він здає ці контрольні точки успішно, система не втручається, але якщо контрольна крапка не здана, система бере керування на себе і не дозволяє учню рухатися далі, поки він не вивчить відповідний цієї контрольної точці навчальний матеріал, і не дозволяє здавати контрольні точки в цей ж день.

### **2.3.3 Модель предметної області (МПО)**

В автоматизованому навчанні модель предметної області набуває особливу роль, тому що якість навчання практично визначається алгоритмом керування процесом навчання, який базується на МНО. Модель предметної області (навчального курсу) можна використовувати як для управління процесом навчання, так і для обґрунтованого вирішення питання про включення тих чи інших фрагментів знань у програму навчального курсу. Вона спрощує розробку і розуміння навчальних програм, особливо типових і базових, а також проведення експертизи їх якості.

Предметна область (ПО) характеризується сутностями і зв'язками між ними. Як сутностей ПО у навчальних системах можна розглядати поняття або теми, кожній з яких відповідає одиниця навчального матеріалу, що не вимагає (з точки зору викладача) поділу на підтеми. Кожна тема описується набором параметрів (атрибутів), істотних для управління навчанням.

Зв'язок між темами а и b, мається на увазі залежність між ними, яку можна інтерпретувати так: для розуміння теми b потрібно знати тему а. Таким чином, зв'язки можуть визначати послідовність вивчення тем. Зв'язки між темами можуть бути факультативними й обов'язковими. У разі факультативної зв'язку послідовність вивчення тем носить рекомендаційний характер.

Зв'язки можуть мати також різну семантику та взаємозалежності. Зокрема, структура ПО не може містити циклів. В іншому ніяких обмежень на структуру ПО не накладається,

Назвемо курсом сукупність предметних знань, внесених до АНС на етапі заповнення та призначених для навчання з певного предмету (спеціальності).

У більшості існуючих навчальних програм навчальний матеріал має лінійну структуру, відповідну послідовності викладу матеріалу. Такий підхід не може вважатися оптимальним, тому що в загальному випадку навчальний матеріал може не мати заздалегідь визначеного найкращого шляху проходження, тому, підпорядковуючи процес деякій односпрямованій формі, ми можемо дати невірне уявлення про істинність тих чи інших явищ або фактів.

Розглянемо можливий варіант організації моделі предметної області довільної структури. Для цього спочатку визначимо вимоги, яким вона повинна відповідати.

### **2.3.3.1 Вимоги, що пред'являються до МПО**

На підставі вищевикладеного розуміння структури предметної області її модель повинна задовольняти наступним вимогам;

1. можливість відображати різні типи зв'язків між елементами;
2. можливість отримання цілісного образу знань;
3. можливість об'єднання процедурних і декларативних знань.

Цим вимогам задовольняють фреймова й семантична моделі представлення знань [31]. Семантичні мережі та фреймової моделі близькі один одному, але механізм виводу в семантичних мережах більш прозорий. Із-за цього семантичні мережі можна назвати традиційним способом організації моделі предметної області.

Представлення цієї моделі у вигляді семантичної мережі дозволяє проводити аналіз предметної області за такими параметрами, як::

- зв'язність (досяжність будь-якої вершини);
- наявність циклів;
- ступінь важливості певної теми.

Семантична мережа в роботах, які зачіпають питання організації моделі предметної області, розглядається в класичному розумінні, тобто як спрямований граф з поміченими вершинами і дугами, в якому вершин відповідають об'єкти, а дуг семантичні відношення між ними [32]. У деяких роботах для цієї моделі пропонуються набори семантичних взаємин. Наприклад, в роботі виділяються зв'язку типу "є частиною", "впливає з" та інші.

В даній роботі пропонується підхід, при якому твані семантичних зв'язків не виділяються, а інтерпретації зв'язків виконується процесами, що відносяться до відповідних вершин. Крім можливості не обмежувати користувача певними типами зв'язків, такий метод дозволяє ввести в модель предметної області прагматику, тобто облік цілі використання моделі.

### 2.3.3.2. Семантична мережа

Семантична модель базується на семантичній мережі [24]. Це система знань, що має певний сенс у вигляді цілісного образу мережі-Механізм виведення полягає у поширенні по мережі збудження в залежності від топології мережі і вхідних даних.

Визначимо семантичну мережу  $\Omega$  як двійку виду:

$$\Omega = \{V, D\}, \quad (2.1)$$

де  $V = \{v_i\}$  – множина вершин (вузлів мережі),  $D = \{d_j\}$  – множина дуг.

Вершина семантичної мережі може бути визначена як:

$$v_i = \{S, c\}, \quad (2.2)$$

де  $S = \{s_k\}$  – множина точок входу в вершину (синапсів, рис.2.4 ), а  $c$  – функція, визначаюча становище вершини:

$$c = \cup f_a, \quad (2.3)$$

тобто диз'юнкція становище множин синапсів  $S$ , відносяться до вершини  $v_i$ .

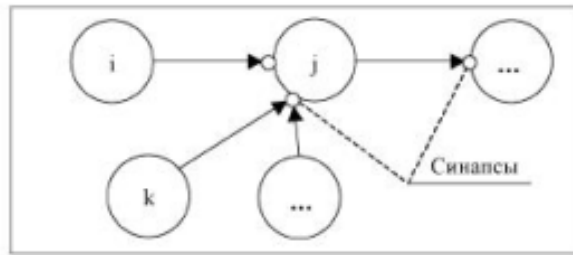


Рисунок 2.3 – Фрагмент семантичної мережі

Синапс  $S_k$  вершини  $v_i$  є пара виду:

$$s_k = (p_k, f_k), \quad (2.4)$$

де  $p_k$  – процес, зв'язаний з даним синапсом, а функція  $f_k$  визначається як довільна логічна функція від стану часу  $v_m$ , дуги від яких входять у синапс  $s_k$ , наприклад, кон'юнкція:

$$f_k = \cap V_m. \quad (2.5)$$

Вузлами мережі можуть бути будь-які елементи процесу навчання: теоретичний матеріал з визначення теми курсу, лабораторні та контрольні роботи, завдання для самоконтролю і т.п. З програмної точки зору кожна вершина являє собою деякий процес. Дуги між елементами визначають взаємозв'язку між вершинами і задають послідовність вивчення курсу.

Кожен синапс може знаходитися в двох станах: збудженому і непорушенню. Якщо який-небудь з синапсів збуджений, то порушується відповідна вершина і це збудження передається по всіх дуг, що виходять з неї до інших синапсах. Синапс переходить у збуджений стан тільки тоді, коли порушені всі вершини, а саме дуги від яких ідуть до даного синапсу. Спочатку у семантичній мережі вважаються порушеними всі вершини, відповідні що не входять в курс темами.

З синапсом може бути пов'язана довільна процедура, і тоді збудження синапсу буде викликати виконання цієї процедури. Вона визначає залежність використання вершини від шляху, по якому настав збудження в цю вершину. Це дозволяє ввести в модель ПО прагматику, тобто облік мети, з якою студент працює з системою, наприклад, ознайомлення, вивчення всього курсу, перевірка

знань за обраними темами і т.д. Таким чином, ми перейшли до семіотичної мережі моделі, що володіє синтаксисом (певним способом вираження), семантикою (змістом) й прагматикою (способом використання) [34].

На підставі такої структури кожному учню можна задавати своє підмножина вивчаються тем (виконуваних робіт), яке буде визначатися, наприклад, списками початкових і кінцевих вершин мережі. Як початкову вершини може виступати вершина, яка має хоча б одну вихідну дугу, як кінцева - вершина, до якої можна потрапити із заданих початкових вершин. Вивчення курсу полягає у проходженні по всіх вершин, що входять до маршрути від початкових до кінцевих вершин

Природно, що вивчається предметна область нерозривно пов'язана з іншими областями знань [40]. Вивчення деяких з цих областей за необхідності повинно передувати вивчення даної ПО (наприклад, володіння математичним апаратом і знання з фізики потрібно при вивченні більшості технічних дисциплін, тому що складає методи опису і дослідження об'єктів ПО, а також їх природничих базу). Таким чином, для визначення місця досліджуваної ПЗ в системі знань і тих областей (методів, понять), які безпосередньо передують і підводять до вивчення даної ПО, у модель предметної області необхідно включати теми з інших курсів, знання яких необхідно для розуміння, що вивчається ПО. Наявність таких зв'язків дозволить системі визначати можливі прогалини в знаннях студента і видавати йому рекомендації щодо вивчення суміжних дисциплін.

### 2.3.3.3 Аналіз моделі предметної області

Організація МПО у вигляді семіотичної мережі, в основі якої лежить оргграф, дозволяє використовувати для аналізу МПО апарат теорії графів [23].

Нехай  $G$  - оргграф, що описує МПО,  $VG = \{v_i\}$  безліч вершин і  $VE = \{e_i\}$  безліч дуг цього оргграфа. Оргграф  $G$  не повинен містити:

1. петель, тобто дуг ( $v_s$ ).
2. циклів, тобто таких маршрутів  $v_1, e_1, v_2, e_2, \dots, e_k, v_{k+1}$ , в яких  $v_1 = v_{k+1}$  (де  $v_i, e_i$  - відповідно номери вершин і дуг, що входять у маршрут).

3. незв'язних вершин або під графів. Для визначення наявності незв'язних вершин (підграфів) оргграф розглядається як неорієнтований граф. Неорієнтований граф є зв'язковим тоді і тільки тоді, коли для довільної фіксованої вершини  $v$  існує маршрут  $(v, \dots, u)$  де  $u$  – будь-яка інша вершина графа.

Крім аналізу МПО використання графів дасть можливість вирішити оптимізаційних задач, пов'язану з визначенням доцільною послідовності вивчення тим як в рамках курсу, так і декількох взаємопов'язаних курсів (дисциплін). МПО відображає логічні зв'язки між темами (поняттями), які належать, можливо, до різних дисциплін. Відповідно, послідовність освоєння тим повинна бути така, щоб до початку вивчення теми / всі попередні їй теми (поняття) були вже вивчені.

Ця задача зводиться до задачі розмальовки вершин графа. Нагадаємо, що розфарбуванням графа  $G$  називається довільна функція виду:

$$f : VG \rightarrow \{1, 2, \dots, k\}, \quad (2.6)$$

де  $k$  - кількість різних фарб. В даному випадку рішенням задачі визначення послідовності вивчення тем є зафарбування оргграфа  $G$ , при якій для будь-якого маршруту  $v_1, e_1, v_2, e_2, \dots, e_k, v_{k+1}$ , вершини якого розфарбовані кольорами  $l_1, l_2, \dots, l_k$  вірно твердження  $l_i < l_j$ , якщо  $i < j$ .

Внесення до МПО вершин, які відносяться до суміжних курсів, дозволить визначити не тільки послідовність вивчення одного курсу, але й порядок вивчення різних (взаємозалежних) курсів [32, 35].

## 2.4 Контроль знань

Контроль знань студента є важливою частиною роботи з користувачем. Він забезпечує зворотний зв'язок з студентом і призначений в першу чергу для визначення рівня знань студента з метою організації адаптивного управління навчанням.

У навчальних системах зазвичай використовуються два основні підходи до організації контролю знань:

1. Оцінка дій студента [35]. Цей метод застосовується до експертно-навчаючих системах, тобто навчальних системах, заснованих на знаннях. Знання

про предметну область і правила оцінки дій того, хто навчається дозволяють системі в ході діалогу з студентом визначати рівень його знань без завдання контрольних питань. За допомогою цього методу можна на високому рівні моделювати взаємодію викладача з студентом, але, як вже говорилося вище, обговорення подібних систем виходить за рамки цієї роботи.

2. Стандартизована контроль знань [27]. Сутність їх полягає в тому. навчають пропонується вибірка спеціальних завдань і за відповідями на неї виноситься судження про його знаннях. Стандартизовані методи контролю знань мають наступні позитивні властивості, що визначають доцільність їх застосування:

- короткочасність перевірки;
- стандартність проведення перевірки та аналізу результатів;
- можливість представлення результатів перевірки в числовій формі;
- можливість математичної обробки результатів.

Для вимірювання здібностей стандартизованими методами необхідно проводити періодичні, а не одноразові перевірки.

Стандартизована контроль знань у АНС виконується за допомогою тестів [3]. У загальному випадку, коли перевірку результатів тесту здійснює людина, тест - це набір питань і правильних відповідей до них (еталонів). Якщо ж визначення правильності відповіді покладається на ЕОМ, необхідно включити в тест набір параметрів, керуючих алгоритмами перевірки виконання тесту.

Педагогічні тести прийнято ділити на нормативно-орієнтовані і нормально-орієнтовані. У першому випадку результатом тесту є кількісна оцінка знань тестованих, а в другому якісна (типу "здав" - "не склав"). Для опису нормативно орієнтованого тестування широке розповсюдження отримали логістичні моделі і досліджує їх IRT-аналіз (Item Response Theory). Ця теорія добре вивчена в частині, що стосується дихотомічний тестів, для яких розроблені одно-, дво- і трипараметричні моделі для аналізу результатів тестування.

На жаль, для дихотомічний тестів вводиться сильне обмеження - двобальна система оцінки відповіді: відповідь вважається або абсолютно правильним, або

зовсім неправильним. Це обмеження не відповідає реальному стану, коли правильність відповіді визначає викладач, який підходить до оцінки відповіді диференційовано. Тому доцільно включити в систему контролю знань можливість аналізу відповіді тестованого з визначенням ступеня правильності відповіді, тобто ступеня його відповідності еталону.

#### 2.4.1 Схеми проведення контролю знань

Розглянемо загальну схему проведення контролю знань. У загальному випадку контроль здійснюється за кілька сеансів  $C_i$  кожен з яких будується на основі моделі, кого навчають. Результати сеансів у свою чергу викликають (можуть викликати) зміна моделі (рисунок 2.4).

Якщо розглядати окремий сеанс, то він складається з трьох етапів:

- підготовка завдання для контролю (з урахуванням моделі того, хто навчається),
- опитування студента,
- оцінка результатів опитування та внесення змін в моделі, кого навчають.

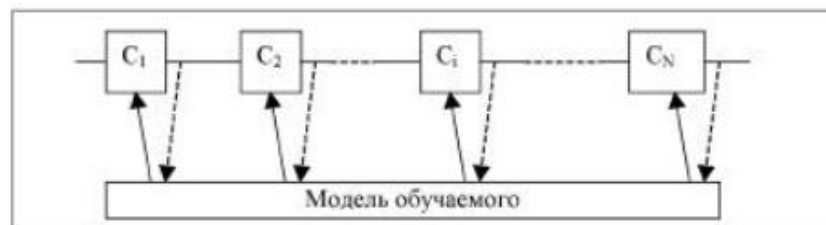


Рисунок 2.4 – Взаємовплив сеансів контролю знань і моделі того, хто навчається

Загальна схема проведення сеансу контролю знань представлена на рис 2.5.

Для формування контрольного завдання з безлічі питань  $Q$  вибирається підмножина питань (вибірка), які будуть задані, кого навчають. Назвемо це *актуальною множиною*  $Q^A, Q^A \supset Q$ . Спочатку ту безліч залежить від моделі того, хто навчається  $M^0$  і від параметрів питань  $P^Q$ . В процесі опитування це безліч може зазнавати змін. Зміна актуальної множини на підставі відповіді  $A_i$  (того, хто



навчається на чергове запитання може здійснюватися через модифікацію моделі того, хто навчається або завдання інших параметрів питань.

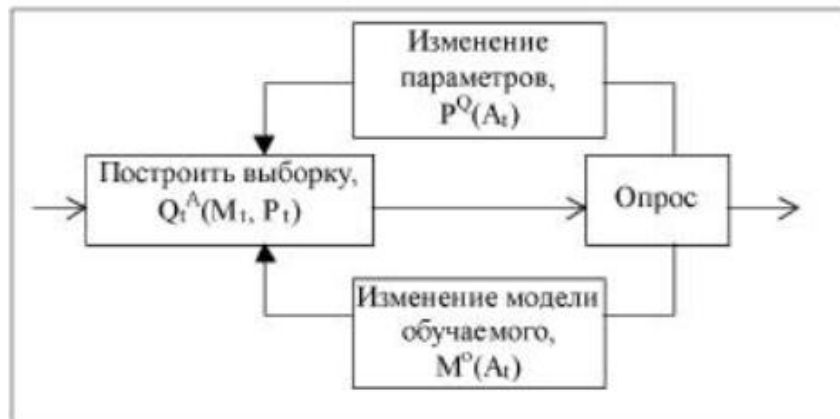


Рисунок 2.5 – Загальна схема проведення контролю знань

Наявність зворотного зв'язку актуальної множини і відповіді навчають забезпечує адаптацію  $Q^A$  до учнів під час проведення контролю. При реалізації більш примітивних форм контролю знань одна або обидві зворотних зв'язку можуть бути відсутніми.

Не можна не відзначити, що в існуючих системах навчання частіше використовуються або готові тести у вигляді фіксованого набору питань, або найпростіша схема “побудувати вибірку” – “провести опитування” – “оцінити відповіді”. Адаптивний контроль знань або САТ-підхід (Computer Adaptive Testing) застосовується рідко, але навіть там, де він використовується [48], алгоритм адаптації запрограмований.

Блок-схема проведення контролю знань виглядає так (рисунок 2.6):

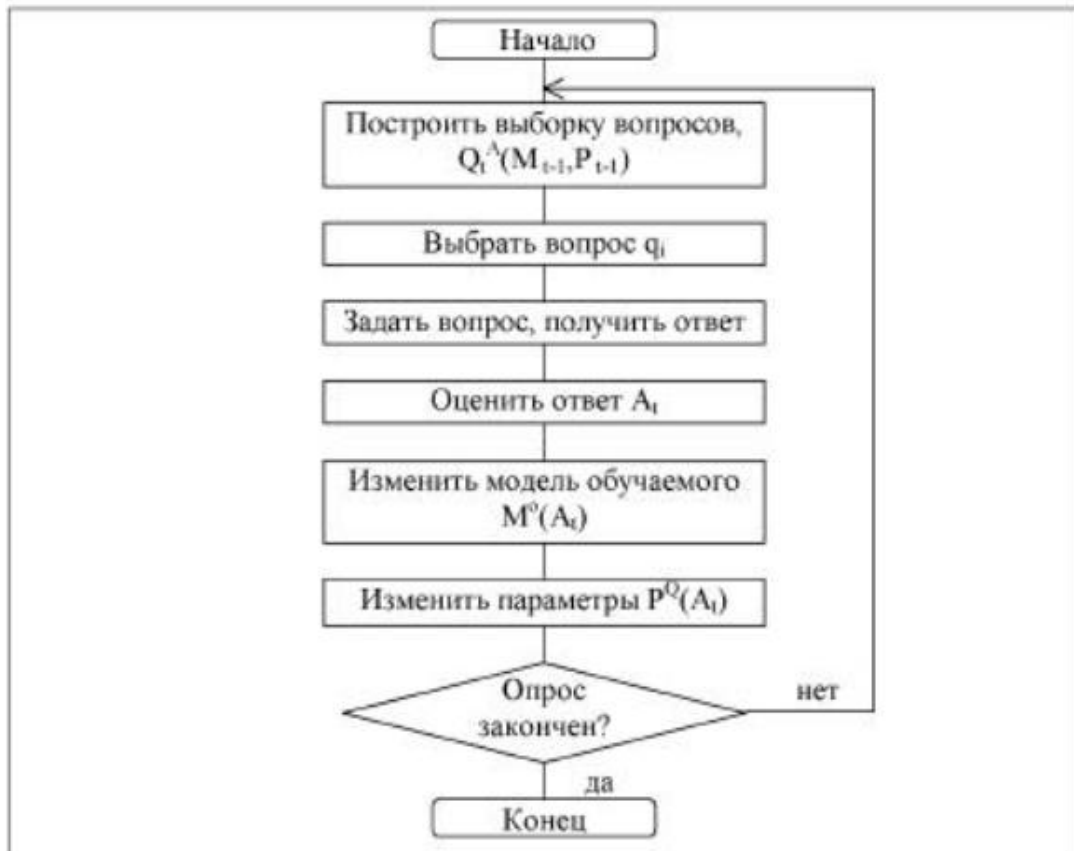


Рисунок 2.6 – Блок-схема проведения адаптивного контролю знанні

Адаптивний тест припускає, що для кожного завдання відомі параметри труднощі і диференціює здібності. Інформація про це може бути отримана емпіричним шляхом. Завдання такого тесту повинні бути впорядковані у відповідності з інтересами характеристиками завдань

Одночасно навчають може бути заданий тільки одне питання, з урахуванням цієї обставини і для спрощення алгоритмічної реалізації більш прийнятний другий варіант (рисунок 2.7). Спочатку формується досить велике актуальне безліч, а кожен наступний питання з нього вибирається на підставі відповіді на попереднє запитання. Актуальне безліч формується з урахуванням можливих змін параметрів вибірки у процесі контролю. Зміни вносяться в модель того, хто навчається за результатами контролю знань в цілому за сеанс.

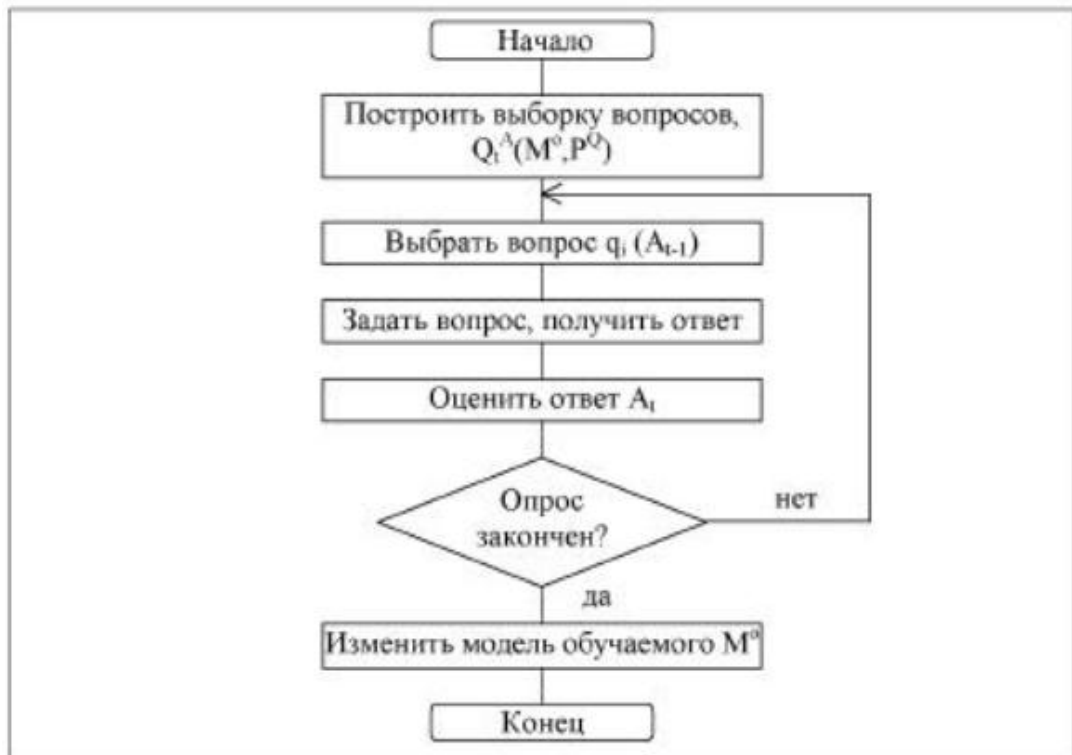


Рисунок 2.7 – Модифікована блок-схема адаптивного контролю знань

Для управління процесом контролю знань і моделлю того, хто навчається система повинна надавати можливість введення в тест параметрів.

#### 2.4.2 Параметри проведення контролю знань

За способом завдання та обробки параметри, пов'язані з опису способів контролю знань, можна розділити на дві групи:

- Вбудовані параметри. Дозволяють налаштувати внутрішні алгоритми управління контролем знань.
- Користувальницькі параметри. Задаються викладачем, призначені для управління тестуванням і формування моделі, кого навчають.

##### 2.4.2.1 Вбудовані параметри

За допомогою вбудованих параметрів можна організувати різні способи проведення контролю знань. За результатами аналізу робіт, в яких освячується цей питання [31], можна виділити такі групи параметрів:

- *Тип контролю.* Визначає вплив отриманої оцінки на подальші дії системи.

- *Мінімальна оцінка.* Призначена для підрахунку оцінки.
- *Кількість питань.* Визначає, скільки питань слід поставити студентам під час опитування.
  - *Кількість відповідей.* Визначає, скільки відповідей повинен дати той, кого навчають, щоб опитування було визнано таким, що відбувся.
  - *Спосіб підрахунку оцінки.* Визначає спосіб отримання підсумкової оцінки на підставі оцінок за окремі питання.
  - *Схема проведення опитування.* Задає умову закінчення опитування,
  - *Спосіб формування вибірки питань.* Визначає принцип включення питань до завдання.
  - *Спосіб подачі питань.* Задає порядок видачі питань, кого навчають.
  - *Час проведення опитування.* Обмежує час \*, яке дається навчається на виконання завдання.

Розглянемо можливі значення цих параметрів:

1. Тип контролю (обов'язковий параметр). Можливі наступні значення:
  - *Завершальний* - призначений для опитування по одній темі. Результати цього контролю визначають, здана тема чи ні.
    - *Проміжний* призначений для самоконтролю по одній темі. Отримана оцінка фіксується (наприклад, в моделі того, хто навчається), але не впливає на здачу теми.
    - *Вибірковий* - служить для підсумкового контролю за кількома темами. Фіксується спільна оцінка та оцінки по окремих тем, що входять в опитування.
2. *Мінімальна оцінка* (обов'язковий параметр): оцінка при якій тема вважається зданою.
3. *Кількість питань*  $N_q$ . Може бути вказано як:
  - конкретне натуральне число;
  - частка від загальної кількості питань з даної теми - число в інтервалі  $[0,1]$ .

4. Кількість відповідей  $N_a$ . Значення визначається аналогічно параметру "кількість питань" і має наступний сенс: якщо студент відповів менше ніж на  $N_a$  питань, то опитування вважається не відбувся (але спроба і оцінка може фіксуватися системою). Для повинна дотримуватися умова:  $N_a \leq N_q$

5. Спосіб підрахунку підсумкової оцінки:

- СУМА - підсумкова оцінка  $O$  дорівнює сумі балів отриманих за окремі відповіді:

$$O = \sum_{i=1}^{N_q} O_i \quad (2.7)$$

- ШКАЛА підсумкова оцінка  $O$  але дочитує відповідно до шкали, заданої мінімальним і максимальним балами:

$$O = \frac{\sum_{i=1}^{N_q} O_i \cdot (\max - \min) + \min}{N_q} \quad (2.8)$$

де  $O_i$  - оцінки, отриманих за окремі відповіді,  $\min$  і  $\max$  – мінімальний і максимальним бали відповідно.

- ВІДСОТОК - підсумовується оцінка  $O$  як відсоток правильних відповідей:

$$O = \frac{m}{N_q} \cdot 100\%, \quad (2.9)$$

де  $N_q$  - загальне число заданих питань,  $m$  - число правильних відповідей.

6. Схема проведення опитування:

- **Лінійна схема.** Задаються все  $N_4$  питань, потім підраховується оцінка.
- **Порогова схема.** Питання з вибірки довжиною  $L$ ; задаються до тих пір, поки не перейдено поріг "тема сдана4 або" тема не Здана \*. Пороги вважаються перейденими, якщо питання, що залишилися не можуть змінити результату контролю. Поріг "тема не здана" вважається перейденим, якщо отримання за питання, що залишилися максимальних оцінок не дозволить навчають набрати

потрібної оцінки  $M_p$ . А поріг "тема здана" - якщо отримання за решту відповіді мінімальної оцінки не призведе до виставлення, студенту оцінки менше  $M_p$ .

• **Схема з додатковими питаннями.** Здається мінімальне число питань  $N_q$ , якщо за результатами підрахунку оцінки  $M$  з'ясується, що великий розкид оцінок чи оцінка близька до критичної ( $M_p$ ) задаються додаткові питання, тюка не буде;

- Вичерпаний весь список питань з даної теми або
- Задано максимально допустиму кількість питань або
- Зменшений до прийнятного рівень розкиду оцінок чи
- Перевищено поріг позитивної оцінки  $M_p$ .

Ця схема вимагає введення додаткових параметрів:

- $N_{\max}$  – максимально допустиму кількість питань.
- $\varepsilon_p$  – рівень близькості оцінки до критичної: отримана оцінка  $M$

вважається близькою до критичної, якщо вона задовольняє умові:

$$|M - M_p \leq \varepsilon_p|. \quad (2.10)$$

-  $\varepsilon_r$  – рівень допустимого розкиду оцінок, наприклад, як середнє квадратичне відхилення:

$$\varepsilon_r \geq \sqrt{\sum_i (m_i - m_{cp})^2}, \quad (2.11)$$

де  $m_{cp}$  – середня оцінка за всі отримані відповіді,  $m_i$  – оцінка за  $i$ -й відповідь.

• **Схема з уточненням.** Здається, але одного питання; вибір наступного питання залежить від відповіді на попередній і може бути з ним пов'язаний. Усього задається мінімум  $N_q$ , питань. Умови закінчення опитування ті ж, що і в попередньому випадку. Для цієї схеми вибірка питань повинна бути сформована за адаптивний метод (див. нижче).

7. Спосіб формування вибірки питань. Вибірка питань формується відразу, і потім навчають задається по одному питанню. Можна виділити наступні способи формування вибірки:

a) Випадково - всі питання вибираються випадковим чином (вдруге один і той же питання не включається у вибірку).

b) За умовою - у вибірку включаються тільки ті питання, для яких істинна задана користувачем функція  $F(p_1, p_2, \dots, p_n)$  де  $p_i$ , довільний параметр питання.

c) Пропорційно значень певного параметра Р. Якщо в повному списку питань з даної теми міститься  $n_1$  питань зі значенням параметра  $p_1, n_2$  питань зі значенням параметра  $p_2$  і т.д., то у вибірку питань довжиною  $N_q$  увійде  $k_1$ , питань типу  $p_i$ :

$$k_i = \frac{N_q \cdot n_i}{\sum_{i=1}^L n_i}, \quad (2.12)$$

де L – кількість різних значень параметра Р.

d) За значенням групується параметра питання вибираються на підставі певного (основного або групується) параметра  $p_s$  за значенням якого вони об'єднуються в групи, пов'язані з одному поняттю (терміну, об'єкту, методу тощо) та які мають, наприклад, різні ступені складності (спільності). Вибірка формується таким чином, щоб кожен наступний питання в групі був уточненням попереднього. Порядок питань у групі визначається значенням іншого (уточнюючого) параметра  $p_y$  який, взагалі кажучи, може мати довільну семантику.

Для реалізації даної схеми можна використовувати порогову схему Проведення опитування для кожного значення, що групуються параметра.

8. Спосіб подачі питань:

- в порядку формування списку;
- випадково;
- в порядок збільшення (зменшення) значення певного функціоналу.

9. Час проведення контролю знань Т. Здається в хвилинах і визначає максимальний інтервал часу, протягом якого навчають, повинен дати всі

відповіді. Якщо студент не вклався у відведений час, для оцінки результатів опитування використовуються ті відповіді, які вже дані,

Для збільшення гнучкості управління контролем знань доцільно дозволити користувачеві комбінувати ці способи, тобто вказувати для одного типу контролю по одній і тій же темі список значень одного і того ж параметра.

Очевидно, що список параметрів, через які користувачі можуть впливати на алгоритми проведення контролю знань, обмежений. Але можна не обмежувати кількість можливих значень цих параметрів, якщо надати користувачеві можливість самому вказувати ті способи і методи, які будуть керувати контролем знань.

Для цього необхідно передбачити в системі завдання значень параметрів за допомогою формул - арифметичних і логічних виразів, що складаються зі знаків арифметичних і логічних операцій, назв вбудованих функцій, імен параметрів та значень характеристик, які можуть бути підраховані в процесі роботи системи.

Якщо значення будь-яких необов'язкових параметрів ДІЯ проведення контролю знань не вказані, необхідно передбачити значення, що встановлюються за замовчуванням, наприклад:

- a) Кількість питань  $N_q$  - задаються всі питання з даної теми.
- b) Кількість відповідей  $N_a$  - дорівнює кількості питань.
- c) Спосіб підрахунку оцінки – сума.
- d) Схема проведення опитування – проста.
- e) Спосіб формування вибірки питань – випадково.
- f) Спосіб подачі питань - в порядку формування списку.
- g) Час проведення опитування – не обмежена.

#### **2.4.2.2 Параметри, що задаються користувачем**

Для того щоб у процесі контролю знань можна було моделювати різні форми проведення опитування, завдання повинне супроводжуватися відповідним набором параметрів. Незважаючи на декларацію необхідності "широкої



параметризації алгоритмів керування навчанням" [78], практично всі існуючі системи обмежують набір параметрів, вводючи тільки ті з них, які, ймовірно, представляються їм найбільш значущими. Наприклад, у тій же системі Екстерн питання може оцінюватися одним параметром - "складність", - мають п'ять ступенів градації.

Дійсно широку параметризації можна забезпечити, дозволивши користувачеві вводити *будь-які* параметри для одиниць навчального та контрольного матеріалу (тем і питань). Параметр визначається ім'ям (рядком символів) і значенням числового або строкового типу. Якщо який-небудь з введених параметрів не визначений для конкретного питання (теми), то вважається, що його значення для цього питання (теми) невідомо (NULL). Викладач може виставити і будь-яку кількість параметрів для будь-якого питання (теми). Значення параметрів, що відносяться до питання, входять в набір значень, за якими планує статистика. Ці параметри призначені:

- для побудови моделі того, хто навчається,
- для організації управління навчанням (в правилах бази знань).
- для відображення в статистичних звітах з метою отримання обшій картини успіхів учнів і для вдосконалення самих завдань.

Наявність такої можливості дозволить викладачеві проводити опитування на основі власних уявлень про методи ефективного контролю знань.

### **Висновки до 2 розділу**

Розглянуто способи організації мережевої середовища розподіленої навчальної системи, яка включає в себе локальну обчислювальну мережу (ЛОМ) та надає доступ через Internet. Визначено функціональна структура РАНС.

У роботі наведені найбільш поширені рішення для організації роботи всередині ЛОМ та через Internet. Запропоновано конфігурація мул ьт і платформного навчального сервера, що включає в себе сервер РАНС, орієнтований на роботу з користувача в рамках ЛОМ, і сервер РАНС, призначений для управління базою даних, для організації розподілених обчислень і доступу через Internet.

Визначено основні вимоги до розподілених автоматизованих навчальних систем.

Показано, що для виконання функцій навчання до складу РАНС повинні входити знання про стратегію навчання (методики навчання), модель предметної області і модель, кого навчають. Для забезпечення відкритості РАНС запропонований підхід, при якому стратегія управління навчанням, модель предметної області та правила обробки моделі того, хто навчається оформлені як зовнішні бази знань, заміна яких дозволяє змінювати поведінку системи. Така організація РАНС дає викладачеві можливість вкласти в навчальну систему експертні знання та уявлення про навчання.

Запропоновано Семіотична модель для представлення структури предметної області, яка об'єднує декларативні та процедурні знання. Графічна візуалізація взаємозв'язків дисциплін і тим в рамках дисципліни мет навчають можливість отримати цілісне уявлення про яку вивчаєте курсі і про його практичної цінності.

Розглянуто різні алгоритми та схеми проведення контролю знань, визначено набір базисних характеристик, призначених для параметричної настройки підсистеми контролю знань.

## РОЗДІЛ 3

### ПОДСІСТЕМА КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

Організація підсистеми контролю знань є однією з найбільш складних завдань при створенні РАНС.

#### 3.1 Особливості роботи підсистеми контролю знань в РАОС

Особливості роботи підсистеми контролю знань в РАОС визначаються архітектурою режиму "клієнт-сервер". Мультиархітектурна середу передбачає тестування, як в режимі віддаленого доступу, так і за допомогою локального програмного забезпечення.

1. При використанні архітектури **"тонкий" клієнт - "товстий" сервер** тестування проходить у режимі віддаленого доступу. У рамках ЛОС це не спричиняє за собою особливих проблем. Тестування проходить в штатному режимі (по одному питанню), запуск зовнішніх процесів здійснюється через RPC (Remote Process Call), можливе застосування схем адаптивного тестування.

При наявності високошвидкісного каналу можливий аналогічний доступ через Internet. Основна проблема при цьому пов'язана, природно, із зовнішніми процесами, які доводиться оформляти як Internet-додатки.

2. При використанні архітектури **"товстий" клієнт - "тонкий" сервер** в завдання сервера входить: зберігання інформації про результати тестування; організація взаємодії підсистеми контролю знань, розташованої на машині клієнта, і допоміжного програмного забезпечення (ДПЗ).

Централізоване зберігання бази даних з результатами тестування має наступні переваги:

- надійний захист від несанкціонованого доступу;
- простота організації віддаленого адміністрування;
- широкі можливості статистичної обробки даних.

Для "тонкого" клієнта цей підхід взагалі є єдино можливим, а для "товстого" клієнта можна передбачити тимчасову буферизацію результатів тестування у разі відсутності доступу до сервера.

Під час контролю знань ДПЗ може бути задіяне при оцінці відповідей (перш за все, текстових та графічних) і при аналізі результатів тесту (наприклад, для визначення причин неправильних відповідей). Використання ДПЗ дозволяє розширити функціональні можливості системи. Але оцінка відповідей за допомогою ДПЗ неминуче призведе до збільшення часу реакції системи.

Таки чином, для тестування через Internet, а також для ситуації використання ДПЗ для оцінки відповідей, необхідно (поряд з інтерактивним режимом) передбачити пакетний режим тестування. Пакетний режим передбачає використання лінійної схеми тестування: той, кого навчають спочатку відповідає на всі запитання, а потім система оцінює відповіді. Порогова, адаптивна й інші схеми передбачають облік оцінки поточних відповідей у процесі тестування, тому не підходять для пакетного режиму.

### **3.2 Характеристики систем контролю знань**

В даний час існує велика кількість систем контролю знань (СКЗ), як виконаних у вигляді окремих програмних продуктів (наприклад, ITEMAN, RASCAL, RSP, The Examiner testing System, FastTEST professional, C-Quest, CONTEST, ГРАММАТЕЙ-КЛАС, ПОЛСТАР, " Контроль знань ", " Екзаменатор ", " Атестація "), так і вбудованих у навчальні системи (наприклад, у всіх АОС передбачений контроль знань). Відсутність стандарту або хоча б загальноприйнятих норм і правил написання таких систем призвело до того, що практично кожна з них є "річчю в собі" і використовується, за рідкісним винятком, тільки її власними розробниками.

#### **3.2.1 Аналіз існуючих систем контролю знань**

Аналіз існуючих СКЗ виявив наступні недоліки цих систем:

1. Обмежена кількість типів відповідей. Не у всіх системах реалізовані навіть основні форми [1] подання відповідей.
2. Відсутність формальних методів диференційованої оцінки відповідей. Існують тестові системи, в яких оцінка може бути диференційованою, але це реалізується неформальними способами:

- задається кілька еталонів, один з яких є абсолютно правильним, а інші - частково правильними (для них вказується більш низький бал, ніж для абсолютно правильного еталона);

- студенту надається  $N$  спроб відповіді: якщо він одразу дав правильну відповідь, він отримує максимальний бал, якщо з  $i$ -ї спроби ( $i \leq N$ )  $E$  то оцінка зменшується пропорційно значенню  $i$ .

3. Слабкі можливості параметричної настройки тесту.

4. Відсутність відкритої архітектури. Закритість систем обумовлюється:

- зберіганням тестів у базі даних системи;
- відсутністю можливості підключення зовнішніх модулів для представлення питань, отримання відповідей і оцінки відповідей;

- обмеженою кількістю алгоритмів формування тіста і управління проведенням тестування.

5. Багато СКЗ надають можливості віддаленого тестування (через Internet), але можливості таких систем ще більш обмежені по порівнянні з локальними СКЗ.

### 3.2.2 Вимоги до підсистеми контролю знань

При створенні підсистеми контролю знань необхідно:

- зробити систему максимально відкритою;
- забезпечити переносимість тестів на рівні їх вихідних текстів;
- по можливості врахувати всі типи питань і відповідей;
- реалізувати методи оцінки відповідей різних типів, які дозволять диференційовано оцінювати відповіді, кого навчають.

Для вирішення цього завдання потрібно:

- проаналізувати різні типи тестових питань і відповідей;
- запровадити метрику для визначення ступеня подібності відповідей студента і еталонних відповідей;

- розробити формат опису тестів, що враховує різні варіанти відповідей і питань і можливість підключення зовнішніх модулів.

Створення мови опису тестів вирішує задачу уніфікації СКЗ. Розробка розвиненого засоби опису дозволяє, з одного боку, уніфікувати інтерфейс, використовуючи одну й ту ж оболонку для різних тестів. Це призведе до зниження трудовитрат користувача на вивчення системи і дозволить йому зосередитися на відповідях на питання. З іншого боку, відкритість формату опису тесту дає можливість створювати різні оболонки для одного і того ж набору контрольних завдань, адаптуючи систему для різних операційних систем, апаратних платформ і вимог з організації інтерфейсу.

Для того щоб відокремити опис тесту від його алгоритмічної реалізації і зробити його стерпним, мова опису тесту повинен бути декларативним.

Будь-яка система контролю знань включає в себе безліч пропонованих питань, правильні відповіді на них та правила визначення коректності відповідей, отриманих під час опитування. Тому опис тесту складається з наступних частин:

1. опис правил формування тіста зі списку контрольних завдань і методів оцінки результатів тесту в цілому;
2. опис питань;
3. опис еталонів відповідей і методів оцінок відповідей, отриманих під час опитування.

Почнемо з розгляду різних типів тестових питань і відповідей.

### **3.3 Аналіз відповідей студента**

Одним з основних блоків спеціалізованого математичного забезпечення АНС є блок аналізу відповідей студента, який функціонує наступним чином. При використанні будь-якого способу введення відповіді виділяються деякі ознаки, відповідно до яких відповідь відноситься до категорії правильних або неправильних.

#### **3.3.1 Представлення питань і відповідей**

Питання - це передача інформації по прямому каналу зв'язку (від системи до навчати). Зазвичай він оформляється у вигляді тексту, можливо, що супроводжується графічною ілюстрацією або звуковим повідомленням.

У реальних системах найбільш поширена в СКЗ форма відповідей - вибіркова: питання супроводжується кількома готовими варіантами відповідей, з яких потрібно вибрати один, рідше - кількох правильних відповідей. Другим за популярністю йде числовий відповідь, звичайно, як результат рішення запропонованої задачі. Крім цього, іноді використовується текстовий відповідь, але (за рідкісним винятком) без аналізу, тобто правильним вважається відповідь, повністю збігається з еталоном. Деякі системи контролю знань підтримують також окремі специфічні форми відповідей, наприклад, дозволяють створювати структурні схеми на заданій елементній базі або вибрати певну область на графічному зображенні. Але подібні форми відповідей не мають широкого застосування, оскільки не володіють достатнім рівнем абстракції.

На підставі аналізу існуючих тестових систем можна виділити:

- Типи питань (за формою подання):
  1. Текст.
  2. Зображення.
  3. Процес.
  4. Мовне повідомлення (зводяться до типів "текст" і / або "процес").
- Типи відповідей (за формою введення та подання):
  1. Множина елементів (непорядкована).
  2. Список елементів (упорядкований).
  3. Вираз (арифметичне).
  4. Фраза (текст).
  5. Малюнок.
  6. Мовне повідомлення (зводяться до фрази).

Один з основоположників наукового підходу до проблеми тестування показав, що всі відповіді можуть бути зведені до наступних типів [1]:

1. Закриті: вибір одного або декількох варіантів відповідей у довільному порядку. Такі відповіді називають вибірковими.
2. Визначення порядку варіантів відповідей.
3. Відкриті: конструюються відповіді (числові і текстові).

#### 4. Визначення відповідності елементів двох множин.

Фактично, перший варіант - це безліч елементів, другий - це список, визначення відповідності елементів двох множин може бути представлено як безліч множин, а конструюються відповіді - це текст або арифметичне вираз (як більш загальне уявлення числового відповіді). Таким чином, без аналога залишається тільки малюнок. Тому в подальшому ми спробуємо звести його подання до одного з чотирьох вказаних типів.

### 3.3.2 Типи запитань і відповідей

З програмної точки зору найбільш загальної формою представлення питань і відповідей є процес: для завдання питань і для отримання відповідей можна запускати відповідний процес, передаючи йому інформацію про питання і еталон відповіді та отримуючи натомість оцінку відповіді, кого навчають. Але не для всіх ситуацій цей варіант є прийнятним з точки зору доцільності і швидкодії. Наприклад, відомо, що більшість питань і відповідей представляється у текстовій формі, тому, як мінімум, необхідно виділити тип питання і відповіді ТЕКСТ.

З практичної точки зору безліч варіантів питань і відповідей зводяться до наступних типів:

- Типи питань:

1. ТЕКСТ - питання, представлений у вигляді рядка символів.
2. КОМАНДА - командний рядок - питання, для завдання якого необхідний запуск зовнішнього процесу (виведення зображення, звукове повідомлення і т.д.).

- Типи відповідей:

1. ТЕКСТ - відповідь, представлений у вигляді рядка символів.
2. МНОЖИНА - відповідь, представлений як неупорядкована безліч елементів.
3. СПИСОК - відповідь, представлений як впорядкована множина елементів.
4. ВИРАЗ - відповідь, представлений як арифметичний вираз.



Усі відповіді, подання яких виходить за рамки зазначених типів (рисунок, мовне повідомлення та інше), можуть бути отримані в рамках процесу - командного рядка, зазначеної для відповідного питання. Процес здійснює висновок питання та отримання відповіді, який передається системі контролю знань через буфер обміну даними (наприклад, файл із певним ім'ям). Таким чином, відповідь студента може бути перетворений в рядок (наприклад, мовне повідомлення) або оцінений всередині процесу (наприклад, малюнок). В останньому випадку тип відповіді-ВИРАЗ, а в якості еталону виступає оцінка.

### **3.3.3 Методи визначення правильності вибіркової відповіді**

Популярність вибіркової відповіді частково пояснюється, обший практикою проведення тестування, почасти - простотою аналізу вибіркового відповіді.

У загальному випадку вибіркова відповідь представляє собою безліч елементів (невпорядкована) або список елементів (упорядкований). В якості елементів можуть виступати списки і множини, тоді виходять дворівневі схеми МНОЖИН списків і СПИСОК множин.

Правильність вибіркового відповіді оцінюється шляхом порівняння відповіді і еталона і визначення їхньої подібності. В існуючих системах правильність вибіркового відповіді зазвичай визначається повним збігом з еталоном. Якщо врахувати, що найчастіше застосовується схема "N варіантів – з них один правильний", то такий підхід є виправданим. Але в тому випадку, якщо застосовується схема "N варіантів - з них до правильних ( $0 \leq k \leq N$ )", було б доцільніше ввести диференційовану оцінку. Наприклад, відповідь (2,3,5) набагато ближче до еталону (3,4,5), ніж відповідь (1,2), тому він повинен бути оцінений вище. Адже викладач при опитуванні чинить саме так. Для диференціювання оцінки необхідно використати який-небудь монотонний функціонал, який дозволяв би визначати ступінь схожості відповіді і еталона. Далі запропонований такий підхід.

Спосіб визначення правильності відповіді залежить від типу відповіді. Ми виділили чотири типи вибіркового відповіді - МНОЖИНА, СПИСОК, МНОЖИНА списків і СПИСОК множин.

### 3.3.4 Аналіз відповіді у вигляді арифметичного виразу

Арифметичне вираз є узагальненим поданням числового відповіді. Арифметичне вираз може бути обчислюваних значенням і формулою. Для обчислюваних значення повинні бути визначені еталон (правильне значення) і допустима похибка  $\varepsilon$ . Один з варіантів використання похибки полягає в тому, що якщо відповідь знаходиться у  $\delta$ -околиці еталона:

$$(E - \varepsilon) \leq A \leq (E + \varepsilon),$$

де  $E$  - еталон,  $A$  - отримана відповідь, то відповідь вважається правильним, інакше відповідь невірний.

Якщо вираз потрібно розглядати як формулу, то можна скористатися алгоритмом уніфікації, розробленим у 1966 р. Ж. Пітра і незалежно від нього Дж. Робінсоном [39]. Цей алгоритм дозволяє визначити ідентичність будь-яких двох виразів і не залежить від формальної системи, до якої застосовується.

### 3.3.5 Текстові відповіді

Використання відповідей, що вводяться у вільній текстовій формі, є найприроднішою і найбільш складним завданням при організації системи контролю знань.

Завдання інтелектуальної обробки текстів природною мовою вперше була поставлена на рубежі 60х-70х рр.. З тих пір було зроблено безліч різних спроб її рішення (див., наприклад, [48]), створено десятки експериментальних програм, здатних вести діалог з користувачем на природній мові. Однак широкого поширення такі системи поки не отримали - як правило, з-за невисокої якості розпізнавання фраз, жорстких вимог до синтаксису "природної мови", а також великих витрат машинного часу і ресурсів, необхідних для їх роботи [2]. Практично у всіх системах машинного розуміння тексту використовується обмежений природну мову, оскільки повної формальної моделі ні для однієї природної мови поки що не створено.

Тим не менше, природно-мовні засоби спілкування людини з ЕОМ постійно розвиваються, залишаючись одним з найбільш оптимальних способів побудови користувацького інтерфейсу до складних інформаційних систем. Одна з останніх надзвичайно перспективних робіт у цій області - проект семантичного аналізатора, виконаний у Російській фонд фундаментальних досліджень під керівництвом Д.А. Поспелова. У рамках цього проекту вперше розроблена програмна система, що виконує весь цикл завдань аналізу тексту, починаючи від морфологічного аналізу і закінчуючи побудовою бази знань, яка містить поняття предметної області і зв'язки між ними. На жаль, поки це тільки дослідний прототип. Тому, якщо ми говоримо про оболонках АОС, то тут доводиться користуватися більш простими, але формалізованими варіантами.

Існують і інші способи аналізу текстових відповідей, засновані на використанні деяких правил уніфікованого опису текстового відповіді. Один з них реалізовано у системі А08М1СЯ0. При завданні еталона текстового відповіді викладач вказує ключові слова, які повинні бути присутніми у відповіді студента, і слова, яких там бути не повинно. Можна також використовувати шаблони "один будь-який символ" і "довільну кількість будь-яких символів". На підставі цієї інформації система аналізує відповідь студента і визначає його правильність. Це найбільш потужна (за відомостями автора) процедура аналізу текстових відповідей у вітчизняних АНС. Але використання цієї процедури передбачає деяку попередню обробку еталонного відповіді - розбиття його на словосполучення. Ця робота виконується, природно, викладачем.

Таким чином, підготовлений для аналізу еталонний відповідь представляється набором елементів, кожен з яких може бути словом або словосполученням. Якщо розглянути це набір як дворівневу структуру, то можна звести текстовий відповідь до типу СПИСОК множин або МНОЖИНА списків. При використанні Д-методу для визначення правильності відповідей типу СПИСОК ми отримаємо формальну процедуру визначення правильності текстового відповіді, яка за своїми характеристиками не поступається процедурі,

реалізованої в A08M1CЯО. Таким чином, аналіз текстового відповіді можна звести до формального аналізу списку або множини.

### **3.3.6 Графічні форми завдання відповідей**

Використання графічних питань і відповідей значно розширює можливості системи контролю знань учнів, тому питання про розпізнавання графічних образів ми розглянемо окремо.

#### **3.3.6.1 Розпізнавання образів в навчальних системах**

Завдання розпізнавання образів полягає в тому, щоб класифікувати об'єкт, тобто визначити, що він відноситься до даного класу і не відноситься до іншого. Існують різні методи розпізнавання графічних образів, які умовно можна розбити на два класи:

- Моделюючі методи (до них відносяться асоціативні методи, біонічних методи, методи моделювання фізичних аналогів, наприклад, метод потенціалів, спінові скла та інше).

- Формальні методи (наприклад, структурні та синтаксичні методи).

Для вирішення задачі розпізнавання образів у навчальних системах більше підходять формальні методи, тому що класи розпізнаються образів визначені і можуть бути описані формальними категоріями.

Виділяють три основні способи опису та поділу класів образів [68]:

- принцип перерахування членів класу.

Завдання класу перерахуванням що в нього входять припускає реалізацію автоматичного розпізнавання образів шляхом порівняння з еталоном.

- принцип спільності властивостей.

Завдання класу за допомогою властивостей, загальних для його членів, передбачає реалізацію процесу автоматичного розпізнавання образів шляхом виділення подібних ознак і роботи з ними. Принцип спільності властивостей лежить в основі процесів розпізнавання, що реалізуються методами теорії формальних мов.

- принцип кластеризації.

Якщо образи деякого класу представляють збір вектори, компонентами яких є дійсні числа, цей клас можна розглядати як кластер і виділяти тільки його властивості в просторі кластерів.

Існують три основні методології для реалізації цих способів:

1 евристичні методи.

В основі цих методів лежать досвід та інтуїція людини. Система включає набір специфічних процедур, розроблених стосовно до конкретних задач розпізнавання.

2 математичні методи.

Вони засновані на правилах класифікації, які формулюються і виводяться в рамках певного математичного формалізму з допомогою принципів спільності властивостей і кластеризації. Розрізняють детерміністичні і статистичні методи (останні використовують методи математичної статистики).

3 лінгвістичні (синтаксичні) методи.

У тому випадку, якщо опис образів здійснюється за допомогою непохідних елементів (подобразів) та їх відносин, то застосовується лінгвістичний або синтаксичний підхід з використанням принципу спільності властивостей [47]. Образ можна описати за допомогою ієрархічної структури подобразов, подібно синтаксичної структури мови. Це дозволяє застосовувати теорію формальних мов. Передбачається, що граматики образів містять кінцеві безлічі елементів, званих змінними, непохідних елементами і правилами підстановки.

У розпізнаванні графічних образів синтаксичними методами можна виділити три основних етапи: Передобробка (кодування, апроксимація, фільтрація, відновлення і поліпшення об'єкта), представлення об'єкта (сегментація і виділення непохідних елементів) і аналіз. Вміст цих етапів залежить від того, який метод розпізнавання використовується - дискримінантний або структурний.

У навчальних системах постановка задачі розпізнавання графічних образів відрізняється від класичної.

Для того щоб студент міг дати відповідь у графічному вигляді, необхідно надати інструментарій (наприклад, графічний редактор). Таким чином, завдання

сильно спрощується. В якості елементів графічного зображення виступають непохідні елементи, а операції, що здійснюються над ними, стають операціями з'єднання цих непохідних елементів в зображення (об'єкт). Тому етап передобробки скасовується, а етап подання стає суто технічним. Етап аналізу являє собою найпростішу форму розпізнавання образів - порівняння з еталоном.

Різноманіття завдань, вирішення яких може бути представлено у графічному вигляді, не дозволяє розглянути всі можливі варіанти аналізу графічних зображень або запропонувати який-небудь універсальний підхід до аналізу без ускладнення інструментарію і самих методів аналізу зображень. Наприклад, якщо для якісного аналізу графіків відзначаються точки екстремумів і характер ліній (прямі або дуги), то перевіряти правильність електронної схеми доцільніше за допомогою функції, яку вона повинна реалізувати. Тому ми розглянемо докладніше тільки завдання якісного аналізу графіків як одну з найбільш поширених.

### **3.3.6.2 Завдання розпізнавання графіків**

Коли викладач пропонує студенту зобразити будь-якої графік, якого навчають, повинен правильно відобразити на графіку точки екстремуму і тенденцію графіка. Це означає, що аналіз графіків повинен бути якісним і ґрунтуватися на тих же контрольних елементах: прив'язка до координат, точки екстремуму, тенденція.

Сформуємо безліч непохідних елементів для задачі аналізу графіків. Визначення непохідних елементів сильно залежить від характеру образів, від предметної області і від набору доступних технічних засобів. Загальне рішення проблеми вибору непохідних елементів поки не знайдено, але можна запропонувати декілька загальних рекомендацій:

1. Непохідні елементи повинні служити основними елементами образів і забезпечувати стислий і адекватний опис образів.
2. Виділення і розпізнавання непохідних елементів повинно бути простим і здійснюватися несинтаксичними методами.

Очевидно, що ці дві вимоги суперечать один одному, тому в реальних задачах доводиться шукати компроміс між компактністю опису та простотою виділення непохідних елементів.

У деяких випадках потрібно, щоб непохідні елементи містили семантичну інформацію, важливу для конкретного застосування. У нашому прикладі такою інформацією є координати. Виділимо Непохідні елементи для нашої задачі:

- точка екстремуму, в якій похідна 1-го порядку дорівнює 0;
- лінії з різними кутами нахилу (рис. 3.1).

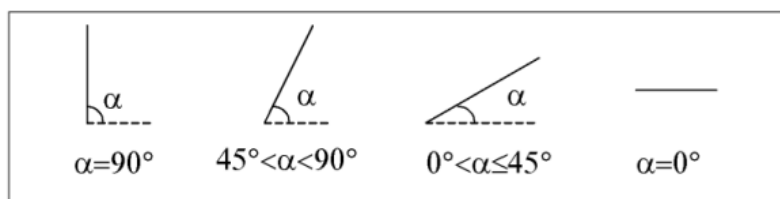


Рисунок 3.1 – Непохідні елементи для задачі якісного аналізу графіків

Інструментарій для такої системи повинен дозволяти малювати прямі лінії, позиціонувати курсор в точці на лінії і відзначати її координати. Для формування еталонного зображення викладачеві надається той же інструментарій. Якщо обидва зображення (еталонне і відповідь того, хто навчається) однакового чиним перевести у внутрішнє представлення, де кожному елементу ставиться непохідних у відповідність деяке мнемонічне та / або цифрове позначення, то в результаті об'єкт (графік) буде представлений ланцюжком (списком) елементів. Таким чином, можна звести графічний відповідь до відповіді типу СПИСОК. Але при цьому виникають деякі складнощі.

Графік - це двовимірне зображення, тому його не можна описати ланцюжком символів, використовуючи тільки операцію конкатенації. Наприклад, якщо обмежитися зазначеними на рис. 3.1. непохідних елементами, то уявлення образів, наведених на рис. 3.2, буде однакового.



Рисунок 3.2 – Приклади графіків

Шляхів вирішення виниклої проблеми два: ускладнити набір непохідних елементів або ввести додаткові операції, що вказують розташування кожного наступного елемента відносно попереднього, наприклад, "над попереднім", "ліворуч від попереднього" і т.д. Виберемо перший шлях, щоб зберегти подання опису образи у вигляді ланцюжка мнемонічних позначень, і доповнимо набір непохідних елементів (рис. 3.3). Таким чином, в Непохідні елементи додана синтаксична інформація, а опис образу не ускладнилося.

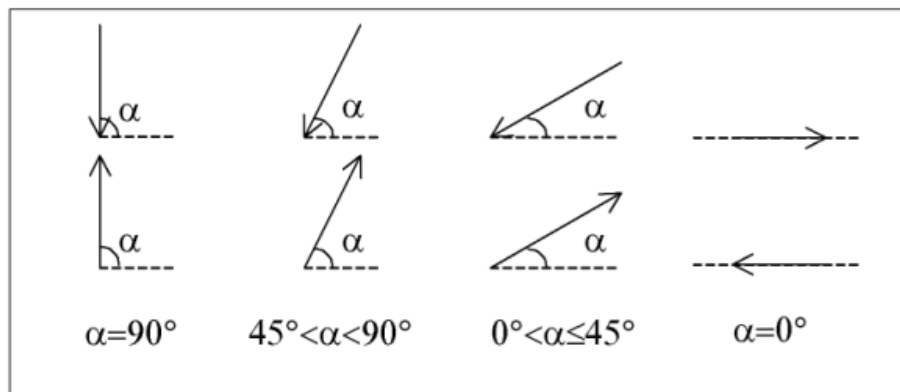


Рисунок 3.3 – Доповнене безліч непохідних елементів

Зведення графічної форми подання відповіді до списку дозволяє нам використовувати для якісного аналізу графіка запропонований Д-метод і отримувати диференційовані оцінки відповідей, кого навчають.

Незважаючи на надзвичайну простоту, майже примітивність подібного варіанту, коли представлено розклад, цей підхід дає якісно інший результат у порівнянні з вибором одного з кількох готових варіантів відповідей.

### Висновки до 3 розділу

У розділі були визначені вимоги, яким повинна відповідати підсистема контролю знань, та запропоновано шляхи вирішення завдання організації контролю знань.

Аналіз різних типів тестових питань і відповідей показав, що з практичної точки зору можна виділити наступні типи відповідей: безліч елементів (невпорядкована); список елементів (упорядкований); дворівневі схеми, в яких як елементів списку (безлічі) можуть виступати множини і списки; вираз



(арифметичне); фраза (текст); малюнок. Перші два варіанти відносяться до вибіркового типу відповідей, а за допомогою дворівневих схем можна формулювати питання на відповідність. Такий підхід суттєво розширює можливості розробника тестів з моделювання різних зв'язків між елементами відповіді і дозволяє використовувати для аналізу та оцінки відповідей методи, засновані на положеннях комбінаторного аналізу.

Також була проведена оцінка запропонованих методів аналізу відповідей, при використанні яких з'являються "частково правильні відповіді" з оцінкою, відмінною від нуля. Оцінка методів здійснювалася за допомогою програмного моделювання різних схем побудови відповіді для множин варіантів різних потужностей.

## 4 РОЗДІЛ

### РЕАЛІЗАЦІЯ РОЗПОДІЛЕНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ НАВЧАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ

З метою експериментальної перевірки застосовності запропонованих методів створення РАНС був розроблений макетний програмний комплекс, до складу якого входять:

- підсистема управління (монітор), яка організовує роботу системи в цілому;
- підсистема контролю знань;
- набір баз знань, що реалізують керування процесом навчання і контролем знань.

#### 4.1 Опис програмного комплексу

Програмний комплекс призначений для створення розподілених повнофункціональних навчальних систем по довільній предметній області.

##### 4.1.1 Функціональна структура програмного комплексу

Функціональна структура програмного комплексу наведена на рис. 4.1. У завдання монітора і системи контролю знань, крім зазначених на рис. 4.1., входить формування завдання для процесора бази знань (для зовнішнього керуючого модуля) і зчитування результатів його роботи з файлу обміну даними. СКЗ також організовує взаємодію зі студентом, оцінює його відповіді і записує результати в базу даних.

Основні особливості цього комплексу:

1. **Орієнтація на роботу в мережі.** Система забезпечує роботу в режимі "клієнт-сервер" в рамках ЛОМ та через Internet. Включає спеціалізований протокол обміну даними в рамках ЛОМ для підтримки розподілених обчислень.

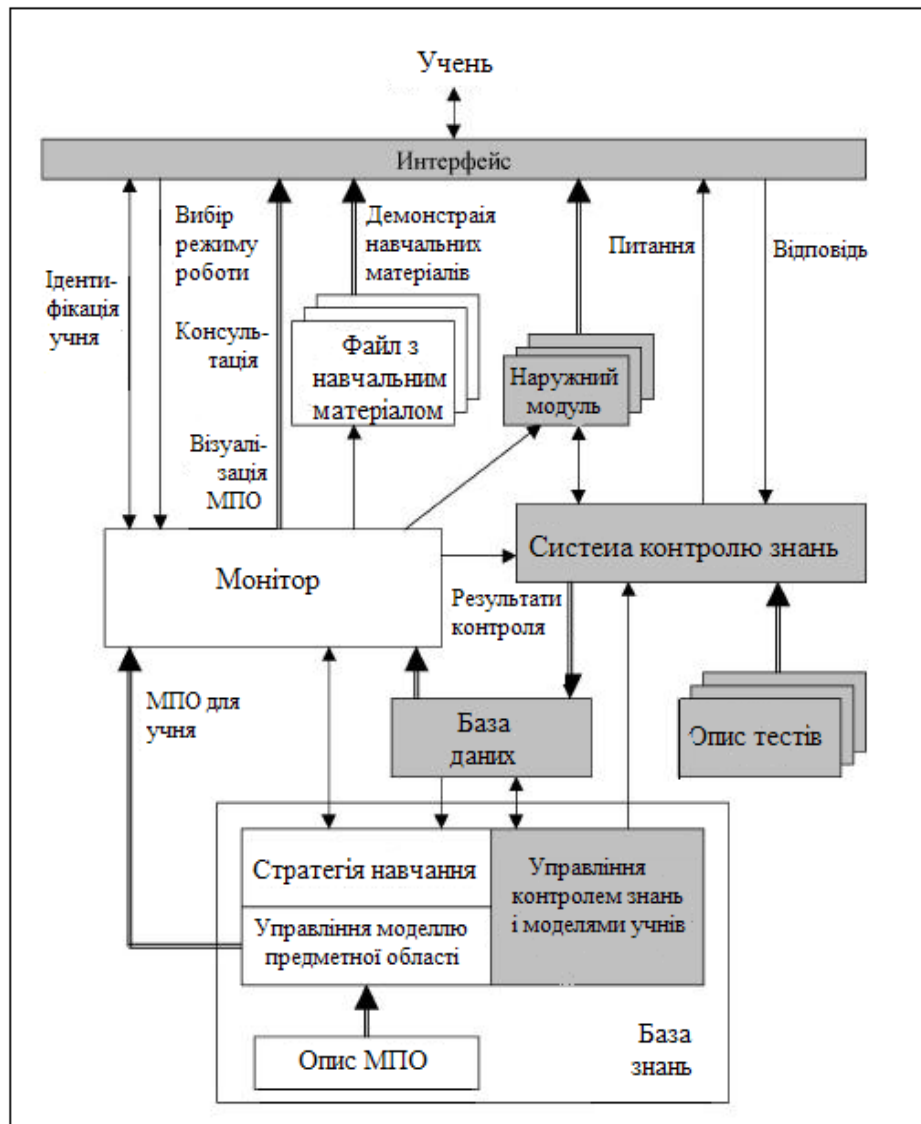


Рисунок 4.1 – Функціональна структура програмного комплексу

2. **Відкритість.** Принцип відкритості передбачає можливість налаштування системи на вимоги конкретного користувача. Тут можна виділити три аспекти.

- Зміна режимів і параметрів функціонування програмного забезпечення, що входить до складу ядра системи. Це реалізовано шляхом винесення параметрів у файл конфігурації;

- Можливість використання будь-яких навчальних матеріалів на машинних носіях і методів подачі цих матеріалів: електронний довідник (від перегляду текстових файлів до підключення гіпертексту), запуск демонстраційних програм і т.д.

- Організація зовнішнього управління процесом навчання. Це досягається шляхом винесення в зовнішні файли (у базу даних і в базу знань) правил організації управління навчанням і всіх можливих параметрів і характеристик, які можна виміряти в процесі роботи з о Буча. Набори правил можна модифікувати. Значення характеристик і параметрів доступно для зміни і для використання в правилах БЗ.

### 3. **Переносимість** на різні платформи на рівні вихідних текстів програм.

Переносимість забезпечується за рахунок того, що монітор і ядро системи контролю знань написані на мові C і адаптовані до використання під управлінням ОС DOS (не нижче 3.3), UNIX (точніше, Free BSD 4.4 і Linux) і WIN9x/NT.

Система контролю знань реалізована в двох варіантах: як додаток під ОС Windows (система TS) і як консольний додаток (Система IPDO).

#### 4.1.2 Структура розподіленого програмного комплексу

Розподіленість системи має два основні аспекти: наявність допоміжного програмного забезпечення (ДПЗ), яке виконує окремі внутрішні функції АНС, і робота в режимі віддаленого доступу.

Для обміну даними по мережі Internet потрібне додаткове програмне забезпечення, яке відповідає за створення HTML-сторінок та обмін інформацією з ядром PDO. При створенні СКЗ IPDO були розглянуті різні варіанти такого ПЗ, а саме:

1. Протокол Telnet, емулюють термінал користувача. Для цього потрібно мінімум додаткового програмного забезпечення (власне драйвер Telnet на машині клієнта), цей підхід володіє широкою функціональністю, але має небагаті виразні можливості.

2. Використання CGI-інтерфейса. При цьому на серверній машині необхідно наявність інтерпретатора мови Perl (версія 5.0 і вище) і сервера, що підтримує протокол CGI (наприклад, Sambar). На машині клієнта повинен бути встановлений браузер Internet Explorer 3.0 та вище (або будь-якого іншого, що підтримує протокол CGI). Основна перевага цього підходу - переносимість: написаний скрипт без яких би то не було змін працює на різних платформах і

дозволяє переглядати HTML-сторінки як за допомогою Internet Explorer, так і за допомогою Netscape Communicator. Недоліками такого рішення є скромні функціональні можливості (лінійна схема тестування та статична інформація) і обмежена кількість одночасно працюючих з них користувачів - не більше 50.

3. Использование Java-аплета. Цей підхід надає найбільш розвинені функціональні можливості аж до адаптивного тестування.

#### **4.1.3 Налаштування АНС**

Налаштування АНС відбувається шляхом заповнення системи предметними даними, створення моделі предметної області, зміни значень параметрів у файлах конфігурації. Система підтримує вбудовані та параметри користувача.

Для вбудованих параметрів визначені назви, алгоритми обробки і, в більшості випадків, безліч допустимих значень. Ці параметри можна розділити на групи за принципами їх обробки:

1. Параметри з певними значеннями.

Ці параметри можуть приймати значення з фіксованого списку значень, для кожного з яких передбачений свій алгоритм обробки. Наприклад, параметр СПОСІБ\_ВИДАЧІ для системи контролю знань зі значеннями ОДИН і ВСЕ.

Якщо такий параметр не заданий користувачем в явному вигляді, йому присвоюється певне значення за замовчуванням.

2. Параметри з певним алгоритмом.

Значення таких параметрів задаються користувачем довільно, і передбачений єдиний алгоритм обробки, що не залежить від значення. Наприклад, параметр PROCESS визначає команду рядок, яка буде запущена при порушенні синапсу.

3. Параметри з довільними значеннями.

Значення таких параметрів задають обмеження відповідних характеристик роботи системи. Наприклад, параметр TIMEOUT задає максимальний час відповіді на запитання.

Користувальницькі параметри визначаються викладачем при заповненні системи, для них задається ім'я і вираз для розрахунку значення. Вираз може бути

арифметичним або логічним, як операндів можуть виступати назви вбудованих і користувальницьких параметрів і імена функцій, визначених у системі.

Ці параметри описують довільні характеристики складових предметної області та моделі студента і призначені, зокрема, для використання в правилах бази знань.

## **4.2 Підсистема контролю знань**

Ядро СКЗ оформлено у вигляді бібліотеки функцій. На основі цієї бібліотеки реалізовані два варіанти СКЗ:

- система TS, для якої написаний віконний інтерфейс під ОС Windows на Builder C ++;
- система IPDO, яка є консольним додатком і призначена для віддаленого тестування, хто навчається в інтерактивному режимі з використанням мережі Internet.

### **4.2.1 Мова опису тестів**

#### **4.2.2.1 Вимоги, що пред'являються до мови опису тестів**

Основні властивості, якими повинен володіти мова опису контрольних завдань, наступні:

- простота опису тесту;
- облік максимально великої кількості можливих варіантів відповідей і питань;
- переносимість створюваних тестів на різні платформи (на рівні їхніх текстів);
- можливість підключення і використання зовнішніх модулів (для демонстрації питань, отримання відповідей і для визначення правильності отриманих відповідей).

#### **4.2.1.2 Формат мови опису тестів**

Для того щоб відокремити опис тесту від його алгоритмічної реалізації і зробити його стерпним, мова повинна бути декларативним.

Будь-яка система контролю знань включає в себе безліч пропонованих питань, правильні відповіді на них та правила визначення коректності відповідей, отриманих під час опитування. Тому опис тесту складається з наступних частин:

1. Опис питань.
2. Опис еталонів, методів і оцінок відповідей, що навчаються.
3. Опис правил формування тіста зі списку контрольних завдань і методів оцінки тесту в цілому.

#### **4.2.2 Контроль знань у режимі віддаленого доступу**

Послідовність проведення контролю знань в режимі віддаленого доступу визначається використанням програмним забезпеченням. Система TS дозволяє проводити тестування в рамках ЛВС, при цьому її можливості повністю аналогічні можливостям локального режиму. Для системи IPDO було розглянуто три варіанти організації віддаленого тестування: застосування Telnet, CGI і Java.

Telnet мають на увазі емуляцію терміналу, тому питання та відповіді можуть бути лише текстові та числові. Цей підхід дозволяє використовувати бази знань для організації тестування з будь-якої схеми, в тому числі, інтерактивної (порогова та адаптивна схеми).

CGI-скрипт має більш широкі можливості представлення питань (текст і графічне зображення формату GIF) та надання відповідей. Для введення відповідей у вигляді формул і графіків були створені Internet-аналоги графічного редактора і редактора формул. Але формування HTML- сторінки при такому підході відбувається один раз, після чого вона відправляється, кого навчають. Тому з його допомогою можливо тестування тільки з лінійної схемою.

Java-аплет, який реалізує ще один варіант інтерфейсу до СКЗ, дозволяє системі не тільки проводити віддалене тестування з будь-якої схеми (у тому числі, інтерактивної), але має також можливості для віддаленого адміністрування користувачів і використання вищезгаданих Internet-додатків.

#### **4.3 Експерименти із застосування підсистеми контролю знань**

Була проведена серія експериментів з тестування студентів за двома технічних дисциплін, істотно розрізняються за типами відповідей:

- "Електричні машини" (характеризуються великою кількістю графіків і формул);

- "Бази даних" (включають велику кількість термінів).

У ній взяли участь: студенти IV-го курсу кафедри "Обчислювальні системи та мережі" та студенти IV-го курсу кафедри "Управління та інформатика в технічних системах".

Специфіка досліджуваної предметної області така, що проведення експериментів з метою визначення деяких кількісних характеристик, наприклад, кількісне порівняння результатів автоматичного контролю та усного заліку, надзвичайно ускладнене. Ці результати залежать не тільки від методів оцінки відповідей студентів, але і від якості самих тестів. Тому мета була сформульована інакше: визначити якісні зміни, що виникають при застосуванні СКЗ.

Результати експериментів наведено в табл. 4.1 - 4.3. Тест вважався пройденим при отриманні оцінки "добре" (4 бали).

Таблиця 4.1 – Порівняння результатів тестування та усного заліку

Характеристики	Основна група	Контрольна група
Кількість студентів	58	49
Середня кількість спроб здати тест	2.4	—
Середня кількість спроб здати залік	12	1.8



Таблиця 4.2 – Кореляція результатів тесту та усного заліку

№ п/п	Спроби здати і отримані оцінки					Усний залік	Різниця останніх оцінок
	Тест						
	1	2	3	4	5		
1	2.7	3.2	3.4	4.8	—	4	-0,8
2	4.6	—	—	—	—	5	0,4
3	4.0	—	—	—	—	5	1,0
4	3.9	4.0	—	—	—	5	1,0
5	4.6	—	—	—	—	5	0,4
6	3.5	4.0	—	—	—	4	0
7	3.5	4.7	—	—	—	5	0,3
8	3.1	2.7	3.1	3.6	—	3	-0,6
9	4.0	4.2	—	—	—	5	0,8
10	3.5	3.3	4.3	—	—	5	0,7
11	3.9	4.0	—	—	—	5	1,0
12	3.7	3.9	4.1	—	—	5	0,9
13	3.9	4.0	—	—	—	5	1,0
14	2.9	4.1	—	—	—	5	0,9
15	3.9	4.8	—	—	—	5	0,2
16	2.8	2.9	3.3	3.5	4.2	4	-0,2
17	3.1	2.9	3.5	4.4	—	5	0,6
18	3.9	4.5	—	—	—	5	0,5
19	4.1	—	—	—	—	3	-1,1
20	3.9	4.3	—	—	—	5	0,7
21	3.6	3.8	4.2	—	—	5	0,8
22	3.4	3.8	—	—	—	4	0,2
23	3.9	4.1	—	—	—	5	0,9
24	4.4	—	—	—	—	5	0,6
25	3.6	4.0	4.1	—	—	5	0,9
26	4.2	—	—	—	—	4	-0,2
27	3.0	3.6	3.8	4.8	—	4	-0,8
28	4.0	4.4	—	—	—	5	0,6
29	3.4	3.9	4.2	—	—	5	0,8
30	4.3	—	—	—	—	5	0,7
31	3.6	3.7	4.5	—	—	5	0,5

Таблиця 4.2 – Кореляція результатів тесту та усного заліку (продовження)

№ п/п	Спроби здати і отримані оцінки					Усний залік	Різниця останніх оцінок
	Тест						
	1	2	3	4	5		
32	3.9	4.2	—	—	—	4	-0,2
33	3.1	2.9	3.7	4.0	—	3	-1,0
34	3.8	4.0	—	—	—	4	0
35	3.6	3.9	4.4	—	—	5	0,6
36	4.6	5.0	—	—	—	5	0
37	4.0		—	—	—	5	1,0
38	4.0	4.4	—	—	—	5	0,6
39	4.2	—	—	—	—	5	0,8
40	3.0	2.7	2.6	3.3	4.1	5	0,9
41	3.8	4.8	—	—	—	5	0,2
42	2.8	2.7	3.3	3.7	3.8	3	-0,8
43	3.3	3.2	3.5	4.0	—	4	0
44	3.2	2.9	3.9	4.3	—	4	-0,3
45	4.3	—	—	—	—	5	0,7
46	3.8	4.0	4.2	—	—	4	-0,2
47	3.8	5.0	—	—	—	5	0
48	3.6	4.1	3.9	4.6	4.8	5	0,2
49	3.9		—	—	—	3	-0,9
50	3.9	4.0	—	—	—	4	0
51	3.7	4.1	—	—	—	5	0,9
52	4.8	—	—	—	—	5	0,2
53	3.3	3.1	3.8	4.3	—	5	0,7
54	3.6	3.3	3.4	3.5	3.6	3	-0,6
55	2.6	2.2	2.9	3.8	3.8	3	-0,8
56	3.7	4.0	4.8	—	—	4	-0,8
57	3.6	3.1	4.0	4.2	4.6	5	0,4
58	2.9	2.5	3.9	4.2	—	4	-0,2
Кореляція результатів (у балах)							0.08

Кореляція результатів розраховувалася як середнє квадратичне відхилення оцінок, отриманих студентами за тест і на заліку.

Таблиця 4.3 – Розподіл типів питань в тестах

Типи відповідей		Тести			
		ЕМ	ЕМП	БД	МД
Вільно-конструюються відповіді	Текст	2	3	13	6
	Вирази	2	9	1	1
	Графіки	3	1	0	0
	Формула	5	5	0	0
	Список термінів	0	0	1	1
	Множена термінів	1	0	4	4
<b>Разом:</b>		<b>13</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>12</b>
Дворівневі схеми	Список множин	0	0	1	1
	Множина списків	0	0	3	3
<b>Разом:</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
Вибіркові відповіді	Множина, 1 з N	7	9	5	2
	Множина, k из N	3	5	4	6
	СПИСОК	2	0	5	3
<b>Разом:</b>		<b>13</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>11</b>

У табл. 4.3 використовуються наступні скорочення:

ЕМ - електричні машини; Ему - електромеханічні пристрої; БД-бази даних; МД - моделі даних.

Результати експериментів підтверджують істотне скорочення часу, що витрачається викладачем на проведення контрольних заходів. Усний залік, проведений після тестування, показав високий ступінь кореляції результатів обох форм перевірки знань.

Аналіз використовуваних у тестах типів відповідей показав, що укладачі тестів віддають перевагу розширеним типами відповідей (дворівневі схеми й вільно-конструюються відповіді: текст, графіки, формули, арифметичні вирази).

#### **Висновки до 4 розділу**

У четвертому розділі описана реалізація повнофункціональної РАНС, заснованої на принципі відкритої архітектури. Визначено вимоги до програмного комплексу і його структура.

Основні особливості розробленого комплексу:

1. **Орієнтація на роботу в мережі.** Система забезпечує роботу в режимі "клієнт-сервер" по ЛОМ і через Internet з використанням різних технологій. Вона включає спеціалізований протокол обміну даними для підтримки розподілених обчислень. Цей протокол дозволяє визначити працездатність вузлів мережі і допоміжного програмного забезпечення і виконує реконфігурацію системи у випадку виникнення збоїв.

2. **Відкритість,** що включає в себе:

- Зміна режимів і параметрів функціонування програмного забезпечення, що входить до складу ядра системи, за допомогою налаштування параметрів у файлах конфігурації.

- Можливість використання різних навчальних матеріалів на машинних носіях і методів подачі цих матеріалів.

- Організація зовнішнього управління процесом навчання. Це досягається шляхом винесення в зовнішні файли (у базу даних і в базу знань) правил організації управління навчанням і всіх можливих параметрів і характеристик, які можна виміряти в процесі роботи зі студентом.

3. **Переносимість на різні платформи** на рівні вихідних текстів програм.

Для системи розроблений декларативний мова опису тестів, що дозволяє зберігати опис тестів у зовнішніх по відношенню до системи файлах, що робить тест незалежним від програмного забезпечення.

На основі спроектованої мови опису тестів і розроблених диференційованих методів створена система контролю знань, в якій реалізовані розглянуті раніше форми подання відповідей.

Відкритість архітектури СКЗ також забезпечується можливістю підключення зовнішніх модулів для виконання наступних функцій:

- Реалізації тих форм відповідей, які не включені в систему;
- Отримання оцінок відповідей;
- Управління формуванням тіста;
- Управління проведенням тестування.

У рамках СКЗ створені бази знань, що реалізують:

- формування тесту на основі параметрів питань для різних схем тестування;
- проведення тестування у відповідність з лінійною, пороговою і адаптивною схемами.

Система контролю знань реалізована в двох варіантах: як додаток під ОС Windows (система TS) і як консольний додаток (система IPDO).

З використанням системи IPDO в режимі віддаленого доступу через Internet проведено тестування студентів. Результати експериментів підтверджують скорочення часу, що витрачається викладачем на проведення контрольних заходів.

Аналіз використовуваних у тестах типів відповідей показав, що укладачі тестів віддають перевагу розширеним типами відповідей.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

До основних результатів роботи можна віднести наступні:

1. Проведено аналіз існуючих автоматизованих навчальних систем. Запропоновано метод багатовимірної класифікації АНС, використання якого дозволяє проводити порівняльний аналіз навчальних систем. Показано необхідність орієнтації АНС на дослідження мережевих технологій для створення розподілених систем (РАНС), що забезпечують віддалений доступ до системи і об'єднання мережевих ресурсів для вирішення завдань, що стоять перед системою.

2. Запропоновано спосіб побудови повнофункціональних РАНС з відкритою архітектурою, застосування якого забезпечує:

- Використання обчислювальних ресурсів мережі для виконання функцій навчальної системи;

- Здійснення адаптивного управління процесом навчання на основі знань про предметну область і про пояснювати;

- Використання в навчальних системах довільних методик викладання і контролю знань.

3. Сформульовані і розв'язані наступні завдання, що виникають при створення РАНС:

- Організація розподілених обчислень і підвищення надійності функціонування системи шляхом її динамічною реконфігурації;

- Організація зовнішнього управління взаємодією з студентом шляхом винесення правил управління у зовнішній модуль для забезпечення можливості алгоритмічної налаштування системи без необхідності програмування;

- Підтримка користувацьких параметрів для організації параметричної настройки системи.

4. Розроблена підсистема контролю знань, що забезпечує більш повні можливості представлення й аналізу відповідей студентів і включає:

- Засоби підтримки віддаленого доступу для тестування в рамках ЛОМ та через Internet;

- Бази знань, керуючі формуванням тіста на основі набору контрольних завдань і проведенням тестування за різними методиками;
- Методи порівняння множин і списків.

Одержано розрахункові та емпіричні оцінки ймовірності випадкового введення правильної відповіді або отримання позитивної оцінки для різних форм вибіркового відповідей, що дозволило сформулювати рекомендації щодо складання контрольних завдань.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Bloom B.S. The sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring // Education Researcher, № 13, 2005. – p. 3.
2. Zaitseva L., John D. Zakis. Course Development for Tutoring and Training Systems in Engineering Education/Global J. of Engng. Educ, 2007, vol. 1, № 3. Printed in Australia.
3. Аванесов В.С. Научные проблемы тестового контроля знаний / Монография. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2005. – 135 с.
4. Аджемов А.С. Единое образовательное пространство на основе инфотелекоммуникационных технологий // Сети и системы связи, 2007, №11. – с. 20-23.
5. Андерсон Дж. Р., Рейзер Б. Дж. Учитель Лиспа. / В сб. "Реальность и прогнозы искусственного интеллекта" под ред. Стефанюка В.Л. / Пер. с англ. – М.: Мир, 1997. – С. 27-47.
6. Афанасьев В.В., Афанасьева И.В., Тыщенко О.Б. Основные компоненты компьютерных технологий обучения // НИИВО 23.04.98, № 86-98, деп. Муром, ин-т, фил. Владим. гос. Ун-та. – Муром: 2005.
7. Баринаева С.Н. Автоматизированные учебные курсы и их влияние на качество процесса обучения / Материалы конференции "Информационные технологии в образовании", 2006.
8. Береза А. М. Основи створення інформаційних систем: Навчальний посібник. – К.: КНЕУ, 1998. – 140 с.
9. Беркгаут В.В., Чардин И.С. Интернет: первые шаги. – М.: Наука, 2005. – с. 66-69.
10. Беспалько В.П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения. – М.: 2005. – с. 127-133.
11. Брусиловский П.Л. Адаптивные обучающие системы в Word Wide Web: обзор имеющихся в распоряжении технологий. – Информационный ресурс – <http://ifets.ieee.org/mssian/depositorvAVWWITS.html>



12. Валеева Н. Дополнительное образование студентов // Высшее образование в России, № 3, 2006. – с. 27-29.
13. Васин Б.И., Галаев Д.А., Лаптев В.С. Инструментальные программные средства для организации дистанционного обучения, учитывающие требования международных стандартов / Конференция RELARN-2007.
14. Воронин А.Т., Чернышев Ю.А. Интеллектуальная инструментальная система для WINDOWS // Материалы Международной конференции-выставки "Информационные технологии в непрерывном образовании". – Петрозаводск, 2005 г.
15. Гиркин КВ. Новые подходы к организации учебного процесса с использованием современных компьютерных технологий // Информационные технологии, 2006, № 6. – с. 44-47.
16. Джалиашвили З.О., Николаев Д.Г. Сетевые технологии как эффективное средство поддержки дистанционного обучения // Материалы конференции "Информационные технологии в образовании", 2008.
17. Емеличев В.А., Мельников О.И. Сарванов В.И., Тышкевич Р.И. Лекции по теории графов – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. – 384 с.
18. Журавлева И.И. Интеллектуальные обучающие системы и дистанционном образовании // Материалы конференции "Информационные технологии в образовании", 2007.
19. Использование сети ISDN в системе дистанционного образования // НПЦ Инфосфера.
20. Камер Дуглас Э. Компьютерные сети и Internet. Разработка приложений для Internet: Пер. с англ. – М.: Изд. дом "Вильямс", 2007. – 640 с.
21. Карташева О.В. Использование адаптивной системы тестирования АСТ-Тест для контроля знаний при дистанционном изучении темы "Базы данных // Материалы конференции "Информационные технологии в образовании", 2007.
22. Колесников А.О. Реализация авторской системы в сетевой среде.
23. Коутс Р., Влейминк И. Интерфейс "человек-компьютер": Пер. с англ. – М.:

- Мир, 2005. – 501 с.
- 24.Кривошеев А.О., Голомидов Г.С, Таран АЛ Перспективные Internet-технологии информационного обеспечения образовательных услуг // Российский НИИ информационных систем, 2006.
- 25.Кручинин В.В., Ямпольский С.З. Инструментальные системы для создания электронных учебников, практикумов, экзаменаторов // Материалы конференции "Новые информац. технологии в университетском образовании" – Новосибирск: 2006.
- 26.Логический подход к искусственному интеллекту: от классической логики к логическому программированию / Пер. с франц. – М.: Мир, 1999. – 432 с.
- 27.Малышев Ю.А., Нежурина М.И., Шатровский В.А. Технологии представления учебных курсов для дистанционной формы обучения в среде WWW // Информационные технологии, 2007, № 6. – с. 39-42.
- 28.Марселлус Д. Программирование экспертных систем на Турбо Прологе: Пер. с англ. / Предисл. СВ. Трубицына. – М.: Финансы и статистика, 1994. – 256 с.
- 29.Мартынов Д.В., Смольникова И.А. Искусственный интеллект и образование // Тезисы научно-мет. конференции "Информационные технологии в образовании", Москва, 2006.
- 30.Мартьянов СВ., Недоумов А.Н., Щербаков Н.В. HYPER-PC и HM-CARD - инструменты для создания обучающих и hypermedia систем./В кн. "Компьютерные технологии в высшем образовании" / Ред. кол.: А.Н. Тихонов, В.А. Садовничий и др. – М.: Изд-во Моск. ун-та., 2006, с. 32-41.
- 31.Материалы 2-й Международной выставки-конференции "Информационные технологии и телекоммуникации в образовании"//Каталог и тезисы докладов // Москва, ВВЦ, 6-9 апреля 2008 г.
- 32.Материалы конференции "Новые информационные технологии в университетском образовании" - Новосибирск: 2003.
- 33.Микрокомпьютерная система обучения "Наставник": Брусенцов и др. – М.: Наука, 1998. – 224 с.

34. Нетушил А.В., Никитин А.В. О методе синтеза учебных программ // Проблемы нейрокибернетики. - Ростов-на-Дону: Из-во Ростов, ун-та, 1989. – с. 236-243.
35. Обучающие машины, системы и комплексы: Справочник / Под ред. А.Я. Савельева. – Киев: Вища шк., 1996. – 303 с.
36. Поспелов Д.А. Семиотические модели в управлении / В кн. "Кибернетика. Дела практические". – М.: Наука, 1984. – с. 70-87.
37. Применение ЭВМ в учебном процессе/Сборник докладов научно-технич. семинара под ред. А.И. Берга. – М.: Сов. радио, 1999. – 248 с.
38. Приобретение знаний: Пер. с япон / Под ред. С. Осуги, Ю. Саэки. – М.: Мир, 1990. – 304 с.
39. Проблемы создания автоматизированных обучающих и тестирующих систем: Сборник науч. Трудов / Редколл. Иванченко А.И. и др. – Новочеркасск, 2007. – 199 с.
40. Растрингин Л.А. Вычислительные машины, системы, сети. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1982. – 224 с.
41. Растрингин Л.А., Эренштейн М.Х. Адаптивное обучение с моделью обучаемого. – Рига: Зинатне, 2005. – 160 с.
42. Рубин Ю.Б., Самойлов В.А., Шевченко К.К. Технологические системы в открытом образовании // Материалы конференции "Информационные технологии в образовании", 2007.
43. Савельев А.Я. Автоматизированные обучающие системы на базе ЭВМ / вып. 1./ М.: Знание, 2006. – 36 с.
44. Савельев А.Я., Новиков В.А., Лобанов Ю.И. Подготовка информации для автоматизированных обучающих систем: Метод, пособие для преподавателей и студентов / Под ред. А.Я. Савельева. – М.: Высшая школа, 2004. – 176 с.
45. Ситник В.Ф. та ін. Основи інформаційних систем: Навч. Посібник – 2-е вид., перероб. і доп. – К.: КНЕУ, 2001. – 420 с.
46. Сливина Н.А., Чубров Е.В. Приобретение знаний по математике с

использованием учебных и научных пакетов/В кн. "Компьютерные технологии в высшем образовании"/Ред. кол.: А.Н. Тихонов, В.А. Садовничий и др. – М.: Изд-во Моск. ун-та., 1994.

47. Соловов А.В. Проектирование компьютерных систем учебного назначения: Учебное пособие. – Самара: СГАУ, 2005. – 137 с.
48. Тезисы докладов Международной конференции-выставки "Информационные технологии в непрерывном образовании" – Петрозаводск: 2005 г.
49. Фук. Последовательные методы в распознавании образов и обучении машин: Пер. с англ. / М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1981. – 256 с.
50. Шмелев А.Г., Бельцер А.И., Ларионов А.Г., Серебряков А.Г. Адаптивное тестирование знаний в системе "ТЕЛЕТЕСТИНГ">// IX конференция-выставка "Информационные технологии в образовании", 2006.