

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

ННК “Інститут прикладного системного аналізу”  
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра Системного проектування  
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ А.І.Петренко  
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2015 р.

**Дипломна робота**

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
(першого (бакалаврського), другого (магістерського))

зі спеціальності 7.050102, 8.050102 Інформаційні технології проектування  
(код та назва спеціальності)

на тему: Дослідження адаптивних технологій контролю знань

Виконав (-ла): студент (-ка) 4 курсу, групи ДА-11  
(шифр групи)

\_\_\_\_\_ Науменко Тетяна Олександрівна \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник \_\_\_\_\_ доцент, к.т.н. Кисельов Г. Д. \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант Охорона праці доцент, к.б.н. Гусев А. М. \_\_\_\_\_  
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_ професор, д.т.н. Бідюк П. І. \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ ст.. викладач Бритов О.А. \_\_\_\_\_  
(підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає  
запозичень з праць інших авторів без  
відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2015 року

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»**

Факультет (інститут) ННК “Інститут прикладного системного аналізу”  
(повна назва)

Кафедра Системного проектування  
(повна назва)

Рівень вищої освіти Перший (Бакалаврський)

Спеціальність 7.050102, 8.050102 Інформаційні технології проектування  
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ А.І.Петренко  
(підпис) (ініціали, прізвище)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на дипломний проект (роботу) студенту**

Науменко Тетяні Олександрівні  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) ) Дослідження адаптивних технологій контролю знань

керівник проекту (роботи) ) Кисельов Геннадій Дмитрович, к.т.н., доцент,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « 02 » квітня 2015 р. № 30/1-ст

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 08.06.2015

3. Вихідні дані до проекту (роботи) \_\_\_\_\_

Адаптивні технології контролю знань: IRT(Item Response Theory); проектування комп'ютерних систем для освітньої сфери на основі методів програмної інженерії автоматизованої системи контролю знань для забезпечення оперативного зв'язку і коректування навчального процесу; технології поточного та підсумкового КЗ на основі методів експертних систем; машинне оцінювання знань в системі управління ДН; управління КЗ як складовою частиною процесу оптимізації управління ВНЗ; Методи генерації тестових питань: параметризовані тести, семантичні мережі, понятійно-тезисна модель (ПТМ), модифікація ПТМ (ключові слова), модифікація ПТМ (система семантичних класів).  
Варіанти адаптивного тестування: пірамідальне, Flexilevel-контроль, Stradaptive.

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

1. Проаналізувати адаптивні технології контролю знань.
2. Дослідити онтологічні моделі уявлення знань з різних предметних галузей
3. Розробити метод генерації тестових питань по онтології
4. Розробити новий спосіб генерації адаптивного тестування

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів тощо)

1. Модель адаптивного контролю знань та її модифікація – плакат.
2. Інформаційно-структурна модель студента – плакат.
3. Інформаційно-структурна модель студента – плакат.
4. Алгоритм адаптивного контролю знань та схема модифікованого КАТ – плакат.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Гусєв А.М., доцент		
Основна частина	Кисельов Г.Д., доцент		

7. Дата видачі завдання 01.02.2015

#### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Отримання завдання	01.02.2015	
2	Збір інформації	15.02.2015	
3	Аналіз існуючих технологій АКЗ	28.02.2015	
4	Створення моделі викладача	10.03.2015	
5	Дослідження поняття онтології, як методу формування бази знань	15.03.2015	
6	Аналіз існуючих методів генерації тестових питань та завдань	25.03.2015	
7	Розробка методу генерації тестових питань по онтології	25.04.2015	
8	Дослідження існуючих варіантів АТ	30.04.2015	
9	Розробка модифікованого КАТ	31.05.2015	
10	Оформлення дипломної роботи	08.06.2015	
11	Отримання допуску до захисту та подача роботи в ДЕК	16.06.2015	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Т.О. Науменко  
(ініціали, прізвище)

Керівник проекту (роботи)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Г.Д. Кисельов  
(ініціали, прізвище)

## АНОТАЦІЯ

Бакалаврської дипломної роботи Науменко Тетяни Олександрівни  
на тему: "Дослідження адаптивних технологій контролю знань"

Дипломна робота присвячена дослідженню адаптивних технологій контролю знань, аналізу вже існуючих технологій та внесення пропозицій щодо створення нової та запровадження її реалізації в системах дистанційного навчання. Актуальність теми зумовлена тим, що в останні роки в Україні підвищена увага приділяється методикам дистанційного навчання, важливою складовою яких є контроль знань. Ретельне вивчення принципів, логіки, технологій, ефективності, валідності й адаптивності контролю знань є актуальною і важливою проблемою, яка потребує вирішення.

Цілю дипломної роботи є вивчити адаптивні технології контролю знань і запропонувати практичні реалізації, придатні для застосування в існуючих системах ДН, вказати чим вони краще існуючих.

В роботі проведено аналіз адаптивних технологій, варіантів адаптивного тестування, способів представлення бази знань та методів генерації тестових питань.

В ході виконання дипломної роботи було запропоновано використання онтологій для представлення бази знань та метод генерації питань по онтології.

В результаті роботи було реалізовано модифікований варіант комп'ютерного адаптивного тестування знань студентів.

Загальний обсяг роботи – 101 сторінка, 22 рисунки, 6 таблиць, 39 бібліографічних найменувань.

Ключові слова: контроль знань, онтологія, модель студента, модель викладача, комп'ютерне адаптивне тестування, генерація питань, адаптація.

# АННОТАЦИЯ

Бакалаврской дипломной работы Науменко Татьяны Александровны  
на тему: "Исследование адаптивных технологий контроля знаний"

Дипломная работа посвящена исследованию адаптивных технологий контроля знаний, анализа уже существующих технологий и внесения предложений по созданию новой и внедрение ее реализации в системах дистанционного обучения. Актуальность темы обусловлена тем, что в последние годы в Украине особое внимание уделяется методикам дистанционного обучения, важной составляющей которых является контроль знаний. Тщательное изучение принципов, логики, технологий, эффективности, валидности и адаптивности контроля знаний является актуальной и важной проблемой, требующей решения.

Целью работы является изучить адаптивные технологии контроля знаний и предложить практические реализации, пригодные для применения в существующих системах ДО, указать чем они лучше существующих.

В работе проведен анализ адаптивных технологий, вариантов адаптивного тестирования, способов представления базы знаний и методов генерации тестовых вопросов.

В ходе выполнения дипломной работы было предложено использование онтологий для представления базы знаний и метод генерации вопросов по онтологии.

В результате работы было реализовано модифицированный вариант компьютерного адаптивного тестирования знаний студентов.

Общий объем работы - 101 страница, 22 рисунка, 6 таблиц, 39 библиографических наименований.

Ключевые слова: контроль знаний, онтология, модель студента, модель преподавателя, компьютерное адаптивное тестирование, генерация вопросов, адаптация.

# ANNOTATION

For the bachelor's degree work of Naumenko Tetiana Oleksandrivna  
on " Study of adaptive control technology knowledge "

This work is devoted to research adaptive control technology knowledge, analysis of existing technologies and making proposal on the creation and implementation of new systems implementation of distance learning. Relevance of the topic due to the fact that in recent years in Ukraine increased emphasis on methods of distance learning, an important component of which is the control of knowledge. Careful study of the principles of logic, technology, performance, validity and adaptability of the control of knowledge is an urgent and important problem that needs solving.

Aim of the thesis is to explore adaptive control technology knowledge and propose practical implementation suitable for use in existing systems DL, indicate what they are best ones.

The analyze of adaptive technology, adaptive testing options, ways of presenting knowledge base and methods for generating test questions.

In the course of this work were asked to use ontologies to represent knowledge base and method for generation of ontology.

As a result, work was implemented a modified version of computer adaptive testing of student`s knowledge.

The total amount of work - 101 pages, 22 figures, 6 tables, 39 bibliographic titles.

Key words: knowledge control, ontology, model student, model teacher, computer adaptive testing, the generation of adaptation.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	9
ВСТУП .....	10
<b>1 АДАПТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ .....</b>	<b>12</b>
1.1 Еволюція контролю знань.....	12
1.2 Аспекти комп'ютерного контролю знань .....	13
1.3 Класифікація методів проведення контролю знань .....	15
1.4 Модель адаптивного контролю знань .....	19
1.5 Моделі студента та викладача .....	23
1.6 Адаптивне тестування .....	32
1.7 Висновки до розділу 1 .....	34
<b>2 ДОСЛІДЖЕННЯ ОНТОЛОГІЧНИХ МОДЕЛЕЙ УЯВЛЕННЯ ЗНАНЬ З РІЗНИХ ПРЕДМЕТНИХ ГАЛУЗЕЙ .....</b>	<b>35</b>
2.1 Поняття «онтологія».....	35
2.2 Елементи онтологій .....	36
2.3 Спеціалізовані й загальні онтології .....	37
2.4 Онтологія як спосіб представлення знань.....	38
2.5 Онтологія навчальних курсів та структуризація навчального матеріалу..	42
2.5.1 Теоретичні та прикладні аспекти застосування онтологій .....	42
2.5.2 Огляд предметних областей розробки та використання онтологій .....	45
2.5.3 Проектування і керування процесом контролю знань на основі онтології предметної області .....	47
2.5.4 Принципи розробки і підходи до створення систем контролю знань з використанням онтологій .....	51
2.5.5 Елементний базис і передумови формування бази знань .....	53
2.6 Висновки до розділу 2 .....	56
<b>3 ГЕНЕРАЦІЯ ТЕСТОВИХ ПИТАНЬ ПО ОНТОЛОГІЇ ТА ГЕНЕРАЦІЯ ТЕСТУВАННЯ .....</b>	<b>57</b>
3.1 Теоретичні відомості .....	57
3.1.1 Типи тестових питань .....	58
3.1.2 Методи генерації текстових завдань .....	61
3.2 Аналіз останніх досліджень і публікацій .....	63
3.2.1 Параметризовані тести.....	64
3.2.2 Семантичні мережі .....	66

3.2.3 Генерація тестових завдань на основі понятійно-тезисної моделі .....	67
3.2.4 Формування тестових завдань на основі модифікації понятійно-тезисної моделі за допомогою ключових слів.....	68
3.2.5 Формування тестових завдань на основі модифікації понятійно-тезисної моделі з системою семантичних класів .....	69
3.3 Метод генерації тестових завдань на основі онтології.....	70
3.4 Генерація тестування.....	75
3.5 Використання у системі дистанційного навчання Moodle.....	78
3.6 Висновки до розділу 3 .....	83
<b>4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....</b>	<b>85</b>
4.1 Вступ .....	85
4.2. Аналіз умов праці .....	86
4.3 Захист від виробничого шуму та вібрації .....	88
4.4 Освітлення .....	90
4.5 Мікроклімат.....	91
4.6 Електробезпека .....	92
4.7 Пожежна безпека .....	93
4.8 Інструкція з охорони праці, техніки безпеки при роботі на комп'ютерах	94
4.8.1 Вимоги безпеки перед початком роботи .....	94
4.8.2 Вимоги безпеки під час виконання роботи .....	94
4.8.3 Вимоги безпеки при закінченні роботи на ПК.....	95
4.8.4 Вимоги безпеки при аварійних ситуаціях .....	95
4.9 Висновки до розділу 4.....	96
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>97</b>
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....</b>	<b>98</b>



## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

КЗ	контроль знань
ЕС	експертна система
АСНКЗ	автоматизована система навчання і контролю знань
КНС	комп'ютерна навчальна система
АС	автоматизована система
ООП	об'єктно-орієнтоване програмування
ПТМ	понятійно-тезисна модель
БЗ	база знань
БД	база даних
КАТ	комп'ютерне адаптивне тестування
СДН	система дистанційного навчання
МП	модульне проектування
СП	системне проектування

## ВСТУП

Останнім часом в усьому світі в системах освіти відбулися істотні структурні зміни, зумовлені розвитком Інтернет та його зростаючим впливом на всі сторони діяльності суспільства. Основну роль в удосконаленні системи освіти, без сумніву, мають нові інформаційні технології і, в першу чергу, дистанційні засоби навчання. На сьогодні у світі накопичено значний досвід реалізації систем дистанційного навчання.

Але системи дистанційного навчання ще не знайшли достатнього поширення в Україні. Тому в останні роки підвищена увага приділяється методикам дистанційного навчання, важливою складовою яких є контроль знань. Комп'ютерні системи контролю знань достатньо ефективні і дозволяють не тільки забезпечити державну перевірку якості знань, але й забезпечити основу самовдосконалення. Тому ретельне вивчення принципів, логіки, технологій, ефективності, валідності й адаптивності контролю знань є актуальною і важливою проблемою, яка потребує вирішення.

Все більше уваги приділяється контролю знань за допомогою тестування. В сучасних навчальних системах тест повинен бути індивідуалізований. Кожен викладач розуміє, що добре підготовленому студенту немає необхідності давати легкі завдання, оскільки такі матеріали не володіють помітним потенціалом розвитку. Аналогічно, через високу імовірність неправильного рішення нема рації давати важкі завдання слабкому студенту, оскільки це сприяє зниженню навчальної мотивації. Виходом з цієї ситуації може стати адаптивне тестування – такий підхід до комп'ютерного тестування, який фактично дозволяє привнести в стандартні групові тести елементи індивідуалізації, врахування індивідуальних особливостей даного випробуваного в процесі тестування.

Проблеми автоматизації процесу тестування і обробки його результатів достатньо повно досліджені в літературі. Однак, недостатній розвиток

технологій генерації завдань істотно гальмує розвиток цього напрямку. Питання формування самого банку завдань у більшості випадків залишається виключно прерогативою викладача, який працює без використання інтелектуальних засобів автоматизації даного процесу. Одним з перспективних підходів до підвищення ефективності інформації є підхід заснований на побудові онтологій предметної галузі.

Для вдосконалення адаптивних технологій контролю знань потрібно проаналізувати вже існуючі технології та виявити найкращу або запропонувати кращу. Також необхідно розробити метод генерації питань, що буде побудований на онтології предметної області. Оскільки комп'ютерне адаптивне тестування є важливою і невід'ємною частиною контролю знань, необхідно проаналізувати вже існуючі варіанти та обрати найкращий або запропонувати новий.

# 1 АДАПТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

## 1.1 Еволюція контролю знань

З розвитком інформаційних телекомунікацій та комп'ютерної техніки відкриваються нові можливості в освітніх технологіях. Можна виділити п'ять етапів еволюції розвитку контролю знань, які відображають форми його організації і роль викладача в цьому процесі (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Еволюція контролю знань[1]

Застосування в навчальному процесі того чи іншого підходу залежить від технічного та / або методичного забезпечення навчального закладу, а також від можливості використання викладачем у своїй роботі комп'ютерних технологій.

У порівнянні з традиційними формами КЗ, комп'ютерний контроль знань, умінь і навичок має ряд переваг: використання новітніх методик перевірки і оцінки знань студентів, сучасних інформаційних технологій, можлива адаптація до індивідуальних характеристик студентів.

Однак, застосування комп'ютерних технологій у навчальному процесі потребує більш чіткого і однозначного визначення цілей контролю, відбору методичного матеріалу для оцінки знань і умінь студентів, з урахуванням мети проведеної перевірки, а також розробки моделі(ей) контролю та оцінки знань.[1]

## **1.2 Аспекти комп'ютерного контролю знань**

Проблеми комп'ютерного контролю знань зазвичай розглядаються у двох аспектах: методичному та технічному [2,3].

Методичні аспекти контролю знань пов'язані з вирішенням педагогічних і психологічних питань, тобто організація КЗ розглядається з точки зору дидактики. До методичним аспектам відносяться:

*Визначення типів і труднощі питань для перевірки знань, умінь і навичок студентів.* Завдання контролю – визначення відповідності підготовленості навчають того чи іншого рівня засвоєння навчального матеріалу. Оцінка якості знань на кожному рівні (знання, вміння, навички) може бути здійснена за допомогою використання різних типів завдань.

*Планування проведення контролю знань.* Навчальний процес прийнято розглядати як розподілений у часі процес формування необхідних знань, навичок і вмінь. В даному випадку оцінювання відбувається поетапно і дозволяє здійснити якісний і повний контроль. У залежності від часу проведеної перевірки розрізняють чотири види контролю знань: вихідний (попередній) контроль, поточний, рубіжний і підсумковий контроль.

*Визначення вимог до формування набору питань і завдань для опитування.* Це залежить від виду та мети контролю. Існують різні методи формування завдань для контролю: випадкова послідовність питань і завдань різної складності, труднощі й значимості; спеціальний набір завдань різної складності, сформований для перевірки певного або комплексного рівня підготовки і пред'являється в заданій послідовності та ін.

Технічний аспект пов'язаний, в першу чергу, з проблемою реалізації планованого контролю знань, з вибором відповідного алгоритму для оцінки контрольних робіт. До технічних аспектів відносяться:

*Формування набору контрольних завдань на основі обраного підходу.* З урахуванням мети і виду проведеного контролю відбувається автоматична підготовка завдання (або набору завдань) для контролю і видача його студенту, тобто управління контролем реалізується шляхом генерації контрольних завдань з урахуванням різних параметрів контролю знань.

*Вибір та використання в системі контролю параметрів КЗ.* Параметри контролю можна розділити на три групи: параметри, що характеризують окреме завдання і його виконання; параметри, що характеризують роботу учня з набором контрольних завдань; параметри, використовувані для настройки алгоритму (зазвичай задаються викладачем, але можуть мати і заздалегідь встановлені значення).

*Вибір алгоритму для оцінки знань студентів.* Будь алгоритм оцінки знань передбачає збір, аналіз та/або перетворення даних, одержуваних у процесі контролю, і формування самої оцінки (суми балів, рейтингу, рангу). Розрізняють алгоритми, які застосовуються для виставлення оцінки тільки по завішені контролю, тобто на останньому етапі процесу оцінювання. Однак, більшість алгоритмів використовуються паралельно з контролем знань, коли оцінка може бути виставлена за виконання окремого завдання, контрольної роботи або з дисципліни в цілому, при цьому отримана оцінка обов'язково враховується у використовуваному методі проведення КЗ.[1]

### 1.3 Класифікація методів проведення контролю знань

Процес контролю знань складається з трьох етапів:

- 1) формування питань для КЗ на основі контрольних завдань, що зберігаються в БД;
- 2) видача їх студенту та отримання його відповіді, можливо, зі зворотним зв'язком;
- 3) виставлення оцінки.

Перші два етапи відносяться до організації процесу комп'ютерного контролю, на третьому етапі, на основі використовуваного алгоритму, обчислюється безпосередньо оцінка за контроль.

Таким чином, для управління контролем знань необхідна наявність:

- Методів і моделей організації (проведення) контролю;
- Моделей визначення та оцінки знань, умінь і навичок студента за результатами виконання контрольних завдань.

Методи проведення контролю знань можна розділити на три класи:

- неадаптивні методи:
  - сувора послідовність; Набір завдань для контролю заздалегідь готується викладачем або розробником контрольної роботи і поміщається в БД системи. Як правило, це однакова послідовність питань для всіх студентів. Недоліки цього методу очевидні: відсутність різноманітності (одна з вимог педагогіки), зниження самостійності виконання завдань та ін. Цей метод вважається найгіршим, тому й застосовується вкрай рідко. Метод можна дещо поліпшити, наприклад, підготувавши кілька варіантів контрольної роботи та/або видаючи завдання студентам у довільній послідовності.
  - випадкова вибірка; Набір завдань формується безпосередньо перед контролем на основі завдань, що зберігаються в БД, тобто варіант контрольної роботи - це  $n$  випадково вибраних завдань. Значення  $n$  може бути заздалегідь задано викладачем (розробником контрольної роботи) або вибрано студентом (наприклад, при самоперевірці). Перевага даного методу

полягає в тому, що кожному студенту пропонується індивідуальна послідовність питань. Основний недолік методу - варіант контрольної роботи генерується без урахування складності завдань. Таким чином, набір завдань для одного студента може включати лише найважчі питання, а для іншого - тільки легкі. Це часто призводить до спотворення результатів контролю. Існують різні модифікації даного методу, що дозволяють враховувати метадані питань. Наприклад, а) можуть бути задані тема і загальний час контролю, час відповіді на кожне питання, число спроб дати відповідь і т.п.; б) додатково до (а) встановлюється число питань різного ступеня складності та/або з різних тем в кожному варіанті контрольної роботи.

- комбінований метод, в основі якого - "Випадкова вибірка", доповнена "Суворою послідовністю". У цьому випадку викладач (розробник контрольної роботи) задає один або декілька питань, які неодмінно повинні бути включені в кожен варіант контрольної роботи. Інші завдання генеруються випадковим чином, як у другому методі.
- Частково адаптивні методи:
  - випадкова вибірка з урахуванням окремих параметрів моделі студента (МС); Метод є розвитком неадаптивних методів КЗ. Він аналогічний "випадкової вибірки" та/або "комбінований метод", тобто набір завдань також формується безпосередньо перед контролем, але при генерації використовуються такі параметри МС, як загальний рівень підготовленості, здатність до навчання і, можливо, інші. Таким чином, кожному студенту генерується набір завдань, що відповідає його рівню підготовленості і здібностям, що є головною перевагою даного методу. Інша перевага методу: студент, виконуючи завдання, відповідні його здібностям, не відчуває зайвої психологічного навантаження під час контролю. Як недолік даного методу можна відзначити наступне: студенти отримують завдання різної складності (це, безумовно, має бути враховано при виставленні оцінки), тобто один виконує тільки прості завдання, а



інший - важкі. Тому, генеруючи питання студенту, відповідні його здібностям, доцільно включити в набір і один - два завдання підвищеної складності й значимості.

- контроль на основі відповідей студента; У цьому методі контроль здійснюється за заздалегідь складеним сценарієм або, іншими словами, за розгалуженою контролюючою програмою. Попередня підготовка сценарію КЗ дає можливість включити в програму питання різного ступеня складності і значущості, розташувавши найбільш значимі і важкі завдання в основній гілці програми, а більш прості - в розгалуженнях. Таким чином, студенти отримують різне число питань, а, отже, і час, що витрачається ними на контроль, різне, що є гідністю даного методу. Інша перевага методу - простота забезпечення зворотного зв'язку (видачі відповідного коментаря). Такий підхід, як один з методів проведення КЗ, був використаний в АОС "КОНТАКТ", в даний час зустрічається значно рідше, тому має істотний недолік: всім студентам пропонуються одні й ті ж завдання, одного разу включені в контролюючу програму. Усунути цей недолік досить просто - досить відокремити сценарій КЗ від набору контрольних завдань. Для цього необхідно підготувати комплект однотипних питань для кожного  $V_i$ , включеного в сценарій контролю, тобто  $V_i = \{V_{i1}, V_{i2}, \dots, V_{ik}\}$ , а в процесі контролю випадковим чином генерувати студенту питання з комплекту  $V_i$ .
- контроль на основі моделі навчального матеріалу (НМ); У даному методі формування набору завдань для КЗ відбувається на основі моделі навчального матеріалу (курсу, теми, розділу теми), яка являє собою орієнтований граф: безліч вершин графа відповідає об'єктам вивчення, а безліч ребер - зв'язкам між ними. Вивчення НМ, так само як і організація контролю, здійснюється відповідно до оптимальної послідовності викладу навчального матеріалу, яка зазвичай є ніщо інше, як лінійна послідовність об'єктів вивчення. Таким чином, спочатку генерується завдання для перевірки знань першого навчального об'єкта, потім - другого і т.д., тобто

послідовність видачі завдань аналогічна послідовності вивчення навчального матеріалу за моделлю НМ. При цьому, якщо планується перевірити і знання, і вміння, то одному навчальному об'єктові можуть відповідати кілька запитань. Такий підхід використовується в системі "Експерт-ТС", в якій модель НМ представлена у вигляді семантичної мережі.

- модульно-рейтинговий метод; Цей метод багато в чому аналогічний попередньому. Навчальний матеріал поділяється на окремі складові - модулі, для кожного з яких заздалегідь готується комплект контрольних завдань. У процесі КЗ студенту спочатку пропонується питання з першого модуля. При цьому після кожної відповіді студента обчислюється його рейтинг. Перехід до питань наступного модуля здійснюється при досягненні певного, заздалегідь встановленого рейтингу, причому студент з метою підвищення свого рейтингу, а, отже, і оцінки, може продовжити виконання завдань поточного модуля і лише потім перейти до наступного.
- Повністю адаптивні методи:
  - контроль за моделлю студента; У цьому методі враховуються багато параметрів моделі студента, а саме:
    - ◆ рівень підготовленості впливає на важкість запропонованих завдань;
    - ◆ вид репрезентативної системи обумовлює форму подання завдань (текст, візуальне зображення, використання звуку);
    - ◆ спрямованість особистості впливає на формулювання тексту видається завдання;
    - ◆ рівень занепокоєння-тривоги визначає як наявність зворотного зв'язку, так і форму, і детальність коментарів;
    - ◆ особливості пам'яті є умовою для визначення часу виконання завдання та контрольної роботи в цілому;
    - ◆ відповідь студента, точніше, правильність відповіді впливає на вибір наступного контрольного завдання.

Сценарій контролю зазвичай формується динамічно в процесі КЗ, хоча набір сценаріїв для різних груп студентів може бути створений і заздалегідь аналогічно методу "Контроль за відповідями студента".

- контроль за моделями студента та навчального матеріалу. Даний метод є розвитком попереднього, тобто при формуванні контрольних завдань використовуються наведені раніше параметри моделі студента, але процес КЗ будується на базі моделі навчального матеріалу, враховуючи взаємозв'язки між поняттями, що перевіряються.

#### 1.4 Модель адаптивного контролю знань

Професором Л.А. Растрігіна [4] було запропоновано розглядати процес навчання як процес управління складною системою. Аналогічно можна представити і процес управління адаптивним контролем знань (рис. 1.2).

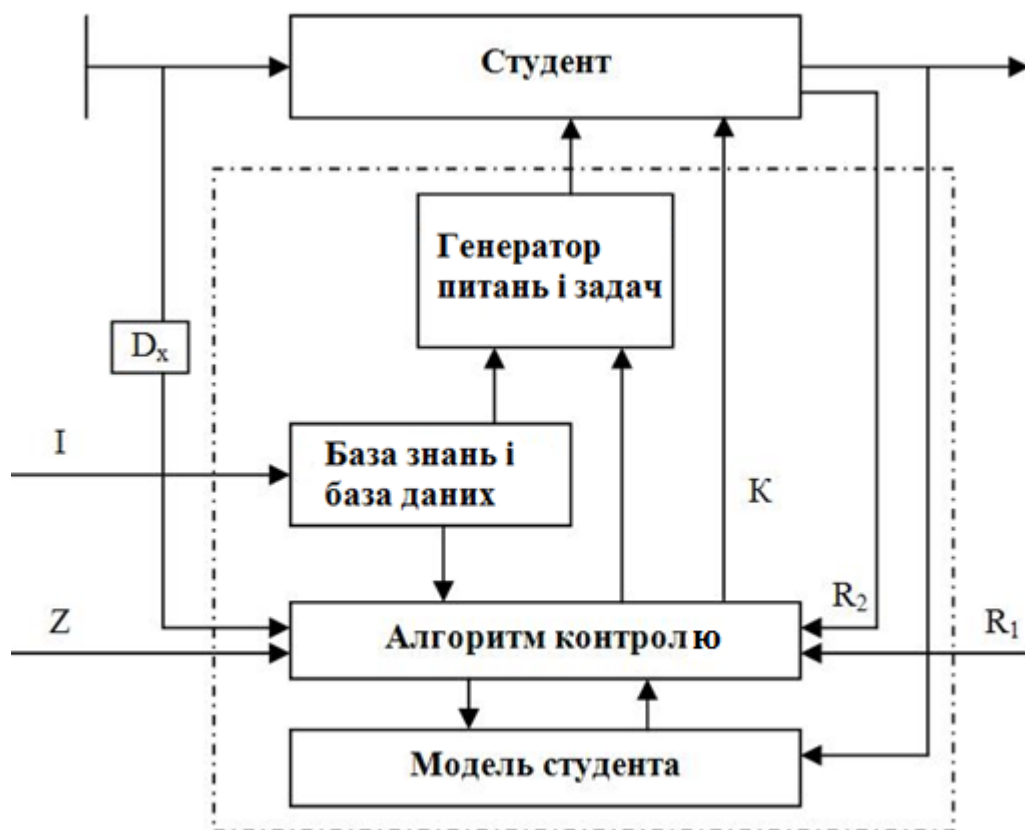


Рисунок 1.2 – Модель адаптивного контролю знань [4]

Блок "Алгоритм контролю" виконує наступні функції:

- аналіз діяльності студента (перевірка правильності його відповідей і виконуваних дій);
- управління процесом контролю знань на основі обраного методу;
- визначення результатів контролю, яке зазвичай зводиться до виставлення оцінки студенту.

*База знань* (БЗ) містить методи і/або моделі процесу контролю, а також сукупність знань предметної області. *База даних* (БД) включає набори питань і завдань, призначених для перевірки знань студента та/або дані для формування завдань. Контрольні завдання можуть також генеруватися автоматично на основі БЗ. База даних і база знань спільно з моделлю студента утворюють репозиторій системи контролю.

*Модель студента* включає різноманітну інформацію про студента: передісторія навчання; результати поточної роботи (тип виконаних завдань, час виконання завдань, число звернень за допомогою і т.д.); особистісні психологічні характеристики (тип і спрямованість особистості, репрезентативна система, здатність до навчання, рівень занепокоєння-тривоги, особливості пам'яті та ін.); загальний рівень підготовленості та інші. Модель студента динамічна, тобто змінюється в процесі проходження курсу, в ході роботи з системою.

*Генератор питань і задач* використовується для формування та видачі студенту чергового завдання (питання або завдання). Контроль знань здійснюється наступним чином: студент виконує запропоноване завдання, і результат його роботи поміщається в модель студента. Блок "Алгоритм контролю" на основі аналізу відповіді студента, цілей контролю  $Z$  і використовуваного методу проведення контролю, враховуючи зовнішні ресурси  $R1$  (наприклад, можливості системи контролю) і внутрішні ресурси студента  $R2$  (наприклад, час контролю), а також стан середовища  $Dx$ , визначає параметри завдання, яке має бути запропоновано студенту. Формувальник питань і завдань, отримавши від "Алгоритму контролю" дані про параметри

наступного завдання, вибирає з БД та/або БЗ необхідну інформацію я, формує текст завдання і видає його студенту. У найпростішому випадку робота цього блоку зводиться до вибору потрібного питання або завдання з бази даних. При деяких видах контролю (наприклад, при поточному КЗ або самоперевірки) може бути передбачений зворотний зв'язок К, який полягає у видачі коментаря на відповідь студента.

Таким чином, для управління адаптивним контролем знань необхідна наявність:

- методів і моделей організації (проведення) контролю;
- моделей визначення та оцінки знань, умінь і навичок студента за результатами виконання контрольних завдань. [5]

Але підготовка сучасного покоління фахівців з вищою освітою являє собою цілісний і вельми складний педагогічний процес, який реалізує багатоаспектний розвиток студентів. Не можна забувати, що, крім самостійного навчання, на знання студента, форму засвоєння матеріалу, його розуміння, а також ставлення до предмету впливають викладачі. Безпосередньо це стосується контролю знань.

Досліджуючи адаптивні технології контролю знань, ми часто стикаємося з поняттям «особливий підхід до кожного студента». Але ж значно частіше у вищих навчальних закладах можна почути «особливий підхід до кожного викладача». Це пов'язано з тим, що кожен викладач має власний погляд на предмет, навчальний матеріал, підхід до викладання, способи засвоєння студентами предмету, форми перевірки знань тощо.

Тому було вирішено запропонувати модифікувати адаптивний метод контролю знань за моделями студента та навчального матеріалу, додавши *модель викладача*. Така модель повинна включати в собі, наприклад, такі параметри викладача:

- представлення предмету викладання (знання підручників з предмету, особисте бачення, власний вклад, пріоритетність закордонних даних(підручники, наукові статті) тощо)

- стиль викладання (задиктовування конспекту, демонстрування презентацій, обговорення зі студентами і т.д.)
- форма сприйняття студентами навчального матеріалу («зазубрювання», можливість викладу інформації своїми словами тощо)

Модель адаптивного контролю знань дещо модифікується з появою моделі викладача та її параметрів, а особливо зауважуючи її вплив на інші блоки.

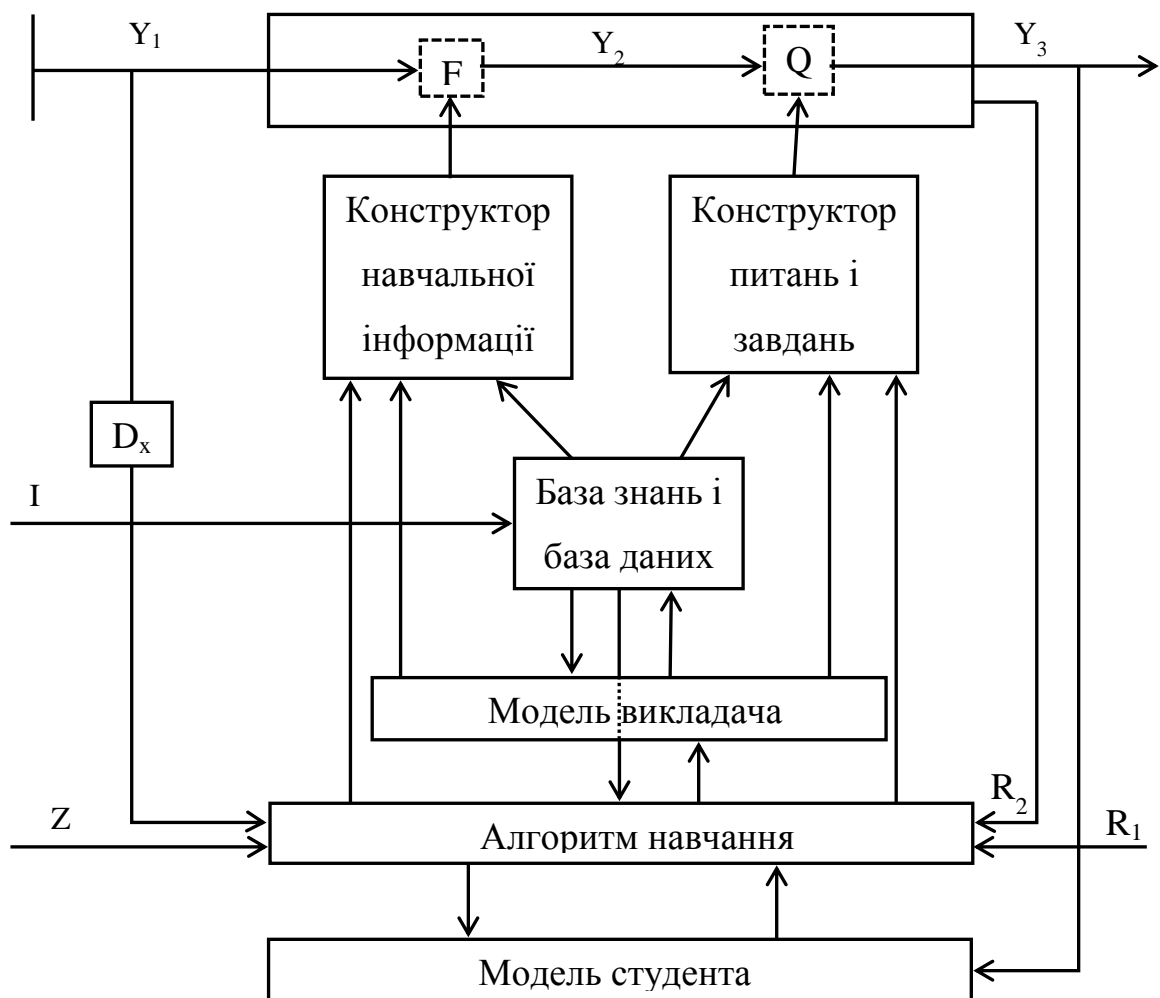


Рисунок 1.3 – Модифікована модель адаптивного контролю знань

На початку навчання студент перебуває в стані  $Y_1$ . На основі інформації, що зберігається в базі знань і даних, а також за допомогою моделі викладача та

алгоритму навчання формуються кадри навчального матеріалу. У ході вивчення наданої інформації учень отримує нові знання і переходить в стан  $Y_2$ . Для перевірки засвоєння матеріалу і формування умінь генеруються питання і завдання. Вони також формуються на основі бази знань і даних за допомогою моделі викладача та алгоритму навчання. Виконуючи надані питання та завдання, студент переходить у стан  $Y_3$ .

У базі даних зберігається загальна інформація про студентів, перелік навчальних курсів та ін. База знань включає загальновідому інформацію по кожному з предметів. С цього блоку під впливом алгоритму навчання та моделі викладача формуються два інших блоки:

- *конструктор навчальної інформації* – це ті знання (об'єм, вид, форма представлення тощо), що отримують студенті в процесі навчання.
- *конструктор питань і завдань* – необхідні дані для проведення контролю знань студентів.

*Алгоритм навчання* – це так званий «каркас» самого навчання. Він складається з 2 частин - модуля аналізу відповідей і модуля управління, який забезпечує управління процесом навчання з урахуванням інформації з бази знань і даних, мети навчання  $Z$ , ресурсів  $R$ , моделі студента і моделі викладача.

## 1.5 Моделі студента та викладача

Модель студента є однією з базових компонент інтелектуальних комп'ютерних систем навчання. Вона містить досить повну інформацію про студента: рівень його знань, здатність до навчання, особистісні характеристики та інші параметри. Модель студента динамічна, тобто змінюється в процесі проходження курсу, в ході роботи з системою. [6]

Можна виділити три основні етапи процесу становлення знань про студента:

- «Який він є» (поведінкова модель).

Реалізується на основі задачі діагностики знань та вмінь студента.

- «Яким його хочуть бачити» (нормативна модель).

Використовується для порівняння з поточною поведінковою моделлю студента (також містить вимоги до особистісних якостей майбутніх фахівців)

- «Яким він може стати» (модель компетенцій).

Визначає набір видів діяльності, які має здійснювати студент в майбутньому (тобто здатність застосовувати знання, вміння та особистісні якості в професійній сфері)

Класифікація моделей студента за В.А. Петрушиним[7]:

- Фіксуюча
  - Оверлейна
    - Векторна
    - Мережева
  - Генетичний граф
- Імітаційна
  - Модифікаційна
    - Модель помилок
    - Модель фальшивих правил
  - Виконувана («выводимая»)
    - Модель обмежень

Багато з КНС не використовують модель студента, що знижує якість навчального процесу і не дозволяє організувати адаптивне навчання. Більшість систем, які засновані на моделях, реалізовані на базі оверлейних-векторних і мережних (графи знань). Однак вони не відображають всю необхідну інформацію, а, як правило, включають тільки рівень знань. Досить рідко враховуються психологічні характеристики студента або, якщо беруться до уваги, то лише одна або дві. Для розробки адаптивних комп'ютерних систем навчання найбільш зручним є використання змішаної структури моделі студента. На рисунку 1.4 наведена інформаційно-структурна модель студента.



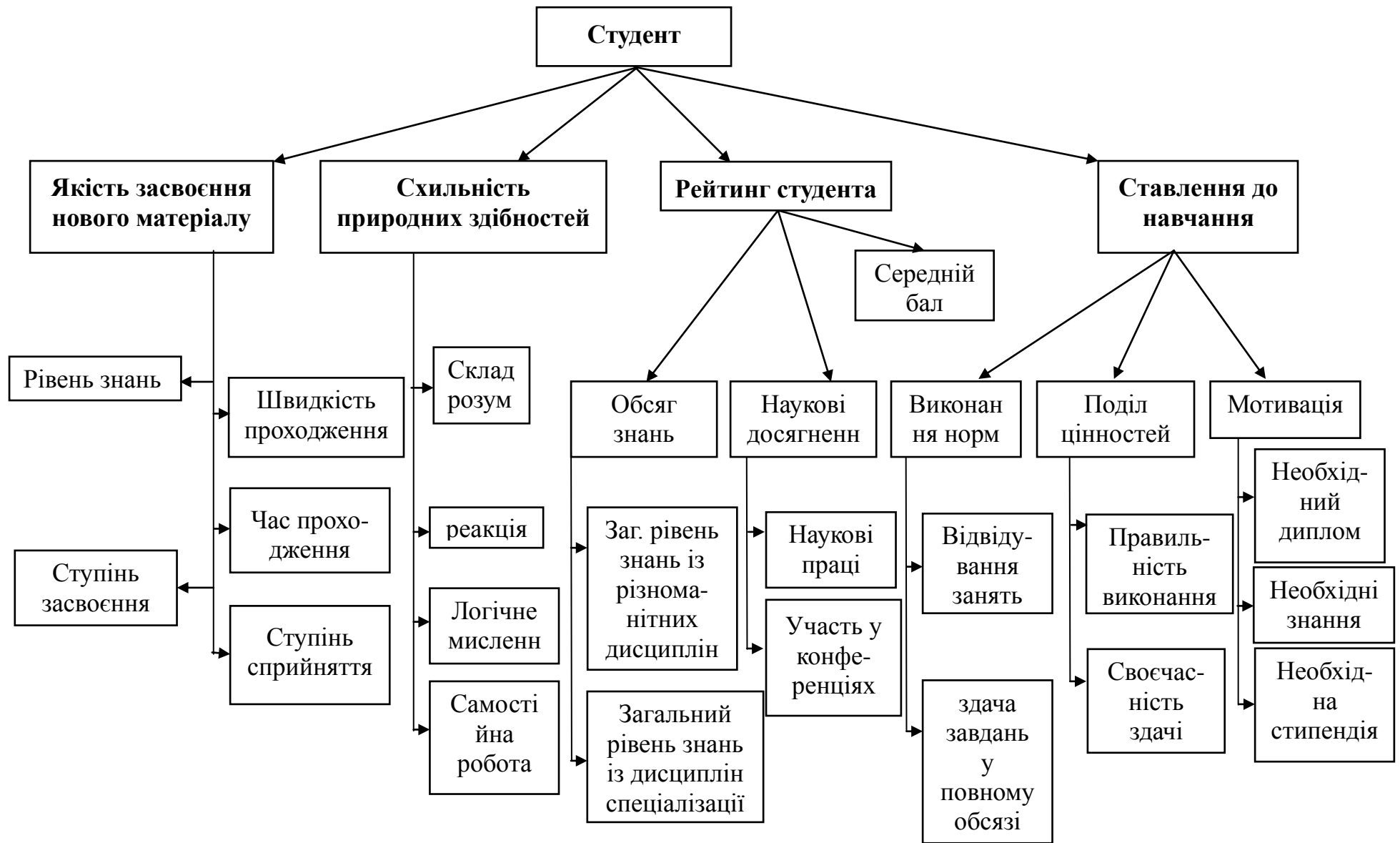


Рисунок 1.4 – Інформаційно-структурна модель студента

Особа викладача його ідейно-науковий, психолого-педагогічний та методичний рівні є вирішальним чинником у підготовці висококваліфікованих спеціалістів.

Відповідно до нової філософії освіти викладач вищої школи в сучасних соціокультурних умовах вбачається не просто транслятором науково-культурного й професійного досвіду, а носієм незаперечної істини, яка має бути засвоєна студентом. Центральний тягар в діалогічній культурі припадає на індивідуальність і індивідуальну свідомість, визнанні права на власну думку та позицію іншого, незалежно від соціально-рольової позиції, яку він обіймає.

Професійна діяльність викладача вищої школи вимагає наявності певних особистісних якостей, соціально-психологічних рис і педагогічних здібностей. Серед них основні такі:

1. *Загальногромадянські риси*: широкий світогляд, принциповість і стійкість переконань, громадянська активність і цілеспрямованість, національна самосвідомість, патріотизм і толерантність щодо інших народів і культур, гуманізм і соціальний оптимізм, високий рівень відповідальності та працелюбність
2. *Морально-психологічні якості*: Чесність і ясність у взаєминах з людьми, високий рівень загальної психологічної культури, повага до професіоналізму інших і наукової спадщини, акуратність і охайність, дисциплінованість і вимогливість.
3. *Науково-педагогічні якості*: Науково-педагогічна творчість, професійна працездатність, активна інтелектуальна діяльність, науковий пошук, педагогічне спрямування наукової ерудиції, педагогічна спостережливність, педагогічна уява та інтуїція, володіння педагогічною технікою, активна інтелектуальна діяльність, науковий пошук, гнучкість і швидкість мислення у педагогічних ситуаціях, висока культура мови та мовлення, володіння мімікою, тоном голосу, поставою, рухами і жестами.
4. *Індивідуально-психологічні особливості*: високий рівень соціального сприйняття й самопізнання, висока інтелектуально-пізнавальна

зацікавленість і допитливість. інтерес до розвитку потенційних можливостей студентів і потреба в педагогічній діяльності з ними, позитивна Я-концепція. високий рівень домагань, емоційна стійкість, витримка й самовладання, саморегуляція, самостійність і діловитість у вирішенні життєво-важливих завдань, твердість характеру.

5. *Професійно-педагогічні здібності*: адекватне сприйняття студента, безумовне прийняття його як особистості, педагогічний оптимізм, проектування цілей навчання, прогнозування шляхів становлення майбутнього спеціаліста, конструювання методичних підходів і здатність передбачати можливі результати, організаторські та комунікативні здібності, духовний вплив на академічну групу і особистість студента, організація розвиваючої інтеракції.

Особливість діяльності викладача вищої школи полягає в тому, що вона є складно організованою і складається з декількох взаємозв'язаних видів, які мають спільні компоненти. Викладач вузу здійснює такі види діяльності як : педагогічна, науково-дослідна, професійна, адміністративно-господарча, управлінська, комерційна і суспільна. Однак провідну роль в діяльності викладача відіграє педагогічна діяльність. Російський психолог Кузьміна виділяє 5 рівнів продуктивності педагогічної діяльності:

1. *Репродуктивний*, коли педагог вміє розповісти іншим те що знає сам ;
2. *Адаптивний* , при якому в здатний адаптувати свою доповідь до вікових та психологічних особливостей аудиторії;
3. *Локально-моделюючий знання студентів*, коли педагог володіє стратегією навчання, знаннями, уміннями і навиками по окремим розділам курсу, що дозволяють визначити педагогічну мету, поставити завдання , розробити алгоритм їх вирішення і використовувати педагогічні засоби включення студентів в навчально-пізнавальну діяльність.
4. *Системно-моделюючий знання студентів*, коли педагог володіє стратегією формування системи знань, умінь і навичок з дисципліни в цілому.

5. *Системно-моделюючий діяльність і поведінку студентів*, при якому педагог може перетворити свою дисципліну у засіб формування особистості студента, його потреби до самовиховання, самонавчання і саморозвитку.

Аналіз літератури дозволяє виділити загальні вимоги до викладача вищої школи. Це перш за все наявність:

1. *професійної компетентності*, яка базується на спеціальній науковій, практичній і психолого-педагогічній підготовці;
2. *загальнокультурної і гуманітарної компетентності*, що включає в себе знання основ світової культури, гуманістичні особистісні якості, відповідальність за результати власної діяльності, мотивації до самовдосконалення;
3. *креативності*, що передбачає сформованість нестандартного мислення, володіння інноваційною стратегією і тактикою, пластичною адаптацією до змін змісту і умов професійної діяльності;
4. *комунікативної компетентності*, що включає в себе розвинуту мову, володіння іноземними мовами, сучасними засобами зв'язку і основами комп'ютерної грамотності;
5. *соціально-економічної компетентності*, що передбачає володіння основами сучасної ринкової економіки, знання законів бізнесу, азів екології і права.

Студент має сприйматись викладачем як суб'єкт навчання, їх взаємодія має будуватись на основі діалогічного підходу, що забезпечує суб'єкт-суб'єктні стосунки, які ґрунтуються на рівності позицій, повазі та довірі до студента як свого партнера . Саме це дає змогу зрозуміти один-одного і є найкращим способом взаємодії, а також допомагає задовольнити особисті потреби і інтереси всіх учасників навчального процесу.[8]

Ці дані, що входять до моделі викладача, створюють сам портрет викладача. Інші пов'язують цей блок з іншими в модифікованій моделі контролю знань. До них входять:

- Викладання

- **Стиль**
  - ◆ *Надиктовування конспекту*

Вид занять, під час якого студенти записують інформацію під диктовку викладача, або занотовують деякі її аспекти під час викладу на лекціях, семінарах та практичних.
  - ◆ *Демонстрування презентацій*

Для покращення сприйняття інформації застосовують комп'ютерні презентації. Це набір слайдів, пов'язаних певною тематикою. На них можна розміщувати текстові, графічні, відео- та звукові об'єкти.
  - ◆ *Дискусія зі студентами*

Це метод навчання, який базується на обміні думками з певної проблеми. Точка зору, яку виражає студент у процесі дискусії, може як відображати його власну думку, так і спиратися на думки інших осіб.
- **Бачення предмету**
  - ◆ Особисте бачення
  - ◆ Власні розробки
  - ◆ Підручники
  - ◆ Закордонні відомості
- **Форма засвоєння студентами матеріалу**
  - *Зазубрювання*

Дослівне і в повному обсязі викладення учбового матеріалу під час контролю знань.
  - *Своїми словами*

Виклад учбового матеріалу своїми словами, тобто так як студент розуміє.
- **Пріоритетність знань студентів по дисципліні**
  - Теорія
  - Практика
  - 50 на 50
- **Вид занять**
  - *Лекції*

Основна форма проведення навчальних занять, призначених для засвоєння теоретичного матеріалу. Усний виклад предмета викладачем, а також публічне читання на яку-небудь тему.

➤ *Семінари*

Форма групових занять з предмета або теми, що відбувається під керівництвом викладача.

➤ *Практичні*

Форма навчального заняття, при якій викладач організує детальний розгляд студентами окремих теоретичних положень навчальної дисципліни та формує вміння і навички їх практичного застосування шляхом індивідуального виконання студентом відповідно сформульованих завдань.

➤ *Лабораторні*

Форма навчального заняття, при якому студент під керівництвом викладача, особисто проводить натурні або імітаційні експерименти, чи досліди з метою практичного підтвердження окремих теоретичних положень даної навчальної дисципліни, набуває практичних навичок роботи з лабораторним устаткуванням, обладнанням, обчислювальною технікою, вимірювальною апаратурою, методикою експериментальних досліджень у конкретній предметній галузі.

На рисунку 1.5 наведена інформаційно-структурна модель викладача.

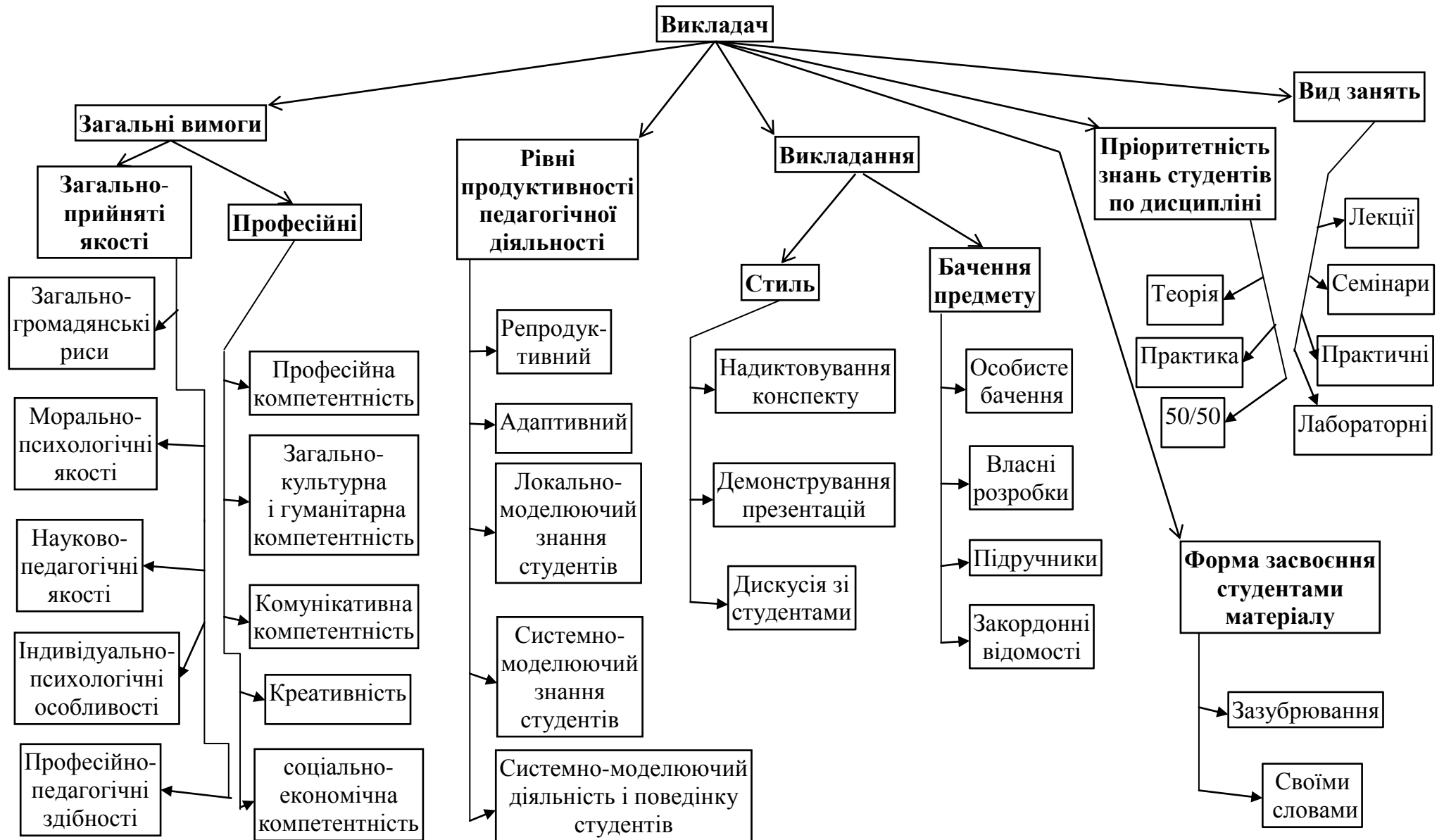


Рисунок 1.5 – Інформаційно-структурна модель викладача

## 1.6 Адаптивне тестування

Адаптивне тестування – це широкий клас методик тестування, що передбачають зміну послідовності подання завдань в самому процесі тестування з урахуванням відповідей випробуваного на попередні завдання.

Відомо, що із значним збільшенням кількості завдань знижується ефективність самого тесту, так як випробовувані до кінця виконання тесту втомлюються і можуть неправильно виконати те завдання, яке виконали б правильно, якщо б воно знаходилося на початку тесту. Так, і зменшення кількості завдань тесту також не покращить його якість, оскільки не завжди малою кількістю запитань тесту можна охопити весь матеріал, який необхідно перевірити.

Використання завдань, що відповідають рівню підготовленості, істотно підвищує точність вимірювання і мінімізує час індивідуального тестування. У свою чергу, зменшення кількості завдань у тесті та зменшення часу тестування дозволяє знизити витрати на проведення тестування.

Види адаптивного тестування.

### 1. Двокрокове адаптивне тестування.

На першому кроці виявляється рівень підготовленості кожного випробуваного, на другому кроці відбувається саме тестування. Тест добирається для відповідного рівня підготовленості.

### 2. Групова адаптація.

Моделювання тесту відбувається з розрахунку на задану групу. Проводиться вступне тестування та визначаються межі рівнів підготовленості студентів даної групи, далі будується сам тест з розрахунку на відповідний (визначений на попередньому етапі) рівень підготовленості.

### 3. Багатокрокове тестування.

Багатокрокова стратегія адаптивного тестування проводиться тільки в комп'ютерному режимі і поділяється на фіксовано розгалужені і варіативно-



розгалужені залежно від того, як конструюються багатокрокові адаптивні тести.[9]

У західній літературі виділяється три варіанти адаптивного тестування:

### 1) Пірамідальне тестування

При відсутності попередніх оцінок на першому кроці всім випробовуваним видаються завдання однакового середнього рівня важкості, який визначається як середнє між найнижчим і найвищим рівнем. Якщо відповідь на питання неправильна, то важкість наступного питання буде визначатися як середнє між найнижчим рівнем важкості і поточним, на який він не відповів, а при правильній відповіді – між найвищим і поточним. Таким чином відбувається постійне ділення шкали складності завдань навпіл.;

### 2) *Flexilevel-контроль*

Контроль починається з будь-якого рівня складності, який обирає сам той, хто проходить тестування, а потім відбувається поступове наближення до реального рівня підготовленості;

### 3) *Stradaptive (від англ. stratified adaptive)*

Тестування проводиться за допомогою банку тестових завдань (БТЗ), де завдання розділені за рівнями складності. При правильній відповіді, наступне завдання береться з більш високого рівня складності, при неправильній - навпаки. Наступне завдання відрізняється від попереднього на один крок по складності [10,11]. Схематично зображено метод на рис 1.6

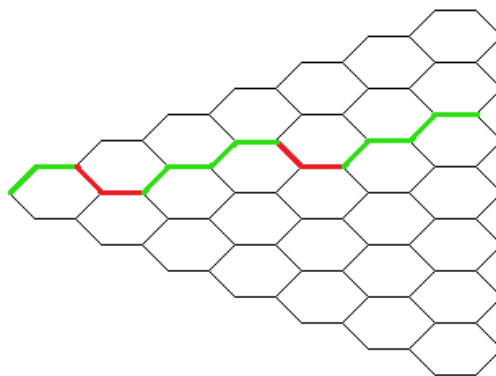


Рисунок 1.6 – *Stradaptive* тестування(правильна відповідь – зеленій шлях, неправильна - червоний)

## 1.7 Висновки до розділу 1

В результаті досліджень було запропоновано ввести в адаптивну технологію контролю знань, крім моделі студента, ще й моделі викладача. Ця модель впливає майже на всі компоненти моделі контролю знань. Головна її задача поєднати в одне ціле навчальну інформацію, що дається викладачем на лекціях і питання та завдання, що формують перевірку знань студентів. Також запропоновано інформаційно-структурні моделі викладача та студента. Вони складаються з загальної кваліфікаційно-психологічна характеристики і з компонентів, що впливають на формування питань у випадку викладача і формування тесту у випадку студента.

Введення нової моделі змінило модель адаптивного контролю знань, адже вплив першої поширюється майже на всі компоненти останньої. Такі зміни значно покращать уявлення про систему контролю знань успішності студентів.

Оскільки головним завданням моделі викладача забезпечити формування інформаційної бази, необхідно знайти рішення обробки цієї інформації. Однією з технологій, яка дозволяє здійснювати ефективну обробку інформації на основі знань, є використання онтологій [12].

## 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ОНТОЛОГІЧНИХ МОДЕЛЕЙ УЯВЛЕННЯ ЗНАНЬ З РІЗНИХ ПРЕДМЕТНИХ ГАЛУЗЕЙ

### 2.1 Поняття «онтологія»

Існують десятки моделей подання знань для різних предметних областей. Більшість з них може бути зведене до наступних класів:

- продукційні;
- семантичні мережі;
- фрейми;
- логічні моделі;
- нейронні мережі.

Однак як форма представлення знань все більшу популярність останнім часом набуває - **онтологія**, яка, на думку багатьох учених, здатна вирішити всі перераховані вище проблеми.

Незважаючи на те, що цей термін широко відомий в співтовариства програміста, чіткого його розуміння поки немає. У філософії слово «онтологія» означає дисципліну, яка вивчає найбільш загальні характеристики буття [13]. Іншими словами, онтологія — представлення реальності у вигляді універсального набору понять і зв'язків між ними.

У відношенні до комп'ютерних наук, онтологія — представлення деякою мовою знань про певну предметну область (середовище, світ). Онтологію неодмінно супроводжує деяка концепція цієї області інтересів. Найчастіше ця концепція виражається за допомогою визначення базових об'єктів (індивідуумів, атрибутів, процесів) і відношень між ними. Визначення цих об'єктів і відношень між ними зазвичай називають концептуалізацією.

Узагальнююче визначення: онтологія — це загальноприйнята і загальнодоступна концептуалізація певної області знань (світу, середовища), яка містить базис для моделювання цієї області знань і визначає протоколи для

взаємодії між агентами, які використовують знання з цієї області, і, нарешті, включає домовленості про представлення теоретичних основ даної області знань.[14]

## 2.2 Елементи онтологій

Сучасні онтології будуються в більшій мірі однаково, незалежно від мови написання. Зазвичай вони складаються з:

- екземплярів;
- понять;
- атрибутів;
- відношень.

*Екземпляри* (англ. instances) або індивіди (англ. individuals) — це основні, низькорівневі компоненти онтології. Екземпляри можуть являти собою як фізичні об'єкти (люди, будинки, планети), так і абстрактні (числа, слова). Строго кажучи, онтологія може обійтися й без конкретних об'єктів. Однак, однією з головних цілей онтології є класифікація таких об'єктів, тому вони також включаються.

*Поняття* (англ. concepts) (або класи (англ. classes)) — абстрактні групи, колекції або набори об'єктів. Вони можуть містити в собі екземпляри, інші класи, або ж сполучення й того, і іншого. (Приклад: поняття «люди», вкладене поняття «людина». Чим є «людина» — вкладеним поняттям, чи екземпляром (індивідом) — залежить від онтології. Поняття «індивіди», екземпляр «індивід».

Об'єкти в онтології можуть мати *атрибути*. Кожен атрибут має принаймні ім'я й значення, і використовується для зберігання інформації, що специфічна для об'єкта й прив'язана до нього. (Наприклад, об'єкт the Ford Explorer має такі атрибути як: назва – Ford Explorer, кількість дверей – 4, двигун – {4.0 КС, 4.6 КС}, коробка передач – 6-швидкісна)

Значення атрибута може бути складеним типом даних. У даному прикладі значення атрибута, що називається Двигун, є списком значень простих типів даних.

Якщо ви не визначаєте атрибути для концепцій, вам доведеться визначати або таксономію (якщо між концепціями існує відношення включення (Гіпонім, англ. *Hyponym*)), або Керований Словник (англ. *Controlled Vocabulary*). Вони корисні, але не вважаються справжніми онтологіями.

Важлива роль атрибутів полягає в тому, щоб визначати залежності (відношення) між об'єктами онтології. Зазвичай відношенням є атрибут, значенням якого є інший об'єкт.

Припустимо, що в онтології автомобілів присутні два об'єкти — автомобіль Ford Explorer і Ford Bronco. Нехай Bronco — це модель-спадкоємець Explorer, тоді відношення між Ford Explorer і Ford Bronco визначимо як атрибут «*isSuccessorOf*» зі значенням «Explorer» для об'єкта Bronco (варто помітити, що в мовах опису онтологій існують визначені відношення спадкування).

### 2.3 Спеціалізовані й загальні онтології

Спеціалізовані (предметно-орієнтовані) онтології — це представлення якої-небудь галузі знань або частини реального світу. У такій онтології містяться спеціальні для цієї галузі значення термінів. Приміром, слово «поле» в сільському господарстві означає ділянка землі, у фізиці — один із видів матерії, у математиці — особливу структуру.

Загальні онтології використовуються для подання понять, спільних для великої кількості галузей. Такі онтології містять базовий набір термінів, глосарій або тезаурус, використовуваний для опису термінів предметних галузей.

Якщо система, що використовує спеціалізовані онтології, розвивається, то може знадобитися їх об'єднання. І для інженера з онтологій це серйозне завдання. Подібні онтології часто несумісні одна з одною, хоча можуть представляти близькі галузі. Різниця може з'являтися через особливості

місцевої культури, ідеології й т. п., або внаслідок використання іншої мови опису.

Сьогодні об'єднання онтологій доводиться виконувати вручну, це трудомісткий, повільний і дорогий процес. Використання базисної онтології — єдиного глосарія — трохи спрощує цю роботу. Є наукові праці за технологіями об'єднання, але вони в більшій мірі теоретичні.

## 2.4 Онтологія як спосіб представлення знань

Онтологія – одне із сучасних напрямків у галузі штучного інтелекту. У загальному вигляді онтології визначають як базу знань спеціального виду, або як «специфікацію концептуалізації» предметної області.

Це означає, що в предметній області на основі класифікації базових термінів виділяються основні поняття (концепти) і встановлюються зв'язки між ними. Цей процес називають концептуалізацією.

Потім онтологія може бути представлена в графічному вигляді або описана на одному з формальних мов (формальна онтологія) – це процес специфікації онтологій.

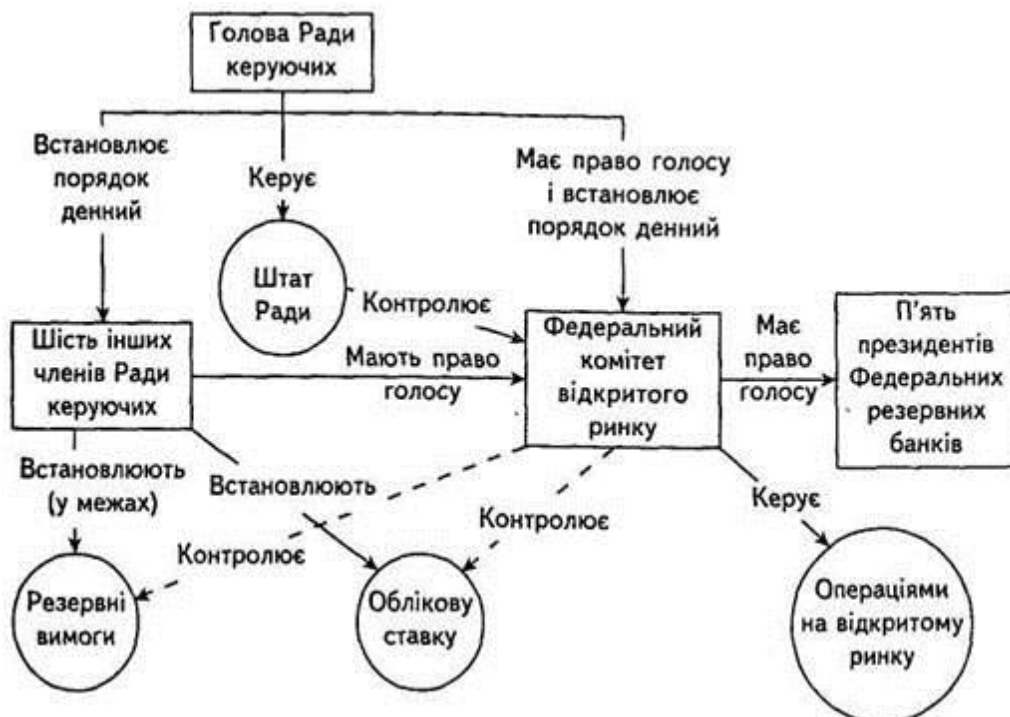


Рисунок 2.1 – Приклад онтології в графічному вигляді [15]

Онтології можуть бути використані:

- для опису предметних областей наукових досліджень,
- для опису навчальних дисциплін і планів навчання,
- для складання бібліотечних каталогів.

Представлення бібліотечних каталогів як формальних онтологій дозволить автоматизувати їх обробку і виконувати семантичний пошук в онтологічному просторі, що описує сукупність бібліотек.

Існують різні типи класифікації онтологій. Найбільш корисним буде виділити два типи класифікації онтологій:

Семантична:

1. за рівнем виразності;
2. за ступенем формальності;
3. за рівнем детальності подання.

Прагматична:

1. за ступенем залежності від конкретної задачі чи прикладної області;
2. з мови представлення онтологічних знань;
3. з предметної області;
4. за метою створення;
5. за наповненням (вмісту).

Наведемо коротку характеристику кожної класифікації.

**1) *За рівнем виразності***

Великовагові онтології. Великовагові онтології сильно аксіоматизовані, такий рівень аксіоматизації дозволяє здійснювати онтологічне зв'язування явно. Мета аксіоматизації – уникнути термінологічної та концептуальної неоднозначності через неправильну інтерпретацію.

Легковагі онтології. Це прості таксономічні структури примітивів або композиції термів з відповідними визначеннями.

**2) *За ступенем формальності.*** Дана класифікація схожа з класифікацією за рівнем виразності мови опису онтології, проте не еквівалентна їй.

Неформальні. Це онтології, які описуються в документі на будь-якому природному мовою (англійська, російська, українська і т.д.). Такі онтології також можуть бути багато наповненими, несуперечливими і точними.

Більш формалізовані. Таксономія може бути двох видів – заснована на термах або на концептах. Такі онтології, хоча і формалізовані, але дуже слабо структуровані. - Засновані на термах. У цьому випадку в ієрархії тематичного розділу більш загальні терміни знаходяться вище, у міру спуску по ієрархії терміни становляться все більш специфічними; - засновані на концептах. Ієрархія складається з класів та їх підкласів, до яких відображаються їх відмінні та необхідні властивості.

Сильно формалізовані. Онтології для вирішення інженерних рівнянь. Задають формальну семантику умов (таких, як кількість і одиниця виміру) в дозволених мовою точних і несуперечливих виразах.

### **3) *За рівнем детальності подання.***

Низький. Онтологія може бути побудована на основі термінів і декількох типів зв'язків.

Високий. Онтологія може містити набагато більше деталей, включаючи правила, за якими терміни можуть бути пов'язані між собою.

### **4) *За ступенем залежності від конкретної задачі чи прикладної області***

Верхнього рівня. Такі онтології описують найбільш загальні концепти (простор, час, матерія, об'єкт, подія, дія і т.д.), які не залежні від конкретної проблеми чи області.

Орієнтовані на предметну область. У багатьох дисциплінах зараз розробляються стандартні онтології, які можуть використовуватися експертами по предметних областях (доменах) для спільного використання та аннотіроваформації у своїй галузі.

Орієнтовані на завдання. Це онтологія, використовувана конкретною прикладною програмою і містить терміни, які використовуються під час розробки ПЗ, що виконує конкретне завдання.



Прикладні онтології. Описують концепти, які залежать як від онтології задач, так і від онтології домену. Прикладом може служити онтологія для автомобілів, будівельних матеріалів, обчислювальної техніки.

#### **5) За мовою подання онтологічних знань**

RDF. Основне призначення мови – опис метаданих документів, що розміщуються в Інтернеті.

Common logic це стандарт ISO 24707, специфікація для низки онтологічних мов, які можуть бути точно переведені одна в одну.

Сус має власну мову онтологій під назвою СусL, що базується на логіці предикатів першого порядку з деякими розширеннями більш високого порядку.

Gellish мова включає правила для свого власного розширення, і таким чином інтегрує онтологію з онтологією мови.

IDEF5 це метод програмної інженерії для створення і підтримки корисної та точної онтології предметної області.

KIF це синтакс для логіки першого порядку який базується на S-виразах.

Rule Interchange Format (RIF) і F-Logic комбінують онтологію та правила.

OWL це мова для створення онтологічних суджень, розроблена наступниками RDF і RDFS, OWL призначений для використання в Всесвітній павутині, і всі його елементи (класи, властивості та фізичні особи) визначаються як RDF ресурси, і ідентифікуються URI.

XBRL (Extensible Business Reporting Language) – це синтаксис для вираження бізнес-семантики.

#### **6) За предметною областю**

Онтологія відображає загальні знання про предметну область, такі, як ієрархія класів понять та семантичні відносини на цих класах. Для кожної предметної області онтології створюються експертами своїй області, які проводять Формалізованих знань, визначень і правил отримання нових знань.

#### **7) За метою створення**

Онтології програми. Використовуються під час виконання конкретного додатка, що здійснює онтологічне нанесення обмежень на аксіоматизацію для

термінологічної служби, тобто використовуються в роботі блоку побудови міркувань.

Посилальні онтології. Використовуються під час розробки додатків, для взаємного розуміння і тлумачення між агентами, що належать до різних спільнот, для встановлення консенсусу між спільнотами, які потребують введення нового терміну, або просто для пояснення значення терміна новому учасникові спільноти.

### **8) По наповненям (вмістом)**

Дана класифікація дуже схожа на класифікацію за метою створення, однак акцент робиться на реальне вміст онтології, а не на абстрактну мету.

Додатково можна ввести й інші класифікації. Складність створення таких онтологій звичайно полягає в тому, що можлива наявність відмінностей в понятійних системах різних мов.[15]

## **2.5 Онтологія навчальних курсів та структуризація навчального матеріалу**

### **2.5.1 Теоретичні та прикладні аспекти застосування онтологій**

Поняття онтології, запозичене з філософії, в останні роки активно використовується в інформатиці. Одні дослідники розглядають онтологію як концептуальну семантичну сутність, інші - як спеціальний семантичний об'єкт.

Загальноприйнято онтологію предметної області представляти трійкою елементів

$$O = \langle X, R, F \rangle, \quad (2.1)$$

де  $X$  - кінцева множина концептів,  $R$  - множина відносин між концептами,  $F$  - множина функцій інтерпретації концептів і відносин.

Графічно онтологія має вигляд мережі, вершини якої є термінами і відносинами, а ребра вказують на зв'язки між ними. Побудова онтології корисно для використання в:

- системах навчання при пошуку потрібної інформації [16];

- пошукова система з використанням семантично значущих фрагментів тексту [17];
- наукових дослідженнях при відстеженні корисних даних і знань в потоках інформації [18];
- системний аналіз при дослідженні предметної області [19,20];
- інтеграції даних і знань при композиції інформаційних баз [21].

Таким чином, створенню ефективної експертної системи (ЕС) має передувати формування онтології предметної області (рис. 2.2). У свою чергу, це стає можливим за умови існування бази даних, яка містить всю необхідну інформацію про об'єкт або процес. Майбутній користувач такої системи (замовник) визначає набір і структуру правил, а експерт визначає відповідну онтологію, створюючи тим самим фіксовану ієрархічну систему виводу. Для того, щоб мати можливість масштабування ЕС необхідно також створити онтології засобів представлення вхідної та вихідної інформації, а також програмних елементів.

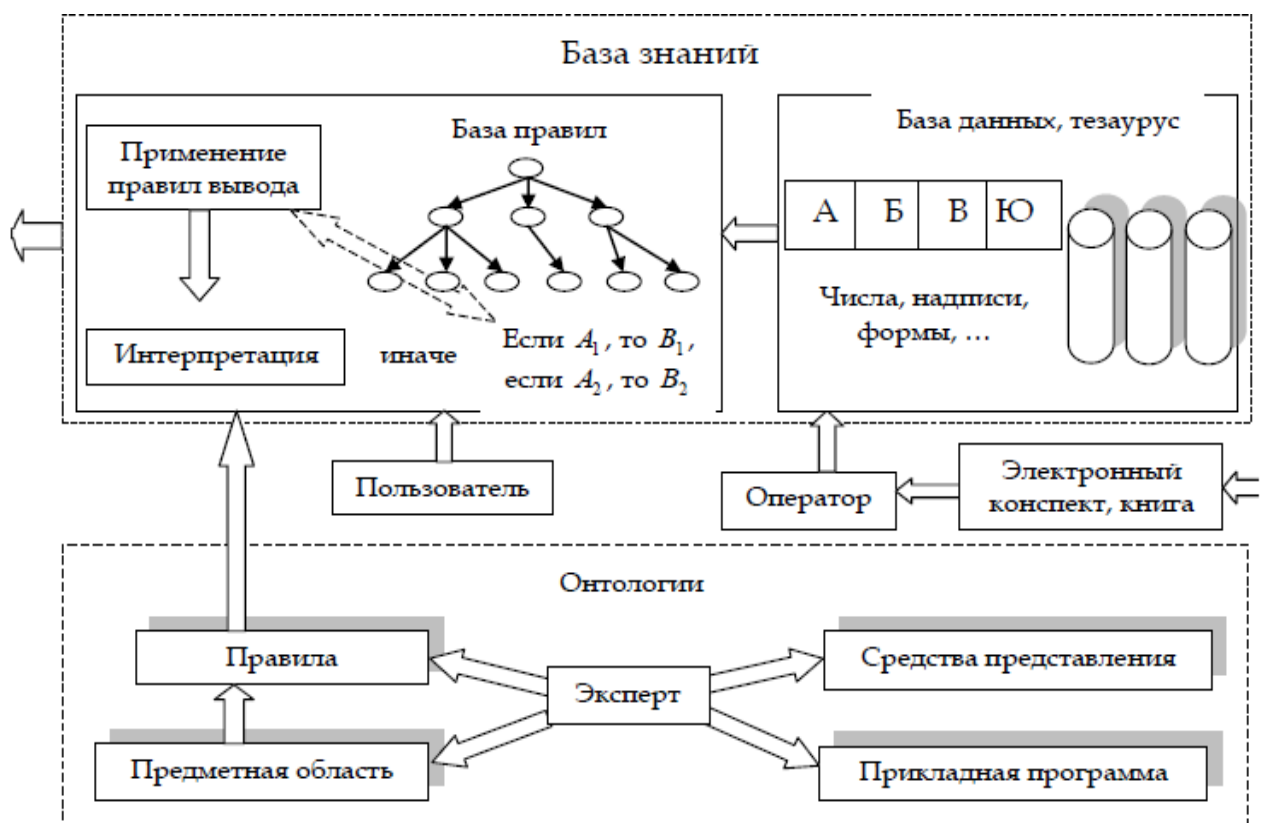


Рисунок 2.2 – Структурна схема експертної системи на базі онтології [22]

Взаємодія експерта, аналітика і оператора відбувається через спілкування.

При цьому виникає ряд лінгвістичних проблем і завдань, до яких віднесемо:

- формування загального словника спілкування, де однакові об'єкти ідентифікуються однаковими іменами, як для аналітика, так і для експерта. Словник включає загальнонаукові терміни, спеціальні поняття, професійні неологізми;
- формування понятійних структур, відповідних існуючим асоціативним і семантичним зв'язкам, і які є ієрархічними складовими частинами онтології;
- розробка словника, який дозволить створювати дружній інтерфейс для роботи експерта (користувача).

Вирішення вищезазначених завдань зводиться, в основному, до оцінки семантичних зв'язків, структуризації елементної бази і є передумовою ефективної розробки ЕС, їх використання та подальша модифікація.

У сучасному світі інформаційних технологій онтології - формальні явні описання термінів предметних областей і відносин між ними.

У сучасному світі інформаційних технологій онтології - формальні явні описи термінів предметних областей і відносин між ними. [22]

Онтології створюються для того, щоб [23]:

- Програмні агенти розуміли структуру інформації;
- Існувала можливість повторного використання знань в предметній області;
- Зробити допущення в предметній області явними;
- Відокремити знання в предметній області від оперативних знань;
- Аналізувати знання в предметній області.

Розробка онтологій не є самоціллю, вона подібна визначенню набору даних та їх структури для використання іншими програмами. Відзначаючи певну схожість створення онтологій з проектуванням класів в об'єктно-орієнтованому програмуванні, зауважимо, що програміст зосереджується на

операторних властивостях класу, а розробник онтології - на структурних властивостях.

Онтологія разом з примірниками класів утворює базу знань. На практиці розробка онтології включає:

- Визначення класів;
- Розміщення класів у таксономічну ієрархію;
- Визначення слотів і опис їх допустимих значень;
- Заповнення значень слотів екземплярами.

Побудова і використання онтології в ЕС базується на тому, що:

- онтологія в такому випадку спільно використовується колективами агентів;
- знання про предметну область використовуються неодноразово;
- знання про предметну область відокремлені від процесу та алгоритму експертизи.[22]

### **2.5.2 Огляд предметних областей розробки та використання онтологій**

Наукові роботи, присвячені онтологій, діляться на два класи: до першого класу відносяться роботи по проблематику розробки онтологій і їх удосконалення, другий клас визначається завданнями їх застосування.

Аналіз спектру наукових джерел дозволяє стверджувати, що необхідність розробки онтологій визначається втратами часу на пошук необхідної інформації; інкапсуляцією цінної інформації; повторюваністю помилок через недостатню інформованість і ігнорування попереднього досвіду. При виконанні онтологічного інжинірингу досягаються властивості системності, інформаційної єдності і науковості, що є необхідною умовою розробки та використання ефективних ЕС.

Описи рішень прикладних задач з використанням онтологій займає більшу частину серед наукових джерел. Розробка та використання онтологій на сьогоднішній день не формалізовані, для їх побудови існують тільки деякі фундаментальні правила. Разом з тим, області застосування онтологій і аспекти їх розвитку досить різноманітні.

В роботі [24] запропонована понятійно-тезова модель подання знань, на базі якої автори планують розробити систему автоматизованої генерації тестів для контролю знань. Разом з тим, в ній відсутня згадка про повноту такого подання інформації та про повноту тесту, який повинен визначати знання студентом всього навчального курсу. Інший підхід до вирішення аналогічної задачі [25, 26] базується на використанні аналізу формальних понять Вілле-Гантера і спрямований на автоматичне формування понять, закономірностей і асоціацій в предметній області. Домінуюче значення в роботі займає модель складу-включення інформаційних елементів, що, безумовно, не вичерпує семантичного різноманітності викладу навчального матеріалу.

Як показує аналіз першоджерел, практичні напрями застосування онтологій є різноманітними: від розробки інтерфейсу програмних систем до генерації тексту програм на основі онтологій. У розглянутих роботах присутній бачення перспективності двох основних напрямів застосування онтологій в практичних застосуваннях. Одне з них пов'язано з оптимізацією інформаційного пошуку, інше з підвищенням ефективності процесу набуття знань. Деяка обмеженість розгляду проблеми контролю знань в існуючих роботах і актуальність розробки систем дистанційного контролю знань свідчать на користь створення автоматизованих систем, що базуються на структурованому представленні навчального матеріалу, класифікації питань, визначенні їх повноти.

Відомо, що на сучасні процеси в природі і суспільстві справляють домінуючий вплив такі чинники як лавиноподібний зростання кількості інформації, кількості інформаційних джерел, розвиток всесвітньої глобальної мережі і зростаючі потреби виробників матеріальних благ і послуг. В той же час, пошук необхідної інформації наштовхується на велику кількість нерелевантних даних, що мають до розглянутій задачі вельми віддалене відношення. Для вирішення такої проблеми в сучасних інформаційних технологіях виникли напрямки, іменовані інженерією знань (Knowledge Engineering) і витяганням знань з текстів (Text Mining). Деякий ставлення до

них має і електронне навчання (E-learning). Прикладними областями, в яких зосереджені головні відповідні розробки, є:

- Аналіз інформаційних ресурсів в Інтернет;
- Контроль знань учнів;
- Дистанційне навчання;

Підводячи підсумок аналізу наукових джерел можна помітити зростання загальної кількості публікацій онтологічного спектру, що свідчить про його актуальність. Важливими напрямками застосування онтологій є ЕС, в яких реалізуються процедури семантичного пошуку, розробки деревовидних структур понять і відносин між ними.[22]

### **2.5.3 Проектування і керування процесом контролю знань на основі онтології предметної області**

У зв'язку з поширенням дистанційної освіти, а також іншими факторами виникає необхідність розробки і використання засобів автоматизованого навчання і контролю знань. При цьому головна увага звертають на особливості розробки програмного забезпечення, а проблеми оптимізації структури навчального матеріалу, а також розробки методології тестування знань і методів її верифікації залишаються осторонь.

Очевидно, що в переважній більшості випадків контроль знань сильно суб'єктивізован як за формою проведення, так і за змістом. Його об'єктивізація може бути досягнута і досягається в певному обсязі за допомогою використання автоматизованих систем. Однак при традиційному підході не гарантується повнота охоплення навчального матеріалу, якість його подання для контролю знань, крім того час проведення контролю знань не є оптимізованим, а сам процес оцінювання супроводжується інформаційною надмірністю.

Сучасні системи АСНКЗ, можна розділити на дві категорії, за способом реалізації:

- Без використання онтологій;
- З використанням онтологій.

У свою чергу, в основному, системи з першої категорії базуються на таких основних ідеях і підходах до оцінювання знань:

- Питання мають вигляд тестів, з двома або більше варіантами відповідей; питання задаються в певній або випадкової послідовності; оцінка визначається як відношення кількості правильних відповідей до кількості всіх питань;
- Питання мають вигляд тестів; питання задаються у випадковому порядку, але випадковість визначається ймовірностями актуальності того чи іншого питання (під актуальністю розуміють наявність або відсутність зв'язку між сьогоденням і попереднім питаннями, складність питання тощо); загальна оцінка визначається як функція від правильності відповідей на "зважені" питання;
- Питання класифіковані за типами; вони задаються випадковим чином, але обов'язково вказану кількість питань певного типу; для кожного типу запитань існують процедури оцінювання правильності відповіді і загальна оцінка є інтегральним показником.

Онтології в навчальному процесі використовуються поки рідко, що пов'язано з великою трудомісткістю процесу їх формування та процедурою використання для тестування. Відомі підходи з використанням елементів онтологій:

- Студент складає з питань цілісну картину предмета із зазначенням концептів і відношень між ними;
- На кожному кроці студенту пропонується кілька питань, з яких він вибирає один, найбільш на його погляд окремий («частний»), і на нього відповідає, після чого переходить до більш загального.

Аналіз релевантних публікацій свідчить про те, що ідея застосування онтологій в навчальному процесі зосереджена на підвищенні якості навчання та технології контролю знань з використанням онтології предметної області та знаходиться в ініціальної стадії розробки. Один з методів контролю знань на базі онтології полягає в тому, що оцінювання результатів тестування відбувається залежно від того, наскільки досягнута мета контролю знань, тобто



чи правильно побудована логічний ланцюжок питань і чи відповідає вона онтології.

Онтології предметних областей виступають в якості системних ресурсів для проектування і функціонування систем контролю знань. На сьогоднішній день вони практично відсутні, що пов'язано, насамперед, зі складністю їх формування. Існування онтології – необхідна умова створення ефективних систем контролю знань. Одним з можливих способів побудови онтології є використання електронних конспектів та визначення на їх базі основних концептів курсу, установка відносин між ними та розробка відповідної інтерпретації концептів і відносин.

Для розробки онтології використовують два підходи: спадний і висхідний.

При спадному підході на нижчому (початковому) рівні знаходяться елементарні одиниці. Наприклад, для навчальних курсів, в яких вивчаються теорії (наприклад, теорія ймовірностей) це можуть бути невизначені поняття. На наступних рівнях знаходяться аксіоми, визначення, теореми, леми, додатки. Застосовуючи висхідний підхід, на верхньому рівні розміщують основні метапоняття курсу, які з тими чи іншими атрибутами багаторазово присутні в навчальному матеріалі.

Припускаючи, що онтологія побудована, визначаються такі складові завдання управління процесом контролю знань:

- Сформувані базу питань та можливих відповідей з урахуванням особливостей побудованої онтології, при цьому типи відповідей визначаються структурою питань;

- Визначити мінімально і максимально можливу кількість питань, які будуть задані одному студенту;

- Розробити алгоритм проходження контролю знань (логічну схему контролю знань) студентом;

- Визначити процедуру оцінювання знань.

Відомо, що традиційні системи контролю знань, активно використовуються в навчальному процесі, базуються на випадковому виборі

тестових питань з генеральної сукупності, складеної викладачем. Їх функціонування не гарантує повного охоплення всіх тем курсу, а також правильного оцінювання. Тому важливим завданням є реалізація управління процесом контролю знань з метою забезпечення робастності оцінювання, що полягає в тому, щоб за будь-яких початкових умовах досягти вірного результату - правильної оцінки.

Першим етапом цього процесу є формування бази знань. Очевидно, що вона повинна знаходитися в певному відношенні з онтологією, яка є концентрованим вираженням структури курсу з його елементами і відносинами між ними, представленими як деревоподібна структура.

Роль онтології є визначальною при створенні систем контролю знань, оскільки вона є домінуючим фактором при визначенні повноти і правильності оцінювання. Зауважимо, що тестові послідовності можуть і повинні бути різними для різних учнів. Така вимога задовольняється шляхом встановлення різних стартових точок тестування та розробкою його алгоритму. Важливим аспектом такого алгоритму є суб'єктивність процесу проходження тесту. Разом з тим необхідно відзначити існування деяких інваріантних елементів і принципів, що складають основу алгоритму.

Висхідний контроль відрізняється тим, що потужність початкового безлічі питань для контролю знань значно більше і більшість концептів нижчого рівня є інцидентними декільком концептів верхнього рівня.

Верифікація процесів контролю знань є досить складною суб'єктивізованою процедурою. Розглянемо підхід до контролю знань, що базується на об'єктивізації оцінки учня за допомогою автоматизації процесу формування безлічі питань і процедури його реалізації при дотриманні умови повноти. Композиція двох умов: повноти охоплення навчального матеріалу і мінімізації інформаційної надмірності виконується за рахунок побудови відображення онтології предметної області курсу на формалізовану схему проблемно-орієнтованого представлення навчального матеріалу. У результаті реалізації структурно-онтологічного підходу оптимізується навчальний процес і підвищується ефективність контролю знань.

Створення онтології предметної області навчального курсу направлено на оптимізацію структури і елементного базису дисципліни з метою забезпечення повноти її подання та порядку структурних елементів. Така онтологія може бути використана в процесі навчання і в процесі контролю знань. Крім того, вона є засобом, що сприяє розумінню структури курсу студентами.

Традиційний метод формування онтології базується на досвіді і знаннях викладача і здійснюється "вручну".[22]

#### 2.5.4 Принципи розробки і підходи до створення систем контролю знань з використанням онтологій

Відомо, що онтологія для навчального процесу - це структурна специфікація предметної області (навчального курсу), її формалізоване уявлення, яке включає словник показчиків на поняття області та логічні зв'язки, які описують, як вони співвідносяться один з одним. Таким чином, онтології включають в себе словник для представлення та обміну знаннями про досліджувану предметну область та безліч зв'язків, встановлених між термінами цього словника.

Як вже зазначено вище, розрізняють формування онтології О на базі цілей і даних. Розглянемо формування онтології предметної області, якою є навчальна дисципліна, на базі цілей (рис. 2.3).

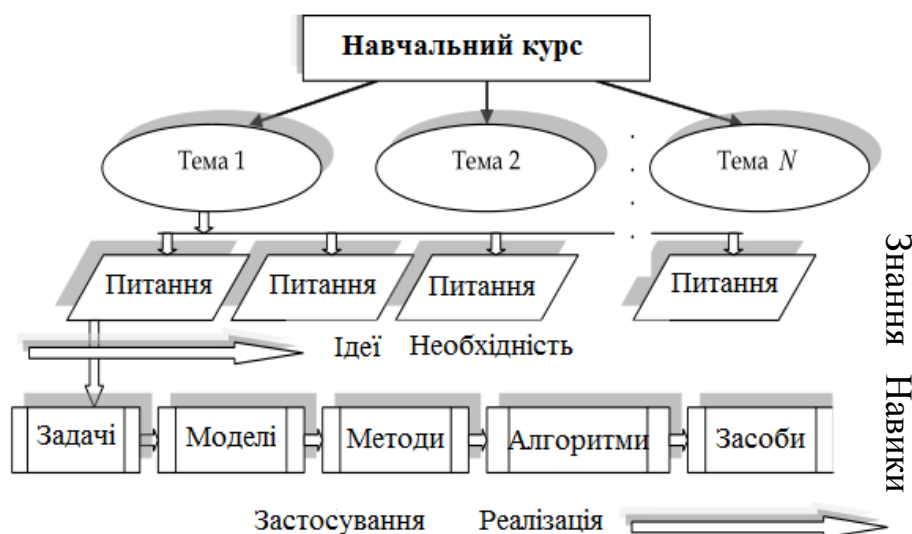


Рисунок 2.3 – Онтологія предметної області на основі цілей [22]

Мета вивчення курсу, як правило, наведена в робочій програмі. Досягається вона через вивчення ряду тем, кожна з яких, у свою чергу, декомпонується на питання  $(P_{i1}, P_{i2}, \dots, P_{ik})$ , де  $i$  – номер теми,  $k$  – номер питання в темі,  $i = \overline{1, n}$ ,  $k = \overline{1, l_m}$ ,  $l_m$  – кількість питань в  $i$ -й темі. Розгляд кожного питання, наприклад, в напрямку комп'ютерних наук включає в себе п'ятірку складових:

$$P = \langle Z, Mo, Me, A, S \rangle, \quad (2.2)$$

де  $Z$  - безліч завдань,  $Mo$  - моделі,  $Me$  - методи,  $A$  - алгоритми,  $S$  – засоби. Ця п'ятірка також неявно відображає перетворення знань в навички.

Побудова такої онтології дозволяє чітко уявляти структуру курсу, місце і роль того чи іншого поняття в загальній схемі зв'язків між його складовими. Разом з тим, така семантична сукупність значною мірою є суб'єктивізованою і відображає лише один погляд на структуру та наповнення ЕС.

Інший підхід, пов'язаний з використанням обчислювальної техніки, базується на аналізі електронних джерел, використовуваних для вивчення предметної області, взагалі, і дисципліни, зокрема. В якості ілюстрації такого підходу розглянемо в якості предметної області всі навчальні дисципліни за напрямом "Комп'ютерні науки" (рис. 2.4).

Раніше вже зазначено, що в першу чергу необхідно порахувати частоти вживання окремих слів-іменників предметної області. Неважко припустити, що такими словами будуть назви напрямів, за якими здійснюється підготовка студентів: математика, програмування, інформація, інтелект, моделювання, системи, технології та управління. При побудові семантичної мережі ці поняття будуть кореневими вершинами. На другому кроці підраховуються частоти вживання вже двох слів, перше з яких встановлено на першому кроці. Для кожного елемента, встановленого на першому кроці, визначаємо пару найбільш вживаних визначають слів. Цей процес продовжуємо і отримуємо граф. У певний момент будуть виявлені вершини, які є загальними для ребер з різних напрямків. Мережа, отримана таким чином, матиме пірамідальну структуру.

Побудована таким чином онтологія на базі даних дозволить створювати ефективні ЕС для контролю знань студентів, оскільки певна ієрархія понять у поєднанні з алгоритмічною складовою виключає процедури надмірного тестування і збільшує його інформативність.[22]

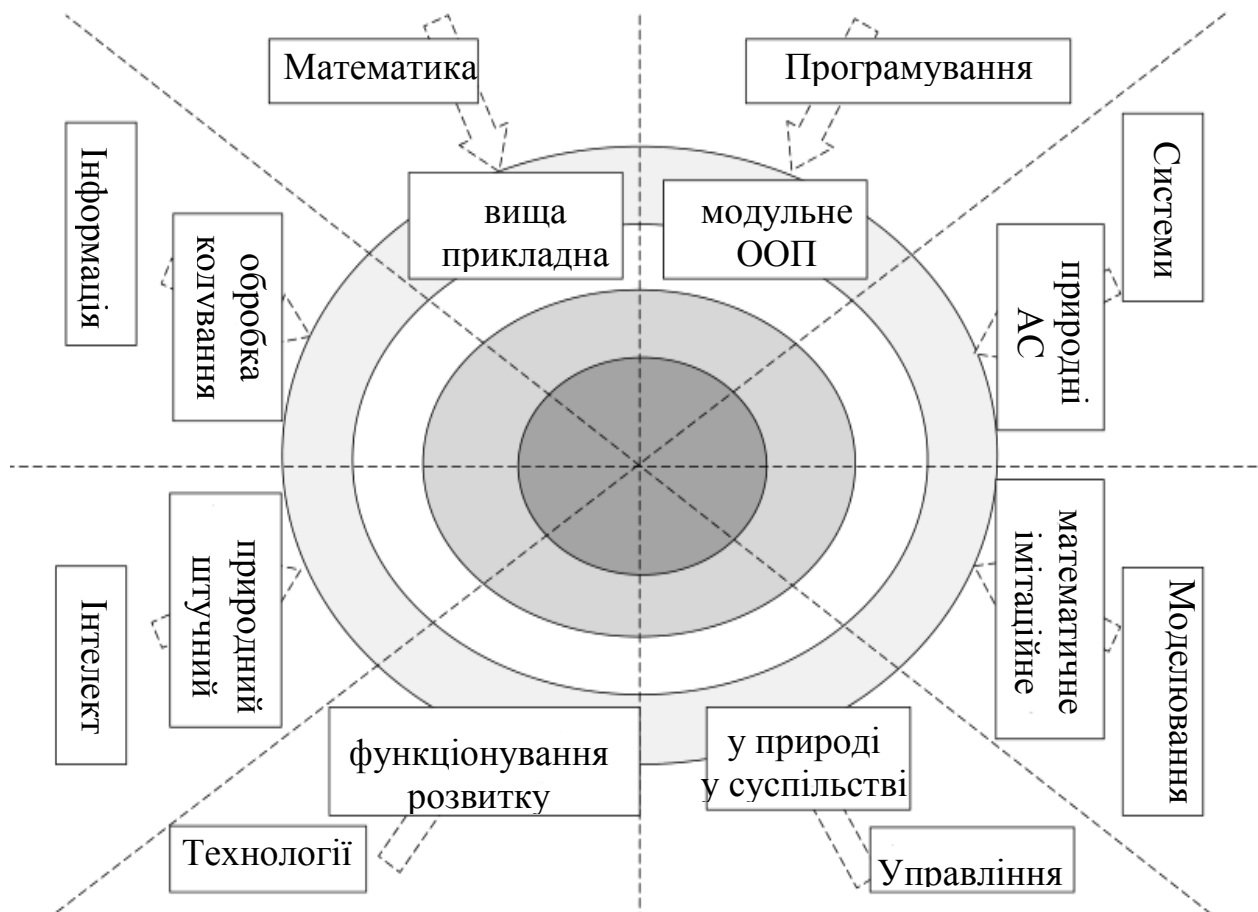


Рисунок 2.4 – Можливі складові конструкції онтології [22]

### 2.5.5 Елементний базис і передумови формування бази знань

В якості ілюстрації розглянемо формування бази знань для навчального курсу "Основи автоматизованого проектування складних об'єктів і систем". Головною проблемою, якій присвячено виклад матеріалу, є підвищення ефективності процесу проектування шляхом використання людино-машинних систем. Для її вирішення використовується кілька відомих концепцій: модульне проектування (МП), в якому головну увагу приділено ефективному виконанню окремих завдань; об'єктно-орієнтоване проектування (ООП), у главу якого

поставлені об'єкти проектування і відносини між ними; системне проектування, акцентоване на оптимізації самого процесу проектування. В основі останньої концепції лежить таке визначення. Системне проектування - процес отримання проекту системи в базисі системних властивостей, системних ресурсів і структур життєвого циклу.

На рис. 2.5 представлено фрагмент логічної схеми курсу, що має проблемно-орієнтоване побудова. Відповідна структура має вигляд графа «І-АБО».

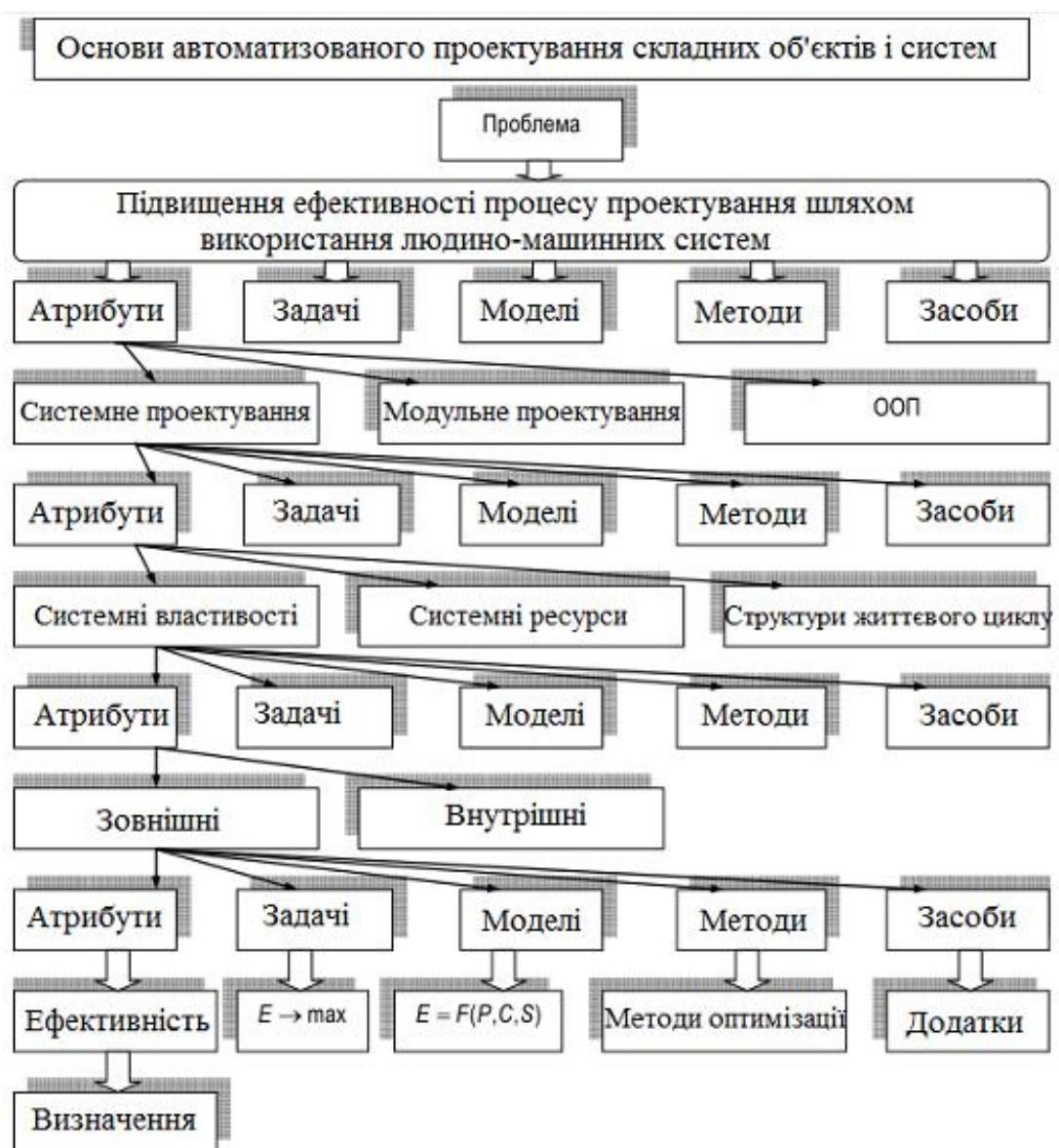


Рисунок 2.5 – Фрагмент логічної схеми задач курсу [27]

Особливістю такого графа є наявність великої кількості елементів з відношенням диз'юнкції на нижніх рівнях і кон'юнкції - на верхніх. Логічна схема курсу відповідає послідовності викладу матеріалу викладачем. Її графова модель має ієрархічну структуру, що дає підставу для проведення контролю знань за рівнями і етапах (вшир і в глибину). Рівневий контроль дозволяє визначити глибину знань екзаменованих за окремим навчальним елементу, яким може бути тема, завдання, модель, метод, додаток, деякий атрибут і т.п. Етапний контроль передбачає аналіз знань різних елементів навчання, які мають однакову семантичну навантаженість (наприклад, методи оптимізації - дискретною і безперервною, програми для аналізу даних - Matlab і Mathcad).

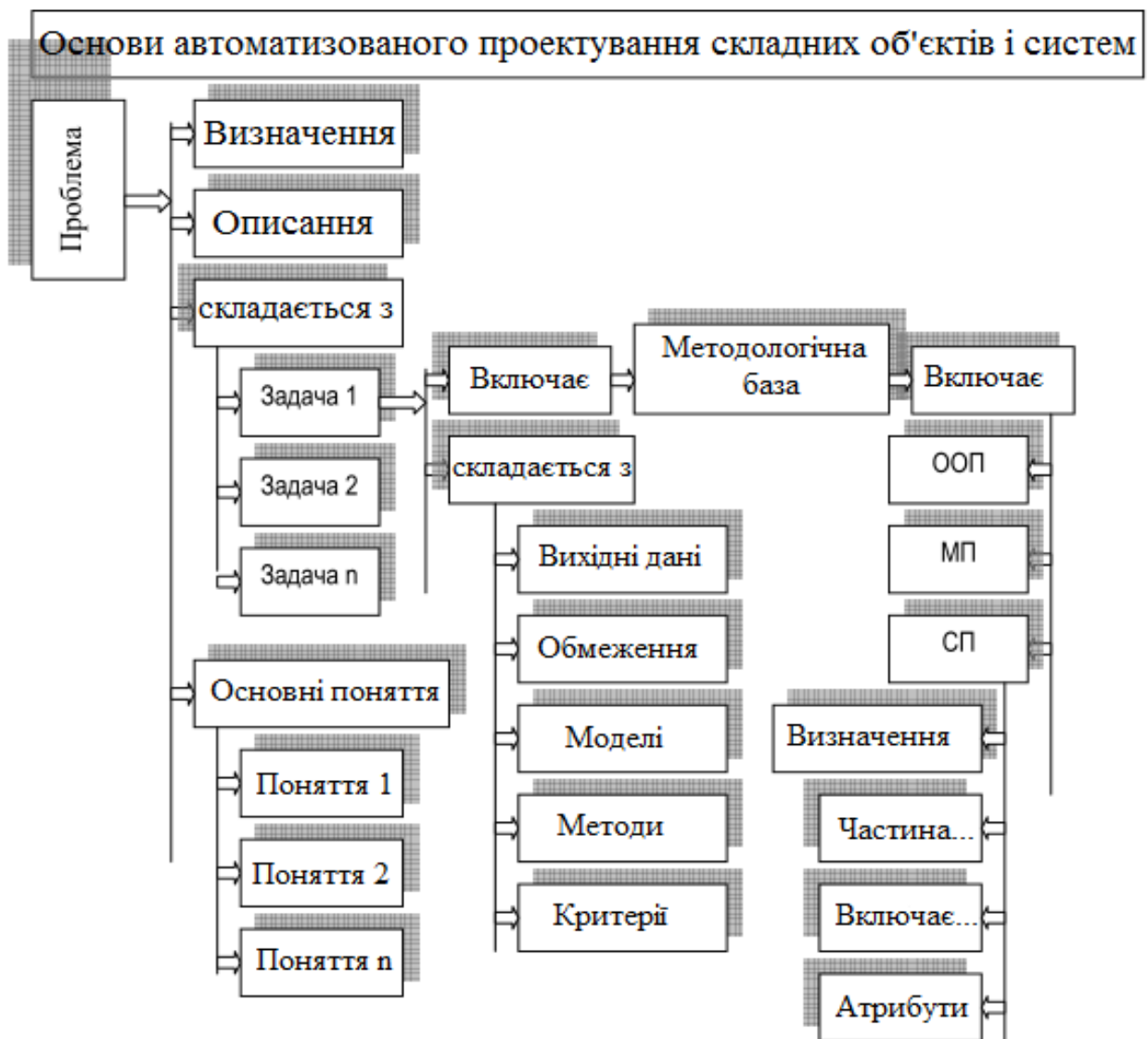


Рисунок 2.6 – Фрагмент онтології [27]

Контроль в глибину необхідний для уточнення оцінки знань, в той час як контроль вшир використовується для попереднього оцінювання і визначення необхідності подальшого оцінювання. [27]

Те, як формулювати питання визначається, виходячи зі структури онтології, відповідний фрагмент якої зображений на рис. 2.6.

## **2.6 Висновки до розділу 2**

Для процесу контролю знань характерна значна суб'єктивність, об'єктивізувати яку прагнуть багато викладачів і екзаменованих. Необхідно зазначити, що такі процеси є різноаспектними, напрямки дослідження базуються на різних концептуальних парадигмах. У незначній мірі відбувається об'єктивізація процесу оцінювання. Разом з тим, втрачається повнота охоплення навчального матеріалу і різноманітність, яке виражається в семантичній сутності задаються. Контроль знань у більшості випадків не оптимізований за часом проведення і смисловій навантаженості питань.

В значній мірі усунути зазначені недоліки дозволяє концепція використання онтологій у процесі контролю знань. Ідеї та принципи, що лежать в її основі, вказують на композицію чотирьох складових. Перша з них - логічна схема курсу, що є базовим елементом при визначенні послідовності запитань. Друга – онтологія предметної області, призначена для формування питань контролю. Класифікація питань, що передбачає формалізацію питань залежно від типу відповідей, утворює третю складову. На останньому етапі використовується процедура визначення інтегральної і проміжних оцінок екзаменованих.

Інтеграція зазначених елементів дозволяє структурувати навчальний матеріал; виконати досить повне його подання; переривати контроль знань залежно від умов, що визначаються викладачем; мінімізувати інформаційну надмірність і час тестування.



## **3 ГЕНЕРАЦІЯ ТЕСТОВИХ ПИТАНЬ ПО ОНТОЛОГІЇ ТА ГЕНЕРАЦІЯ ТЕСТУВАННЯ**

### **3.1 Теоретичні відомості**

Тест – сукупність запитань, які переважно вимагають однозначної відповіді, укладений за певними правилами та процедурами, передбачає попередню експериментальну перевірку й відповідає таким характеристикам ефективності, як валідність і надійність. Тестологія – міждисциплінарна наука про створення якісних та науково обґрунтованих вимірювальних діагностичних методик тестування. Тестування – метод психологічної діагностики, що використовує стандартизовані питання і завдання (тести), що мають певну шкалу значень. Застосовується для стандартизованого вимірювання індивідуальних відмінностей.

Існують три основні сфери застосування тестування:

- 1) освіта - у зв'язку із збільшенням тривалості навчання і ускладненням учбових програм;
- 2) професійна підготовка і відбір - у зв'язку із збільшенням темпу зростання і ускладненням виробництва;
- 3) психологічне консультування - у зв'язку з прискоренням соціодинамічних процесів. Тестування дозволяє з відомою вірогідністю визначити актуальний рівень розвитку у індивіда необхідних навиків, знань і особових характеристик.

Використання комп'ютерних програм для проведення такої форми контролю знань як тестування стає все більш поширеним явищем. Автоматизовані системи контролю знань використовуються як окремо, так і як складові частини систем дистанційного навчання. На сучасному етапі в практиці педагогічного тестування намічений перехід від найпростішого засобу оцінки знань по числу правильних відповідей до складніших методів,

заснованих на математичних моделях сучасної теорії параметризації і моделювання педагогічних тестів.

### 3.1.1 Типи тестових питань

Дослідження функціональних можливостей найбільш поширених систем тестування та модулів контролю знань в комп'ютерних системах навчання показало, що можна виділити такі типи тестових завдань:

- 1) питання закритого типу, в якому користувачу надаються варіанти відповіді:
  - a. Одиночний вибір – вибір одного варіанта відповіді з декількох запропонованих. Питання можна представити у вигляді конструкції  $P = \langle A, B, i, R \rangle$ , де  $A$  – текст питання,  $B$  – множина варіантів відповіді,  $i$  – номер вірної відповіді,  $R$  – посилання на теоретичний матеріал.
  - b. Множинний вибір – вибір одного або декількох варіантів відповіді з декількох запропонованих. Питання можна представити у вигляді конструкції  $P = \langle A, \langle B_i, C_i \rangle, R \rangle$ , де  $A$  – текст питання, список відповідей складається з  $B_i$  – текст  $i$ -того варіанту відповіді і  $C_i$  – правильність  $i$ -того варіанту (0,1),  $R$  – посилання на теоретичний матеріал.
  - c. Відповідність – упорядкування висловлювань у двох списках так, щоб вони відповідали один одному. Питання можна представити у вигляді конструкції  $P = \langle A, \langle B_i, C_i \rangle, R \rangle$ , де  $A$  – текст питання, списки відповідей складаються з:  $B_i$  –  $i$ -тий елемент списку 1,  $C_i$  –  $i$ -тий елемент списку 2,  $R$  – посилання на теоретичний матеріал.
  - d. Упорядкування списку – розстановка відповідей у певній послідовності. Питання можна представити у вигляді конструкції  $P = \langle A, \langle B_i \rangle, R \rangle$ , де  $A$  – текст питання,  $B$  – список відповідей,  $R$  – посилання на теоретичний матеріал.
  - e. Встановлення істинності висловлювання: вибір одного з двох запропонованих варіантів відповіді «так» чи «ні». Можливий також вибір трьох градацій: «так», «ні», «не знаю» або п'ятьох: «так»,

«скоріше так», «не знаю», «скоріше ні», «ні» – зазвичай використовуються в психологічних тестах. Питання аналогічне одиночному вибору.

f. Обробка списків:

I. перетягування: є набір елементів – «приймачів», які потрібно перемістити в певні області екрану – «джерела» в якості відповіді на питання;

II. переміщення та з'єднання: питання виглядає як набір «об'єктів» і «з'єднувачів», необхідно розмістити та з'єднати елементи особливим чином;

III. створення дерева: є два списки: зліва знаходиться дерево, справа – елементи, які потрібно розмістити в дереві;

IV. створення та впорядкування списку: з декількох списків елементів потрібно скласти один – перетягнути елементи і розмістити їх у правильній послідовності.

2) питання закритого типу, в яких надання варіантів відповіді користувачу не передбачено:

a. Уведення тексту, числа, дати або часу.

b. Мовна відповідь: відповідь на питання за допомогою мікрофона.

c. Завантаження файлу в якості відповіді.

d. Графічна відповідь:

I. вибір певної області на зображенні в якості відповіді;

II. малювання точки / лінії / кола / відрізка / прямокутника в якості відповіді на запитання;

III. малювання відповіді з використанням примітивного графічного редактора.

e. Уведення формули в якості відповіді за допомогою вбудованого редактора формул. Такий редактор реалізований, наприклад у програмі KTest, коли формула записується і зберігається у вигляді рядка, а вигляд математичного виразу приймає синхронно введенню у спеціальному віконці. Для створення вбудованого

редактора формул доцільно використовувати систему верстки TeX, розроблену Д. Кнотом. TeX – стандарт de facto в математичному співтоваристві й є продуктивною при великих обсягах роботи.

- 3) У комбінованій формі питання наявність варіантів відповіді на питання залежить від налаштувань. До такого типу належить заповнення пропусків у тексті питання.

Класифікація тестових питань наведена на рис. 3.1.

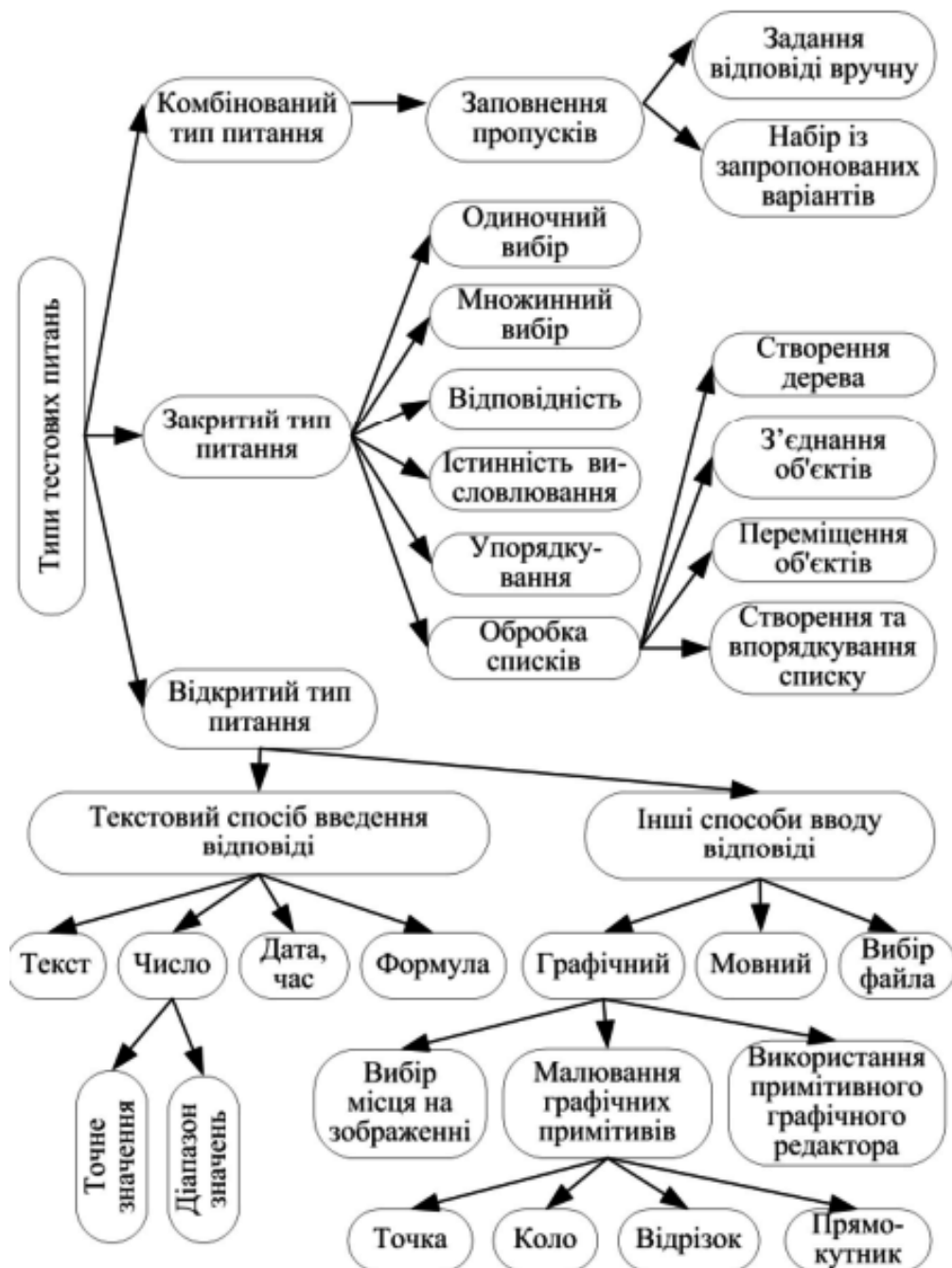


Рисунок 3.1 – Класифікація типів тестових питань [28]

При відкритій формі питання відповідь вводиться користувачем з клавіатури. Передбачаються такі варіанти перевірки відповіді:

- оцінка відповіді користувача викладачем вручну після автоматичної перевірки інших відповідей системою. Приклад:

*Яку геометричну фігуру називають квадратом? Квадрат – це чотирикутник, у якого всі сторони рівні – неповністю правильна відповідь.*

- перерахування відповідей, які можна зарахувати як правильні – завдання буде вважатися виконаним вірно, якщо користувач вкаже один з них. Приклад:

*Найвища гора світу: Джомолунгма / Еверест.*

- перерахування всіх правильних відповідей завдання буде вважатися виконаним вірно, якщо користувач вкаже всі відповіді в довільному порядку. Приклад:

*Перерахуйте усі материки, які є зараз на планеті Земля: Австралія; Антарктида; Африка; Євразія; Південна Америка; Північна Америка.*

- перерахування всіх правильних відповідей у визначеному порядку – завдання буде вважатися виконаним вірно, якщо користувач вкаже всі відповіді у тому ж порядку. Приклад:

*Назвіть місяці року англійською мовою. January, February, March, April, May, June, July, August, September, October, November, December.*

- використання системи шаблонів на основі регулярних виразів для оцінки відповіді користувача. Приклад:

*Найвища гора світу: Джомолунгма | Еверест.*

### **3.1.2 Методи генерації текстових завдань**

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

1. Оцінка дій студента застосовується в експертно-навчальних системах, тобто навчальних системах, що ґрунтуються на знаннях. Знання про предметну область і правила оцінки дій студента дозволяють системі

визначати рівень знань в ході діалогу. За допомогою методу можна на високому рівні моделювати взаємодію викладача зі студентом.

2. Стандартизований контроль знань полягає в тому, що студенту пропонується вибірка спеціальних завдань і з відповідей на неї виноситься судження про його знання. Для вимірювання здібностей даним методом необхідно проводити періодичні перевірки. 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 та їх математичної обробки.

Розглянемо докладно методологію генерації тестових завдань (рис. 3.2).

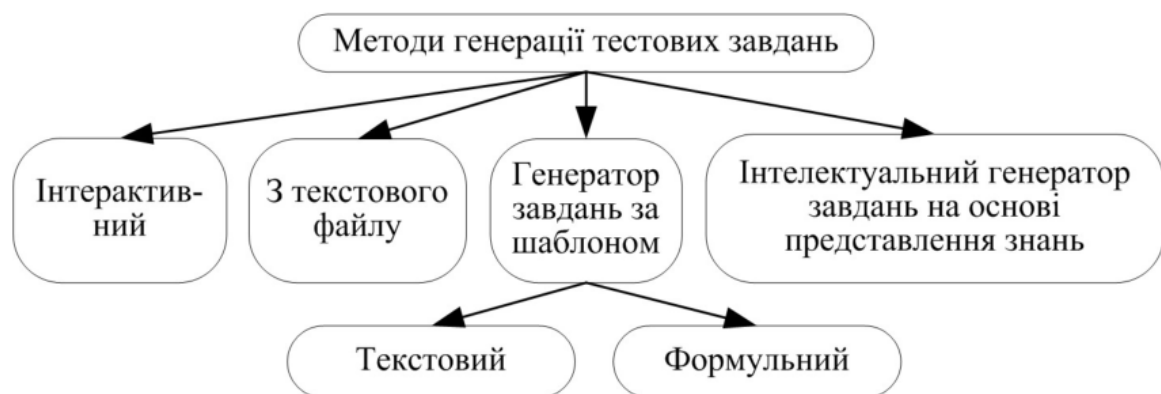


Рисунок 3.2 – Класифікація методів генерації завдань [28]

Базу завдань можна створювати у таких режимах:

1. Інтерактивний. Тестові завдання готуються заздалегідь і послідовно вводяться в базу за допомогою вбудованого в програму текстового редактора. Такий спосіб введення даних дає змогу виконувати довільне форматування завдань та використовувати мультимедійний контент.

Для реалізації навчального процесу питання необхідно згрупувати за темами з можливістю подальшого автоматичного вибору визначеної кількості питань з кожної теми при тестуванні. Такий поділ дає змогу перевіряти рівень

знань і проводити аналіз оволодіння матеріалом з окремої теми. Крім того, групування питань за темами більш зручне для сприйняття.

**2.** Імпорт тестових завдань, записаних з використанням відповідного синтаксису, із текстового файлу. Такий спосіб уведення завдань дає змогу готувати завдання разом із відповідями за межами системи тестування, наприклад, за допомогою найпростішого текстового редактора «Блокнот».

Тестові завдання генеруються шляхом довільної вибірки визначеної кількості питань з кожної теми та перемішування питань і відповідей у тесті. Такий механізм генерації виключає передачу інформації від одного учасника тестування до іншого про перелік питань та позиції правильних відповідей для можливого списування іншими учасниками і, таким чином, студент не може скористатися попереднім знанням тесту, із заздалегідь відомою послідовністю запитань і відповідей.

**3.** Автоматизований. Наявність такого режиму якісно відрізняє систему тестування від інших подібних програм. При використанні такого режиму автор тесту створює шаблон питання й варіанта відповіді, за яким програма тестування буде автоматично генерувати задану кількість завдань із заданою кількістю варіантів відповіді. Цей шаблон уводиться у систему за допомогою текстового редактора. За заданим шаблоном може генеруватися практично необмежена кількість завдань.

**4.** Інтелектуальна генерація тестових питань на основі моделей представлення знань. [28]

### **3.2 Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Серед відомих методів генерації тестових завдань необхідно відзначити методи параметризованих тестів, семантичних мереж, понятійно-тезисної моделі(ПТМ) та її модифікації.

### 3.2.1 Параметризовані тести

Метод параметризованих задач дозволяє генерувати завдання відкритого типу. Тестований при цьому, як правило, повинен ввести деяке число, яке і буде результатом рішення представленої задачі.

У методі параметризованих задач використовується принцип фасетності, що дозволяє створювати, в одному завданні, відразу кілька варіантів. Кожному студенту програма видає тільки один елемент з фасета. Розглянемо приклади фасетних завдань з одним фасетом і двома варіантами:

1. {Зимовий, літній} мусон дме

а) з суші на море

б) з моря на сушу

Параметризоване питання являє собою шаблон питання, створений автором. У момент видачі, шаблон доповнюється параметром, значення якого генерується в заздалегідь встановлених межах. Під шаблоном звичайно розуміють заготовку тексту, в якому деякі елементи можна змінювати відповідно до заданого алгоритму. Суть методу полягає в тому, що маючи шаблон завдання і змінюючи параметри на вході, ми отримуємо нові варіанти завдання на виході.

В якості прикладу авторами було наведено наступне завдання:

*У Петі було два яблука, а у Васі три. Скільки яблук було у Пе-ти і Васі?*

Для того, щоб зробити з цього завдання шаблон, необхідно замість конкретних чисел поставити параметри і алгоритми, що генерують значення цих параметрів. Тоді ця задача може бути записана як: У Петі було  $gen(x)$  яблука, а у Васі  $gen(y)$ . Скільки яблук було у Петі і Васі?

Тут  $gen(x)$  і  $gen(y)$  - програма, що генерує значення для змінної  $x$  і  $y$ , відповідно. До шаблону потрібно прикласти програму вирішення задачі по згенерованим параметрам. Тоді шаблон завдання буде виглядати наступним чином: правильна відповідь:  $(rez = solv(x,y))$ , де  $solv(x,y)$  - програма обчислення правильної відповіді.



Недоліком цього методу є трудомісткість формування набору шаблонів завдань. Перевага цього методу полягає в тому, що для малої кількості шаблонів можна згенерувати достатньо велику кількість завдань. Так для наведеного прикладу, якщо параметр  $x$  може прийняти 10 різних значень, а параметр  $y$  - 15, тоді ми отримаємо можливість згенерувати 150 варіантів завдань.

Генерація питань на основі алгоритмів - окремий випадок параметризованих задач. В основі питання навчають, пропонується деякий програмний код, який реалізує певний алгоритм. Тестований повинен визначити значення деякого параметра алгоритму, тим самим демонструючи своє розуміння мови програмування. Суть методу полягає в наступному: ґрунтуючись на умові виходу з циклу, можна побудувати генератор питань. Розглянемо приклад знаходження суми натурального ряду:

Крок 1:  $i = 0, S = 0,$

Крок 2:  $S = S + i, i = i + 2,$

Крок 3: якщо  $i < n$ , то перейти на крок 2.

Питання 1. Яке значення прийме змінна  $S$  після завершення циклу, якщо  $n = \text{генерувати}()$ .

Питання 2. Яке значення змінної  $n$  було встановлено, якщо по завершенню циклу значення  $S = \text{генерувати}()$ .

Питання 3. Скільки ітерацій було виконано, якщо по завершенню циклу значення  $S = \text{генерувати}()$  і т.п.

Генерація тестових завдань на основі дерев та/або. Методів побудови алгоритмів генерації заснований на використанні дерев та/або, дозволяє представити будь-яку комбінаторну множину у вигляді дерева та/або. На рис. 3.3 представлено опис примітивного текстового завдання з математики.

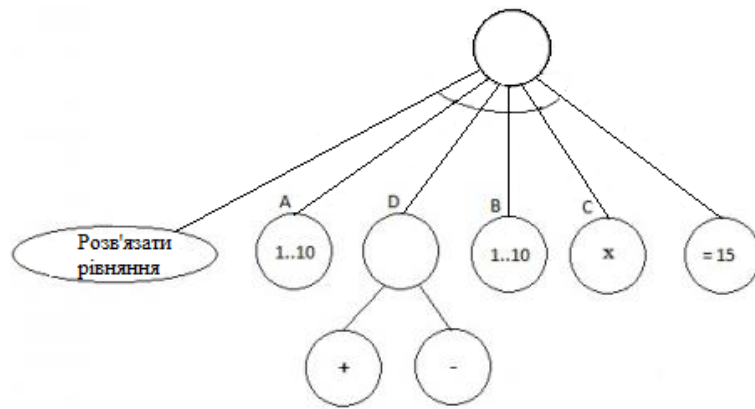


Рисунок 3.3 – Опис текстового завдання у вигляді дерева та/або [29]

Розглянемо гілку D. Гілка D має два або-варіанти представлення, перший варіант символ «+», а другий - «-». В даному випадку завдання буде мати 200 варіантів представлення. Однак, у випадку вибору в гілці D знака «+», рішення даного завдання буде формула  $C = (15-A) / B$ , при знаку «-» -  $C = (15-A) / -B$ . Тобто рішення даної задачі також можна представити у вигляді дерева та/або (рис. 3.4).

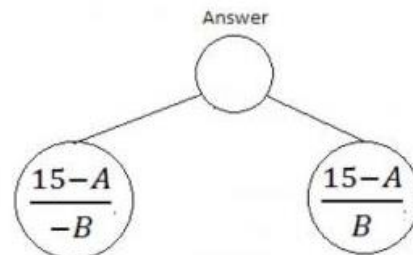


Рисунок 3.4 – Гілка дерева та/або з варіантами відповіді [29]

Недолік методу полягає в складності формуванні шаблону при більш складному завданні. [29]

### 3.2.2 Семантичні мережі

Суть застосування семантичних мереж полягає в генерації тестових питань на основі бази знань (БЗ), яка складається експертом. Структурною одиницею бази знань є тріада: «поняття» - «ставлення» - «поняття». Експерт з предметної області наповнює БЗ, а формування тестів відбувається автоматично шляхом опущення однієї з ланок тріади. Недоліки цього підходу

полягають великих трудових витратах на формування бази знань, необхідності залучення експерта з предметної області та інженера по знаннях.[29] Також можна виділити такі недоліки – відсутність формалізації алгоритму побудови завершеної цілісної семантичної мережі, яка б коректно відображала предметну область, а також лінгвістична незрозумілість, а іноді – недоцільність завдань, що генеруються.[30] Семантичні мережі як і інші моделі знань, що застосовуються для класичних задач штучного інтелекту, погано підходять для освітніх цілей зокрема для формування якісних тестових завдань.[29]

### **3.2.3 Генерація тестових завдань на основі понятійно-тезисної моделі**

ПТМ - це модель подання знань, яка формалізує зміст навчального матеріалу. Для представлення знань про поняття в моделі існують структурні елементи - відомості про об'єкт, або тези про поняття.

Семантичні елементи ПТМ виділяється безпосередньо з тексту навчального фрагменту. Тестове завдання формується шляхом вибору контрольної понятійно-тезисної пари і дистракторів на основі інших понять чи тез. Перевагою підходу є простота формування БЗ і висока якість тестових завдань у порівнянні з іншими методами автоматичної побудови тестів. [29]

Недоліки методу:

- з педагогічної точки зору надмірне обмеження структури тесту рамками понять та тезисів, оскільки в практиці формування тестових завдань часто трапляються „тезисно-тезисні” конструкції доволі складної структури;
- неструктурованість представлення тез у даному методі обмежує складність тестового завдання, оскільки не аналізуються окремі частини самої тези;
- запропонована авторами структура класів не обґрунтована, що породжує невизначеність у їх наповненні й може спричинити формування альтернатив з низькою педагогічною цінністю. [30]

### 3.2.4 Формування тестових завдань на основі модифікації понятійно-тезисної моделі за допомогою ключових слів

В роботі [31] пропонується модифікувати ПТМ шляхом додавання до структурних елементів ще однієї складової - ключових слів.

Ключові слова - це слова або словосполучення, які використовуються для вираження деякого контекстного аспекту змісту тези про поняття. Вони несуть істотну смислове навантаження і так чи інакше характеризують поняття, про яке йдеться в тезі.

Під час семантичного розбору тексту викладач виділяє поняття, додає до них тези і виділяє ключові слова.

Наведемо приклад навчального матеріалу і виконаємо його семантичний розбір, згідно удосконаленої ПТМ і її базових елементів. В якості навчального матеріалу був узятий фрагмент курсу лекцій «Програмування на мові Сі ++». Виділяємо з нього наступні структурні елементи:

*Поняття:* Посилання

*Набір тез:*

- Є видозміненою формою покажчика;
- Може розглядатися як покажчик, який є ще одним ім'ям або псевдонімом змінної;
- Можна ініціалізувати тільки один раз;
- Підвищують ефективність програми, особливо при передачі даних при виклику функції.

*Ключові слова:* покажчик (2), змінна (1), програма (1), функція (1).

Аналізуючи ключові слова в тезах, доцільно внести в БЗ таке поняття як «Показчик», адже воно зустрічається досить часто в тексті тез і дидактично передуює поняттю «посилання», а також є ключовим на думку упорядника тесту. Отже далі проробляємо такі ж дії вже з поняттям «Показчик».

Даний підхід є перспективним з точки зору розширення варіантів тестових завдань. У той же час слід зазначити, що ПТМ передбачає

автоматичний синтаксичний аналіз тексту тез на предмет входження в нього інших понять, що фактично замінює ручну працю. [29]

### 3.2.5 Формування тестових завдань на основі модифікації понятійно-тезисної моделі з системою семантичних класів

В цьому методі для повного опису характеристик предметної області на базі ПТМ пропонується сформувати такі когнітивні абстрактні класи: визначення, проблеми, методи, ефективність методів, приклади реалізації методів.

Приклад системи семантичних класів, зображено на рис. 3.5.

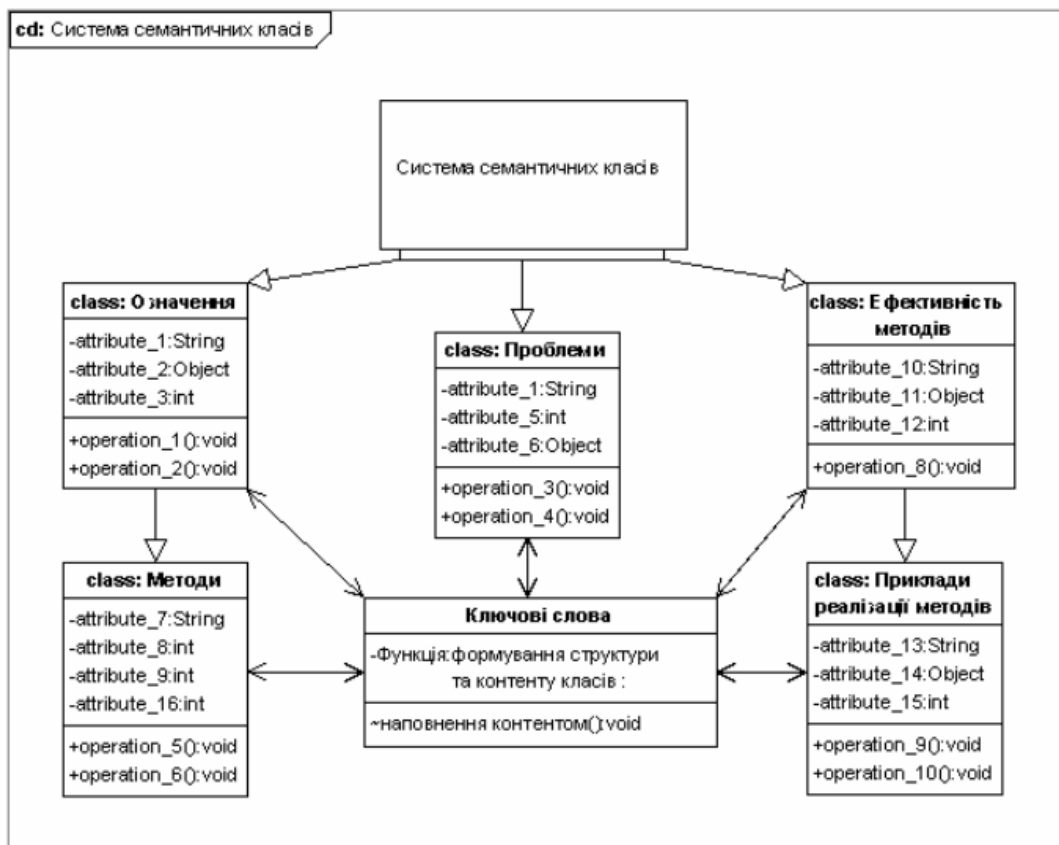


Рисунок 3.5 – Система семантичних класів [29]

Суть методу полягає в тому, що для генерації тесту деяке твердження розбивається на основну та альтернативну частини, які можуть містити одну або декілька компонент. Альтернативна частина тесту поповнюється аналогічними з лінгвістичного змістом, синтаксично узгодженими частинами

інших тверджень. Синтаксичне узгодження забезпечується, коли зв'язку компонент тверджень однорідні за типами та числами.

На основі бази тверджень може бути сформований набір тестових завдань із заданими параметрами у вигляді динамічної структури.

Запропоновано вирішення мовної неузгодженості, характерної для деяких тестових завдань, що генеруються на основі ПТМ. У той же час, даний підхід передбачає значні трудові витрати на формалізацію додаткових характеристик і сутностей, що доповнюють базову версію ПТМ.[29]

### 3.3 Метод генерації тестових завдань на основі онтології

За своєю сутністю цей метод подібний до методу генерації тестових завдань на основі семантичних класів. Оскільки як зазначалося раніше в розділі 2, графічно онтологія має вигляд мережі, вершини якої є термінами і відносинами, а ребра вказують на зв'язки між ними. Зазначені відносини дозволяють безпосередньо формувати питання і генерувати відповіді. Якщо використовується такий тестування, то неправильні відповіді можуть генеруватися з відповідних складових інших концептів.

Враховуючи специфіку онтології навчального курсу і її подальше використання для контролю знань, визначаємо домінуючі відносини. Їх типи: «Атрибути», «Визначення», «Частина-Ціле», «Складова частина», «Дія», «Стан» та інші.

Концепти онтології з множини  $X$  між собою знаходяться в певних відносинах з безлічі  $R$ . Виконаємо коротку інтерпретацію цих відносин. Так, безліч відносин є сукупністю

$$R = \langle R_1, R_2, R_3, R_4 \rangle, \quad (3.1)$$

де  $R_1$  - відношення складу (*частина і ціле, приватне і загальне*),  $R_2$  - відношення визначення ( $\epsilon$ ),  $R_3$  - відношення типу атрибута (*який*),  $R_4$  - відношення типу дії (*складає, призначений для, виконує, формує, ...*). Зазначений перелік відносин не є повним, проте він може бути розширений безпосередньо в ході розробки конкретної онтології. Зазначені відносини дозволяють

безпосередньо формувати питання і генерувати відповіді. Якщо використовується такий тестування, то неправильні відповіді можуть генеруватися з відповідних складових інших концептів.

Для того, щоб пояснити детальніше, розберемо даний підхід на прикладі блоків верхнього рівня «Поняття» та «Означення». В останньому блоці необхідно виділити такі логічні атрибути, як: «базова компонента» ( $BC$ ), «уточнююча компонента» ( $SC$  – specified component), блоку «Поняття» присвоюємо атрибут – «назва означуваного поняття» ( $NmC$ ), а відношенню між цими блоками – «зв'язок» ( $CNJ$  - conjunctive), «тип зв'язку» ( $TCNJ$ ). Завдяки деревовидній структурі вирішується проблема, що при безпосередньому використанні даної структури даних, завдяки відмінній кількості уточнюючих компонент, у різних означеннях виникає надлишковість подання. Доцільно об'єднати логічні атрибути «назва означуваного поняття», «базова компонента», та «уточнююча компонента» одним атрибутом «компонента твердження» ( $CS$ ). Крім того, мають бути використані поля для зображення деревовидної структури, тобто ідентифікатор елемента дерева ( $IE$ ) і посилання на батьківський елемент дерева ( $Prn\_IE$ ). Таким чином отримуємо відношення, яке відображає текстове означення  $Df_i$  визначеної структури з довільною кількістю компонент:

$$Df_i = \{[IE_{i,j}, CS_{i,j}, CNJ_{i,j}, TCNJ_{i,j}, Prn\_IE_{i,j}]\}, \quad (3.2)$$

$$i = \overline{1, ND}, \quad j = \overline{1, NC_i}, \quad (3.3)$$

де  $ND$  – кількість означень конкретного об'єкта,  $NC_i$  – кількість компонент  $i$ -го означення.

При цьому кожне означення зображаємо деревовидною структурою, у якій виділяємо записи для подання назв означуваних понять (3.4), базових (3.5) та уточнюючих компонент:

$$(Prn_{IE_i} = 0) \Rightarrow (CS_i \in \{NmC\}) \cap (IE_i \in \{IE_0\}) \cap (TCNJ_i \neq NULL), \quad (3.4)$$

$$(Prn\_IE_{i,j} \in \{IE_0\}) \Rightarrow (CS_{i,j} \in \{BC\}), \quad (3.5)$$

де  $\{NmC\}$  – множина назв означуваних понять семантичного об'єкта,  $\{IE_0\}$  – множина ідентифікаторів назв означуваних понять,  $\{BC\}$  – множина назв базових понять.

Отже, нульовий ідентифікатор батьківського елемента в співвідношенні (3.4) показує, що компонента цього елемента є назвою означуваного поняття, його ідентифікатор потрапляє у множину  $\{IE_0\}$ , і тип зв'язку в реченні має бути визначеним. Якщо значення ідентифікатора батьківського елемента належить множині  $\{IE_0\}$ , то компонента цього елемента є базовим поняттям твердження, тобто належить множині  $\{BC\}$ .

На основі бази тверджень можемо сформуванати набір тестових завдань із заданими параметрами у вигляді динамічної структури. Під обсягом тесту розуміємо кількість тестових завдань  $NTT$ , а під параметрами тестового завдання – максимальну кількість альтернатив  $m_a$ , кількість правильних альтернатив  $t_a$  та рекомендовану кількість компонент основи тестового завдання  $k$ . Динамічна природа тестового завдання підвищує його варіативність та забезпечує автоматичну генерацію його ключа.

Структура тестового завдання  $TT_i^{k,m_a,t_a}$  містить дві компоненти – основу  $BTT_i^k$  та множину альтернатив  $SATT_i^{m_a,t_a}$  :

$$TT_i^{k,m_a,t_a} = [BTT_i^k, SATT_i^{m_a,t_a}], \quad (3.6)$$

$$BTT_i^k = \{[IBC_{i,j}, IE_{i,j}, CSI_{i,j}, CNJ_{i,j}, TCNJ_{i,j}, Prn_{IE_{i,j}}]\}, \quad (3.7)$$

$$i = \overline{1, NTT}, j \leq k, \quad (3.8)$$

де  $IBC_{i,j}$  – ідентифікатор компоненти основи тестового завдання.

Множина альтернатив тестового завдання складається з елементів  $ATT_{i,l}^{m_a,t_a}$  :

$$SATT_i^{m_a,t_a} = \{ATT_{i,l}^{m_a,t_a}\} \quad (3.9)$$

$$ATT_{i,l}^{m_a,t_a} = \left\{ \left[ IAC_{l,j}, IEA_{l,j}, IE_{l,j}, CS_{l,j}, CNJ_{l,j}, TCNJ_{l,j}, Prn_{IE_{l,j}} \right] \right\}, \quad (3.10)$$

$$l \leq m_a, k \leq j \leq NC_i \quad (3.11)$$

де  $IAC$  – ідентифікатор компоненти альтернативи тестового завдання,  $IEA_{l,j}$  – ідентифікатор компоненти альтернативи у структурі означень (3.2),  $l$  позначає



номер означення, частиною якого є альтернатива. Якщо  $l = i$ , то альтернатива правильна, якщо  $l \neq i$  – альтернатива неправильна. При цьому для включення у тестове завдання батьківська компонента альтернативи у відношенні (3.2) повинна мати той же тип сполучника, що і остання компонента відповідного тестового завдання у відношенні (3.7).

Після проведення тестового контролю вибрані альтернативи можемо перевірити на достовірність за допомогою такого правила. Якщо вміст вказівника на батька першої компоненти альтернативи співпадає з ідентифікатором елемента означення останньої компоненти відповідної основи тесту, то альтернатива правильна, в іншому випадку вважаємо її неправильною. При цьому перша компонента альтернативи ідентифікується за тим, що значення її вказівника не дорівнює ідентифікатору попереднього елемента, а остання компонента основи тесту ідентифікується за тим, що вона є останньою у структурі, тобто значення вказівника наступної компоненти не співпадає з її ідентифікатором.

Це був деталізований принцип генерації питань одиничного або множинного вибору.

Для генерації тестових завдань альтернативного типу використовується алгоритм, що є модифікацією попередньо представленого:

1. Обрати два зв'язні блоки онтології;
2. Зафіксувати перший блок як основу запитання тесту та тип зв'язку між блоками;
3. випадковим чином обрати другу частину основи запитання тесту. При її істинності вона вибирається із другого блоку з обраних, а за хибності – з інших подібних блоків (обов'язковою умовою таких блоків є те, що тип зв'язку між подібними блоками має абсолютно співпадати з типом зв'язку обраних блоків).

Для генерації тестових завдань на встановлення відповідності використовується модифікований алгоритм для завдань множинного типу із деякими особливостями, а саме:

1. Обираємо множину подібних пар зв'язних блоків онтології;

2. Обираємо до кожного першого блоку єдине значення другого (наприклад, якщо поняття має декілька означень, то потрібно вибрати одне з них) і записуємо їх по стовпчикам: в один – перші блоки, в інший - другі ;

3. Випадковим чином переставляємо елементи кожного із стовпчиків.

Таблиця 3.1 – Порівняння методів генерації тестових завдань

Метод	Критерії оцінювання					
	Технологія формування	Витрати	Перевірка теор. знань	Якість тестових завдань і їх лексична зрозумілість	Мінім. педагогічна цінність	Контроль складності
«Ручне» створення тестів	Ручне наповнення	Дуже високі, ручне формулювання	+	Висока, так як їх формування здійснюється безпосередньо людиною.	достатня	+
Параметризовані тести	Ручне наповнення, поповнене параметрами	Високі, ручне формулювання основ тестів	–	Середня, оскільки може бути не достатньо інформаційна умова завдання	достатня	+
Семантичні мережі	Необхідна повна формалізація предметної області	дуже високі (повна формалізація предметної області)	+	Завдання часто важкі для сприйняття людиною (признач. Для спілкування з машиною)	недостатня	–
Понятійно-тезисна модель	нерегламентоване виділення семантичних одиниць	невисокі (проте можливі, низькоякісні альтернативи)	+	Достатньо висока (гірше ніж вручну, але ґрунтується на тексті викладача)	недостатня	–
Система семантичних класів	регламентоване виділення семантичних одиниць	порівняно невисокі, (побудова семантичних класів)	+	Достатньо висока (гірше ніж вручну, але ґрунтується на тексті викладача)	достатня	+
Онтологія	виділення зв'язних і подібних блоків онтології	Порівняно невисокі (побудова онтології навчального курсу)	+	Майже висока (гірше ніж вручну, але ґрунтується на тексті викладача і охоплює повний курс)	достатня	+

За такими принципами формуються питання використовуючи всі блоки онтології предметної області. Доцільніше проводити генерацію питань до кожної окремо взятої теми. Додаткову зручність онтологія надає завдяки тому, що будуючи її висхідною, тобто від простих компонентів (наприклад, понять і

означень) до складних (наприклад, методи розв'язку задач), згенеровані питання в подальшому буде легше розподілити на рівні складності.

У таблиці 3.1 проведено порівняльний аналіз існуючих методів генерації тестових завдань та методу на основі онтології, який дозволяє оцінити переваги його застосування у комп'ютеризованих системах контролю знань

### **3.4 Генерація тестування**

При проходженні навчальної дисципліни доцільніше проводити тестування не тільки по його закінченню, а й протягом усього навчання. Адже за один контроль знань неможливо в повній мірі виміряти рівень знань студента, а тим більш виставити оцінку. Тому пропонується такий алгоритм адаптивного контролю знань (рис 3.6).

Як видно із блок-схеми, спочатку потрібно провести окремі тестування до кожної теми. Це допоможе, по-перше, контролювати процес постійного навчання студентів, по-друге, визначити поточний середній бал, що відповідатиме рівню першого питання підсумкового тесту. Проходження усіх тематичних тестів є обов'язковим, адже поточний середній бал розраховується як середнє арифметичне за всі тести. Підсумкове тестування допоможе побачити загальну картину знань студента з даного предмету. Оскільки такий тест дає підстави для виставлення підсумкової оцінки, проходження мінімального порогу є обов'язковим. Якщо студент пройшовши підсумкове тестування не погоджується з оцінкою, йому надається спроба довести свої знання і підвищити оцінку за допомогою спілкування з викладачем.

Для тематичного тестування слід обрати пірамідальне тестування, адже тільки для нього не важливий початковий рівень знань – воно завжди починається з середнього рівня важкості.

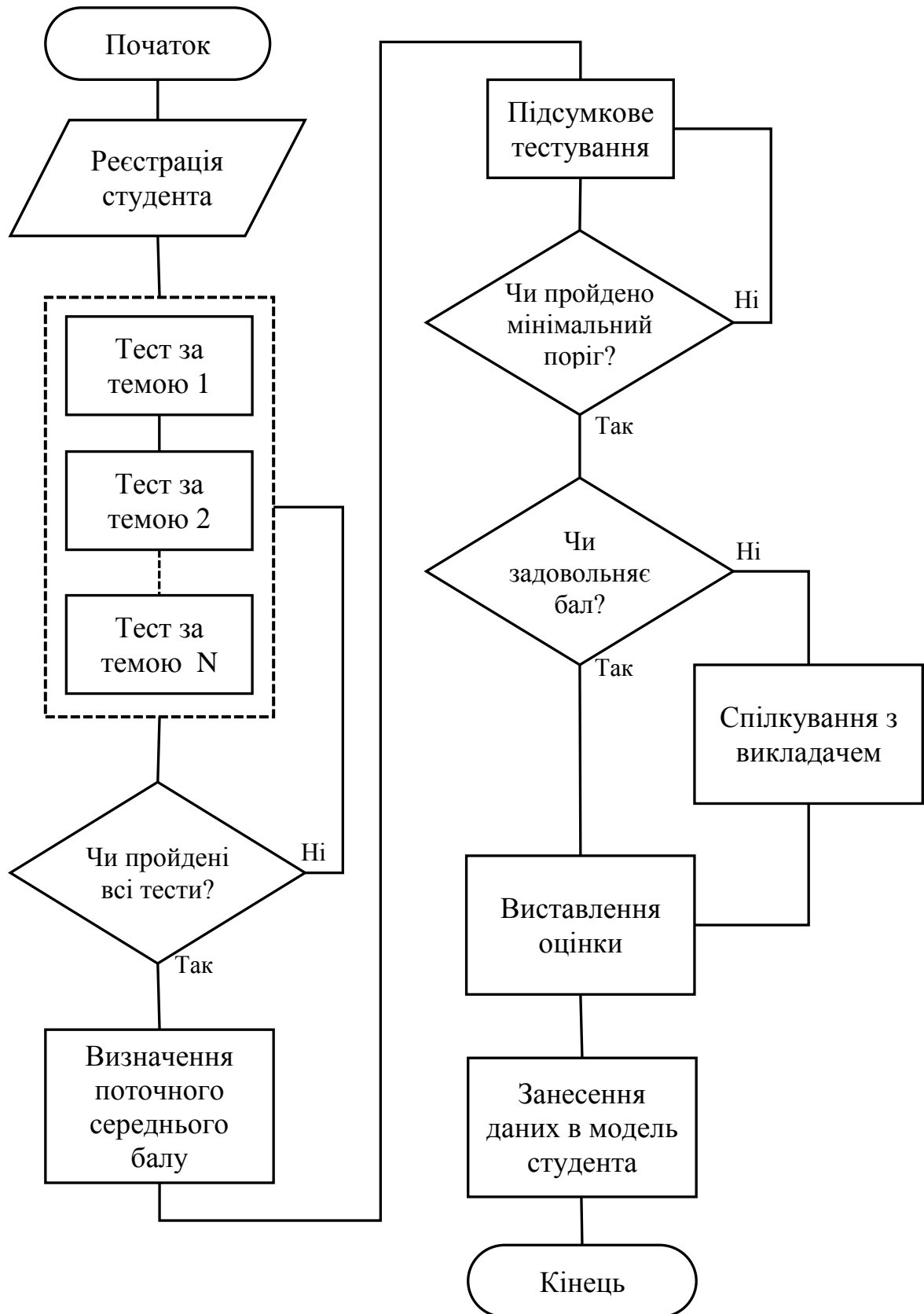


Рисунок 3.6 – Алгоритм адаптивного контролю знань

А для підсумкового тестування пропонується модифікований метод комп'ютерного адаптивного тестування (КАТ). Як і в stradaptive-тестуванні нам

необхідні питання поділені на рівні складності. Оскільки теми можуть містити у собі різну кількість блоків в онтології предметної області, прийнято рішення зробити меншу, але однакову кількість рівнів складності - 6. Така кількість пов'язана з тим, що, хоча студент протягом вивчення і може набрати 100 балів, виставляється буква. А їх кількість саме шість: А, В, С, D, E, F.

Наступне, що потрібно визначити, - звідки починається тестування. Як зазначалося раніше, студент проходить тематичні тести, після чого рахується середній поточний бал. Тож за цим балом і приймається рішення, з якого рівня починатиме тестування студент у підсумковому тестуванні. Це нагадує flexilevel-тестування.

Далі розподіляємо наші рівні складності на дві складові: верхні – А, В, С; нижні – D, E, F. Такі складові утворилися проведенням серединної межі усіма між рівнями. Ця межа відповідає за перехід від правильних відповідей до неправильних і навпаки. Що це означає? Коли студент знаходиться на верхніх рівнях і відповідає на питання правильно, то наступне питання дається з вищого рівня:  $C \rightarrow B$ ,  $B \rightarrow A$ ,  $A \rightarrow$  кінець тестування (з відміткою «відмінно»). Знаходячись на нижніх рівнях і відповідаючи неправильно, наступне питання дається з нижчого рівня:  $D \rightarrow E$ ,  $E \rightarrow F$ ,  $F \rightarrow$  кінець тестування (з відміткою «не задовільно»). Складніша ситуація з протилежними відповідями. Якщо студент знаходиться на верхніх рівнях В і С, то відповівши на питання цих рівнів неправильно, наступне питання буде нижнього рівня D, а відповівши неправильно на питання рівня А – верхнього рівня С. Дзеркальна ситуація з нижнім рівнем. Коли студент правильно відповідає на питання нижнього рівня D і E, то наступне питання буде верхнього рівня С, а при правильній відповіді на питання рівня F – нижнього рівня С. Схематично це виглядатиме, як зображено на рис. 3.7

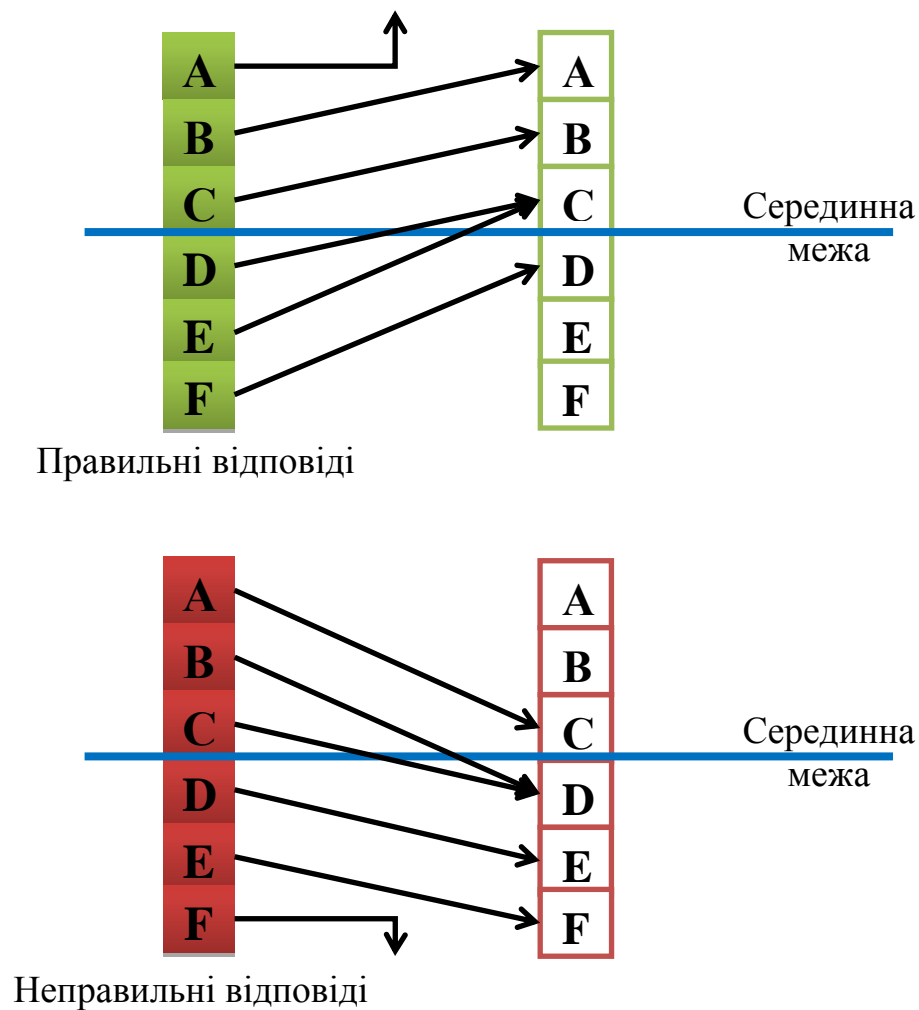


Рисунок 3.7 – Схема модифікованого КАТ

Така схема дозволить трохи вирівняти шанси між студентами. Адже досить багато ситуацій може виникнути при вивченні предмету. Наприклад такі: не вчив весь час, а перед підсумковим надолужив згаяне; чи навпаки, – весь семестр вчився, а під кінець розслабився; на більш складні питання знає відповідь, а базові (наприклад, визначення) не знає і т.д. А також значно пришвидшить час проходження тесту для студентів, які відмінно знають предмет і які взагалі не знають.

### 3.5 Використання у системі дистанційного навчання Moodle

Технології дистанційного і електронного навчання здатні значно вплинути на підвищення якості і ефективності процесу підготовки висококваліфікованих працівників.

Систему Moodle, яка задовольняє більшість вимог, що ставляться користувачами до систем електронного навчання, використовують також для проведення комп'ютерного тестування.

При додаванні нового тесту в рамках певного навчального курсу в системі Moodle встановлюються бажані параметри, серед яких в полі «Властивості питання» є параметр «Який режим питання», в якому маємо можливість вказати спосіб взаємодії студента з питаннями тесту.

Існує кілька поведінок тесту залежно від відповіді студента:

- **інтерактивний режим** (*Interactive mode*) – студент, відповівши на питання, відразу одержує відгук. Якщо він з першого разу відповів невірно, то має можливість натиснути кнопку «спробувати ще раз» та отримати право на повторну спробу з можливістю одержання меншої оцінки. Як тільки студент дав вірну відповідь на питання - він більше не може змінити варіант відповіді;
- **режим негайного зворотного зв'язку** (*Immediate feedback*) – так як і інтерактивний режим, дає можливість студентові отримати відразу відгук на свою відповідь. Але студент має можливість відповісти на питання лише один раз і не може змінити варіант своєї відповіді;
- **режим відкладеного відгуку** (*Deferred feedback*) - студенти повинні дати відповідь на кожне питання без одержання оцінки й відгуку, а результати вони побачать після того, як відповіли на всі питання тесту;
- **адаптивний режим і адаптивний режим (без штрафних балів)** (*Adaptive mode and Adaptive mode (no penalties)*) – студенти мають кілька спроб відповісти на питання, перш ніж перейти до наступного питання(рис. 3.8 – 3.9).

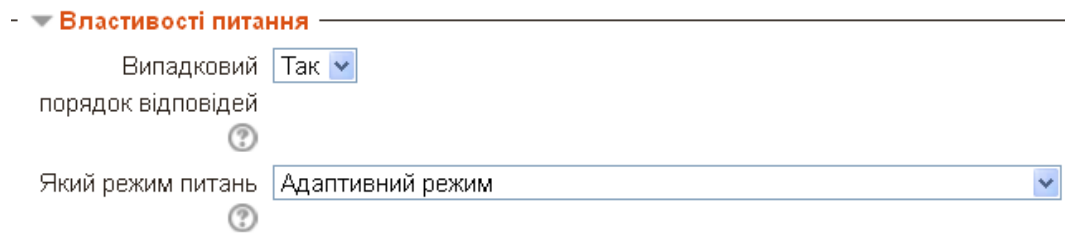


Рисунок 3.8 – Адаптивний режим

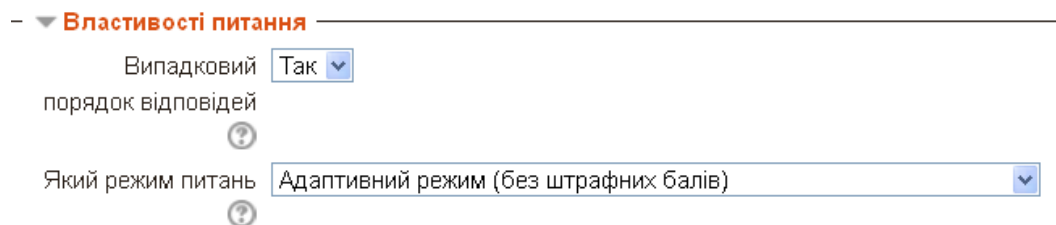


Рисунок 3.9 – Адаптивний режим(без штрафних балів)

Якщо обрано *адаптивний режим тестування*, то студент буде мати можливість відповісти на питання кілька разів в рамках однієї спроби. Тобто, якщо студент відповів невірно – йому буде дозволено виправити відповідь. Ця можливість забезпечується додаванням до кожного тестового завдання кнопки відправлення на сайт результатів вибору варіанту відповіді. Таке відправлення дозволяє показати студентові отриманий ним результат його відповіді на конкретне тестове завдання (бали, повідомлення про правильність, можливо коментарі) і у наступній спробі поліпшити свій результат.

Відповідно, якщо тест знаходиться у адаптивному режимі, то зазвичай за кожну помилкову відповідь бал студента за дане питання буде зменшуватися на заздалегідь визначену величину штрафу (розмір штрафу встановлюється індивідуально для кожного тестового питання (завдання) у налаштуваннях.

Наприклад, якщо оцінка за відповідь встановлена 3, а штраф 0.3333333, то студент отримає 3 при першій правильній спробі, 2 - при другій правильній спробі, 1 - при третій правильній спробі.

Якщо обрано *адаптивний (без штрафних балів) режим* тестування – то студент також має можливість відповісти на питання кілька разів в рамках однієї спроби, але штраф не призначається. Такі тести застосовується для навчання, а не для контролю знань.



Реалізація адаптивного тестового контролю можливе за допомогою стандартних елементів Moodle.

Розглянемо, наприклад, перший спосіб організації адаптивного тестового контролю в Moodle. Припустимо, у нас є базовий тест середньої труднощі (як би на «4»). При виконанні тесту на 100% студент переходить до тесту Moodle на «5», при певній кількості неправильних відповідей (скажімо 75% правильних) - перехід до тесту Moodle на «3».

Таку схему можна реалізувати за допомогою елемента Moodle «Лекція» («Заняття») - в полі «Залежить» можна обрати залежність від іншого елемента Moodle «Лекція-Заняття». Так для тесту на «3» обираємо «Базовий тест» і пройдений на 75%, а для тесту на «5» обираємо також «Базовий тест», але пройдений на 100%. Всі ці три елементи «Лекція-Заняття».

Такий механізм можна реалізувати як в Moodle 1.9.x, так і Moodle 2.x. Крім того, в Moodle 2.x. можна встановлювати залежність від відсотка проходження попередніх тестів. Для Moodle 1.9.x є спеціальний плагін під назву QuizPort.

Таким чином, адаптивний тест являє собою варіант автоматизованої системи тестування з заздалегідь відомими параметрами складності.[32]

Для винайденої системи адаптивні режими не задовольняють, тому що нам необхідно, щоб студент не знав, чи правильно він відповів на питання чи ні. Це заважає при перевірці знань, адже студент дізнавшись про неправильну відповідь проявляє подавлені емоції, що може позначитися на подальшому виконанні тесту. Чи після правильної відповіді може втратити зосередження. Тож для перевірки роботи нашої системи не потрібно обирати адаптивні режими, чи ті, що показують правильну відповідь на питання.

Можна виділити два підходи до створення адаптивних тестів. У першому підході ухвалення рішення про зміну порядку пред'явлення тестових завдань виробляється на кожному кроці тестування (постійна адаптація). В другому підході прийняття рішення про зміну порядку проходження завдань здійснюється після аналізу результатів звітів слухача на блок завдань (блочна

адаптація). Оскільки використання постійної адаптації є дуже незручним в СДН Moodle, слід використовувати блочну.

При проведенні тематичного тестування питання, що вже розбиті по рівням діляться на невеликі блоки по декілька питань. Обов'язково розподіляємо їх за порядком важкості, тобто з них вибудовуємо піраміду за якою проходитиме тестування. За таким же принципом, як було описано раніше приклад, завантажуюмо наші блоки питань в базу питань. При формуванні тесту завантажуюмо перший тест середнього рівня «база». Після чого завантажуюмо наступні два: «В» і «Н». Встановлюємо залежність «В» від тесту «база», пройденого на 100%, і залежність «Н» від того ж тесту, але пройденого на 25%. Не можна поставити на 0% (хоча це було б правильно), бо не відкриваючи тест, він і є пройдений на 0%. Наступними будуть чотири тести-блоки: «ВВ», «ВН», «НВ», «НН» - залежні тепер від тестів «В» і «Н» відповідно. Продовжуємо цей процес поки не вибудуємо усю піраміду.

Складніша ситуація з підсумковим тестом. Точно так же розбиваємо кожен рівень питань на невеликі блоки питань. Називаємо їх так, щоб потім при формуванні тесту не заплутатись в них. Обираємо назви, що об'єднують назву рівня і їх порядок у тесті: «А1», «В1», «С1», «D1», «Е1», «F1»; «А2», «В2», «С2», «D2», «Е2», «F2» і так далі. Також треба зауважити, що якщо в рівні А, В, Е, F можливо потрапити лише з рівнів В, С, D, Е відповідно, але в рівень С можливо потрапити з А, D і Е, а в рівень D – з В, С, F. Тому буде логічним продублювати рівні С і D модифікуючи назви на «Сх\_a», «Сх\_d», «Сх\_e» і «Dх\_b», «Dх\_c», «Dх\_f» відповідно (х – номер блоку питань). Через те, що тестування може початися з будь-якого рівня, логічніше буде створити 6 варіантів цього тесту. Система переходу між тестами така ж як і в тематичних тестах, але з деякими поправками.

При проходженні блоку «Ах»(на будь-якому з блоків питань) буде тільки один перехід на тести «С(х+1)\_а» при відсотку проходження на 25%, а при 100% закінчення тесту і перехід на свою сторінку в мудлі з відображенням балів за проходження всіх тестів. Подібне відбувається з блоком «F» - тільки при 100% перехід на «D(х+1)\_f», а при 25% - зупиняється тестування. Блок

«Вх» виконаний на 100% переходить на «А(х+1)», а при 25% - «D(х+1)\_b». Блок «Сх» виконаний на 100% переходить на «В(х+1)», а при 25% - «D(х+1)\_c». Блок «Dх» виконаний на 100% переходить на «С(х+1)\_d», а при 25% - «E(х+1)». Блок «Ех» виконаний на 100% переходить на «С(х+1)\_e», а при 25% - «F(х+1)».

### 3.6 Висновки до розділу 3

Сучасні дослідження в галузі тестування і оцінювання показали, що потенціал комп'ютерних адаптивних тестів постійно збільшується. Переваги комп'ютерного адаптивного тестування дають можливість зробити крок до розвитку тестування в майбутньому. Проте робити такий крок завжди треба виважено для того, щоб така процедура оцінювання добре інтегрувалася в процес навчання для забезпечення його максимальної ефективності.

Обґрунтовано актуальність досліджень в сфері автоматичної генерації тестових завдань, яка спрямована на економію людських ресурсів, проаналізовано основні відомі підходи, визначено основні напрями розвитку даної проблематики.

Запропонована система генерації питань, що ґрунтується на онтології навчального матеріалу. Показано можливості використання її для складання тестових питань закритого типу, які дозволяють отримувати завдання достатньо високої складності та носять педагогічну цінність. Це полегшить сам принцип, а в подальшому реалізацію такої системи. Крім цього онтологія предметного курсу може застосовуватись і в інших аспектах, що робить її універсальною.

Побудовано алгоритм адаптивного контролю знань, який включає як тематичні тестування (тобто окремий тест для кожної теми), так і підсумкове. Ця система зосереджена тільки на тестовому контролі знань. Звичайно, не можна виставити оцінку, опираючись на дані тестування, але слід обов'язково її враховувати.

Розроблено новий варіант тестування, в основу якого покладено 6 рівнів складності і серединна межа. Хоча він і трохи складніший від вже існуючих, але зберігає всі параметри адаптивного тестування і є ефективним та гарно підлаштовується під студентів, порівнюючи їх шанси на підсумковому тестуванні.

Використання такого варіанту в системі Moodle є габаритним і можливе з плагіном QuizPort, який працює з програмною оболонкою Hot Potatoes. Це дуже не зручно і займає досить багато часу. Вирішенням такої проблеми є створення нового плагіну, який буде самостійно генерувати процес тестування. А головне передбачатиме перехід між рівнями складності після виконання одного питання, а не блоку питань.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Вступ

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці. В законі України «Про охорону праці» визначається, що охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

При роботі з обчислювальною технікою змінюються фізичні і хімічні фактори навколишнього середовища: виникає статична електрика, електромагнітне випромінювання, змінюється температура і вологість, рівень вміст кисню і озону в повітрі. Повітря забруднюється шкідливими хімічними речовинами антропогенного походження за рахунок деструкції полімерних матеріалів, які використовуються для обробки приміщень та обладнання.

Неправильна організація робочого місця сприяє загальному і локальній напрузі м'язів шиї, тулуба, верхніх кінцівок, викривлення хребта і розвитку остеохондрозу.

На всіх підприємствах, в установах, організаціях повинні створюватися безпечні і нешкідливі умови праці. Забезпечення цих умов покладається на власника або уповноважений ним орган (далі роботодавець). Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про

охорону праці. Роботодавець повинен впроваджувати сучасні засоби техніки безпеки, які запобігають виробничому травматизмові, і забезпечувати санітарно-гігієнічні умови, що запобігають виникненню професійних захворювань працівників. Він не має права вимагати від працівника виконання роботи, поєднаної з явною небезпекою для життя, а також в умовах, що не відповідають законодавству про охорону праці. Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або людей, які його оточують, і навколишнього середовища.

## 4.2. Аналіз умов праці

Завданням даної дипломної роботи було дослідити адаптивні технології контролю знань, і як результат було створено прототип системи генерації питань. За цим прототипом в подальшому розроблятиметься реальна система, яка значно полегшить процес контролю знань.

Робота над створенням такої системи проходитиме в приміщенні відповідної установи(компанії, підприємстві тощо). Для даної роботи достатньо однієї людини, для якої надано робоче місце з стаціонарним комп'ютером. Схема приміщення зображена на рисунку 4.1, а геометричні розміри зазначені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Розміри приміщення

Найменування	Значення
Довжина, м	4,6
Ширина, м	4,2
Висота, м	3
Площа, м <sup>2</sup>	19,32
Об'єм, м <sup>3</sup>	57,96

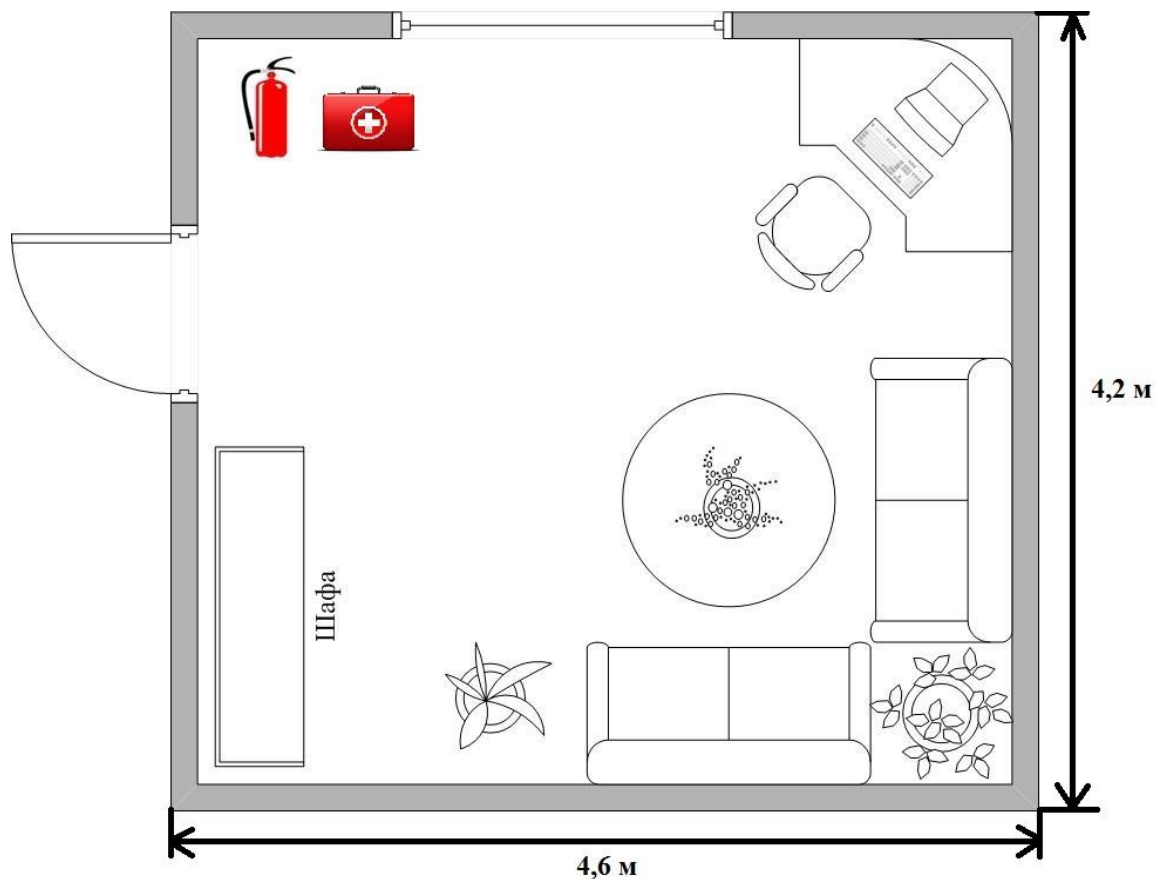


Рисунок 4.1 - Схема приміщення

Згідно з [38] розмір площі для одного робочого місця оператора персонального комп'ютера має бути не менше 6 кв. м, а об'єм — не менше 20 куб. м. Отже, дане приміщення цілком відповідає зазначеним нормам. Для зручності спільної роботи з іншими працівниками (обговорення ідей, з'ясування проблем і т.д.) в кімнаті є дивани і журнальний стіл, обставлені живими квітами. Також робочий процес пов'язаний з багатьма документами, теками, журналами для чого приміщення облаштоване принтером і шафою для зручності.

Задля дотримання визначеного рівня мікроклімату в будівлі встановлено систему опалення та кондиціонування. Для забезпечення потрібного рівного освітленості кімната має вікно та систему загального рівномірного освітлення, що встановлена на стелі. Для дотримання вимог пожежної безпеки встановлено порошковий вогнегасник та систему автоматичної пожежної сигналізації.

Розглянемо тепер відповідність характеристик робочого місця нормативним. Порівняємо основні вимоги до організації робочого місця з [34] і

відповідними фактичними значеннями для робочого місця, за яким виконується робота, у табл. 4.2:

Таблиця 4.2 - Характеристики робочого місця

Найменування параметра	Фактичне значення	Нормативне значення
Висота робочої поверхні, мм	750	680 ÷ 800
Висота простору для ніг, мм	730	не менше 600
Ширина простору для ніг, мм	660	не менше 500
Глибина простору для ніг, мм	700	не менше 650
Висота поверхні сидіння, мм	470	400 ÷ 500
Ширина сидіння, мм	400	не менше 400
Глибина сидіння, мм	400	не менше 400
Висота поверхні спинки, мм	600	не менше 300
Ширина опорної поверхні спинки, мм	500	не менше 380
Радіус кривини спинки в горизонтальній площині, мм	400	400
Відстань від очей до екрану дисплея, мм	800	700 ÷ 800

Робочий стіл на досліджуваному місці також містить достатньо простору для ніг. Крісло, що використовується в якості робочого сидіння, є підйомно-поворотним, має підлокітники і можливість регулювання за висотою і кутом нахилу спинки, також воно м'яке і виконане з екологічної шкіри, що дає можливість працювати у комфорті. Екран монітору знаходиться на відстані 0.8 м, клавіатура має можливість регулювання кута нахилу 5-15°. Отже, за всіма параметрами робоче місце відповідає нормативним вимогам.

### 4.3 Захист від виробничого шуму та вібрації

Допустимий рівень вібрацій на робочому місці:

- Для 1 ступеня шкідливості до 3 дБ;
- Для 2-3 - 1-6 дБ;
- Для 3 - більше 6 дБ.



Параметрами постійного шуму, що підлягають нормуванню, є рівні звукового тиску 8 дБ в октавних смугах частот з середньгеометричними частотами 16, 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц, рівні звуку 80 дБА згідно [37].

Допустимі значення октавних рівнів звукового тиску, рівнів звуку на робочих місцях у приміщеннях з комп'ютерною технікою слід приймати згідно з таблицею 4.3.

Таблиця 4.3 – Норми параметрів значення октавних рівнів

Призначення приміщення й умови	Рівні звукового тиску, дБ, в октавних дугах частот з середньгеометричними частотами, Гц										Рівні звуку, дБА
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Приміщення без роботи ЕОМ	-	-	63	52	45	39	35	32	30	28	40
Приміщення при роботі ЕОМ	85	75	67	57	49	44	40	37	35	33	45

У приміщеннях з ЕОМ коректований рівень звукової потужності не перевищує 45 дБА.

Для зниження шуму на шляху його поширення передбачається розміщення в приміщенні штучних поглиначів. Віб्रोізоляція здійснюється за допомогою спеціальної прокладки під системний блок, який послаблює передачу вібрацій робочого столу.

Таблиця 4.4 - Гранично допустимі рівні вібрацій на робочому місці, дБ

Нормований параметр	Середньгеометричні частоти октавних дуг, Гц						Кориговані і еквівалентні рівні, дБ
	2	4	8	16	31,5	63	
Віброшвидкість	79	73	67	67	67	67	72
Віброприскорення	25	25	25	31	37	43	30

Вібрація на робочих місцях, яка створюється ЕОМ, не вище значень, які представлені в таблиці 4.4.

Приміщення, що розглядається, відповідає нормам [35].

#### **4.4 Освітлення**

В приміщеннях, в яких експлуатуються персональні комп'ютери, повинно бути природне та штучне освітлення відповідно до [36].

Природне освітлення має здійснюватись через світлові прорізи, орієнтовані переважно на північ чи північний схід і забезпечувати коефіцієнт природною освітленості (КПО) не нижче ніж 1,5%.

Штучне освітлення в приміщеннях з робочими місцями має здійснюватись системою загального рівномірного освітлення. У разі переважної роботи з документами, допускається застосування системи комбінованого освітлення (крім системи загального освітлення додатково встановлюються світильники місцевого освітлення). Зазначення освітленості на поверхні робочого столу в зоні розміщення документів має становити 300-500 лк. Якщо ці значення освітленості неможливо забезпечити системою загального освітлення, допускається використовувати місцеве освітлення. При цьому світильники місцевого освітлення слід встановлювати таким чином, щоб не створювати відблисків на поверхні екрана, а освітленість екрана має не перевищувати 300 лк. Як джерела світла в разі штучного освітлення мають застосовуватись переважно люмінесцентні лампи типу ЛБ. У разі влаштування відбитого освітлення у приміщеннях, де переважним чином працюють з документами, допускається застосування металогалогенних ламп потужністю 250 Вт. Допускається застосування ламп розжарювання у світильниках місцевого освітлення. Система загального освітлення має становити суцільні або переривчасті лінії світильників, розташовані збоку від робочих місць (переважно ліворуч), паралельно лінії зору працюючих [37].

В даному приміщенні передбачається використання комбінованого природного (верхнє освітлення поєднується з боковим), та комбінованого штучного (загальне і місцеве освітлення робочих місць світильниками) і

суміщеного освітлення. У світильниках місцевого освітлення використовуються люмінесцентні лампи, нормального виконання.

У виробничих приміщеннях прийнята система загального рівномірного освітлення.

У небезпечних місцях з високим ступенем ризику травматизму при аварійному відключенні освітлення передбачається система евакуаційного освітлення, а також аварійне освітлення, світильники приєднані до незалежного джерела живлення, справність якого перевіряється один раз на квартал. Контроль освітленості на робочому місці проводиться за допомогою люксметра не рідше ніж один раз на квартал (або на вимогу) у всіх виробничих приміщеннях.

Проводиться чистка шибок і світильників не менше двох разів на рік, а також замінюються перегорілі лампи по мірі їх виходу з ладу.

Для збереження зору працівників у хорошому стані необхідно робити невеликі перерви, щоб дати очам відпочити, а також дотримуватися певної відстані, на якому працівники повинні перебувати від комп'ютера.

## 4.5 Мікроклімат

Мікроклімат робочих приміщень – це клімат внутрішнього середовища цих приміщень, що визначається діючої на організм людини з'єднанням температури, вологості, швидкості переміщення повітря.

В даному приміщенні проводяться роботи, що виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження, то для нього відповідає категорія робіт Іа. Отже оптимальні значення для температури, відносної вологості й рухливості повітря відповідають [37] і зазначені в таблиці 4.5:

Таблиця 4.5 – Норми мікроклімату робочої зони об'єкту

Період року	Категорія робіт	Температура С <sup>0</sup>	Відносна вологість %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодна	легка-1 а	22 - 24	40 – 60	0,1
Тепла	легка-1 а	23 - 25	40 – 60	0,1

Дане приміщення має бути обладнане системами опалення, кондиціонування повітря, або припливно-витяжною вентиляцією. У приміщеннях на робочих місцях мають забезпечуватись оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості й рухливості повітря у відповідності до [38]. Рівні позитивних і негативних іонів у повітрі мають відповідати [38].

Для забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату в приміщенні проводяться перерви в роботі співробітників, з метою його провітрювання. Існують спеціальні системи кондиціонування, які забезпечують підтримання в приміщенні балансу оптимальних параметрів мікроклімату.

Контроль параметрів мікроклімату в холодний і теплий період року здійснюється не менше 3-х разів на зміну (на початку, середині, в кінці).

## **4.6 Електробезпека**

На робочому місці виконуються наступні вимоги електробезпеки: ПК, периферійні пристрої та устаткування для обслуговування, електропроводи і кабелі за виконанням та ступенем захисту відповідають класу зони за ПУЕ (правила улаштування електроустановок), мають апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів.

Лінія електромережі для живлення ПК, периферійних пристроїв і устаткування для обслуговування, виконана як окрема групова три-провідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів.

Штепсельні з'єднання та електророзетки крім контактів фазового та нульового робочого провідників мають спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника.

Електромережа штепсельних розеток для живлення персональних ПК, периферійних пристроїв та обладнання прокладено по підлозі поруч зі стінами приміщення, в металевих трубах і гнучких металевих рукавах з відводами

відповідно до затвердженого плану розміщення обладнання та технічних характеристик обладнання. Металеві труби та гнучкі металеві рукави заземлені.

Захисне заземлення включає в себе заземлюючих пристроїв і провідник, який з'єднує заземлюючий пристрій з обладнанням, яке заземлюється - заземлюючий провідник.

#### **4.7 Пожежна безпека**

Причинами пожеж електроустаткування є: коротке замикання між струмоведучими частинами обладнання (шини, електроди), внаслідок перевантаження напруги, розрядки зарядів статичної електрики, пошкодження обладнання та електропроводки. Тому проектом передбачено прокладати проводку: приховано, під знімною підлогою розділяють негорючими діафрагмами, в малодоступних місцях.

Електростатичний розряд виникає під час тертя двох ізольованих матеріалів. Розряд статичної електрики може виникнути під час роботи вентилятора або комп'ютера.

Дане приміщення, що аналізується, відноситься, відповідно до нормативної документації, до зони П-Па [39] і до категорії пожежної небезпеки В. Це обумовлено тим, що в приміщенні знаходяться тверді горючі та важкозаймісті речовини та матеріали. Приміщення, у яких розташовуються ЕОМ, повинні мати не нижче II ступеня вогнестійкості. Для гасіння пожеж в офісних приміщеннях слід використовувати порошкові вогнегасники, так як вони є універсальними. заземлені конструкції, що знаходяться в приміщеннях, де розміщені робочі місця (батареї опалення, водопровідні труби, кабелі із заземленим відкритим екраном), мають бути надійно захищені діелектричними щитками або сітками з метою недопущення потрапляння працівника під напругу [37].

Дане приміщення має бути оснащено системою автоматичної пожежної сигналізації, мати 1 вогнегасник ВП-5 із зарядом вогнегасної речовини 8-12 кг,

відповідно до вимог чинного законодавства України. Проходи до засобів пожежогасіння мають бути вільними.

## **4.8 Інструкція з охорони праці, техніки безпеки при роботі на комп'ютерах**

### **4.8.1 Вимоги безпеки перед початком роботи**

Перевірити надійність встановлення апаратури на робочому столі. ВДТ не повинен стояти на краю столу. Повернути ВДТ так, щоб було зручно дивитись на екран – під прямим кутом (а не збоку) і трохи згори вниз, а екран повинен бути нахиленим під невеликим кутом (нижній край ближче до оператора). Перевірити загальний стан апаратури, справність проводки електромережі, з'єднувальних шнурів, штепсельних вилок та розеток. Відрегулювати освітленість робочого місця. Відрегулювати і зафіксувати висоту крісла, зручний для користувача нахил його спинки. Під'єднати до системного блока необхідну апаратуру (принтер, сканер і т.п.). Всі кабелі, що з'єднують системний блок з іншими пристроями слід вставляти і виймати тільки при вимкненому електричному живленні. Увімкнути апаратуру ПК вмикачами на корпусах в такій послідовності : стабілізатор (або блок безперервного живлення), ВДТ, системний блок, принтер (якщо передбачається друкування). Відрегулювати яскравість світіння екрану ВДТ, фокусировку, контрастність. Не слід робити яскравість екрану занадто великою, тому що це втомлює очі.

### **4.8.2 Вимоги безпеки під час виконання роботи**

Необхідно стійко розташувати всі складові пристрої на столі, в тому числі і клавіатуру. Разом з тим повинна бути передбачена можливість переміщення клавіатури. Її розташування і кут нахилу повинні відповідати побажанням користувача ПК. Якщо в конструкції клавіатури не передбачений простір для опору долонь, то її слід розташовувати на відстані не менше 100 мм від краю столу в оптимальній зоні моніторного поля. При роботі на клавіатурі слід

сидіти прямо, не напружуватись. Для зменшення несприятливого впливу на користувача пристроїв типу "миша" (вимушена поза, необхідність постійного контролю за якістю дій) слід забезпечити вільною більшу площу поверхні столу для переміщення "миші" і зручного упору ліктьового суглоба. Періодично при вимкненому ПК слід видаляти злегка зволоженою мильним розчином хлопкопаперовою салфеткою пил з поверхонь апаратури. Екран і захисний екран протирають спеціальною серветкою. Не дозволяється використовувати рідинні або аерозольні засоби чистки поверхонь ПК.

**ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:** самостійно ремонтувати апаратуру; класти будь-які речі на апаратуру ПК, бутерброди та напої на клавіатуру або поруч з нею; затуляти вентиляційні отвори в апаратурі, це може призвести до її перегріву і виходу з ладу; для зняття статичної електрики рекомендується час від часу торкатися до металевих поверхонь (наприклад батареї центрального опалення і т.п.); для зниження напруженості праці на ПК необхідно рівномірно чергувати характер робіт в залежності від їх складності; для зменшення негативного впливу на стан здоров'я працівників різних факторів ризику, пов'язаних з роботою на ПК, необхідно кожні дві години відволікатися і робити перерву на 15 хвилин, під час якої доцільно виконати фізичні вправи.

#### **4.8.3 Вимоги безпеки при закінченні роботи на ПК**

Закінчити і зберегти в пам'яті ПК файли, які знаходились у роботі. Виконати всі дії для коректного завершення роботи в оперативній системі. Вимкнути принтер та інші периферійні пристрої, вимкнути ВДТ і системний блок. Вимкнути стабілізатор (або блок безперервного живлення при його наявності). Штепсельні вилки витягнути з розеток. Накрити клавіатуру кришкою для попередження попадання в неї пилу. Навести порядок на робочому місці. Вимкнути освітлення та електроприлади.

#### **4.8.4 Вимоги безпеки при аварійних ситуаціях**

При раптовому припиненні подачі електричної енергії вимкнути всі пристрої ПК в такій послідовності: периферійні пристрої, ВДТ, системний

блок, стабілізатор (або блок безперервного живлення). Витягнути вилки з розеток. При наявності ознак горіння (дим, запах горілого) необхідно вимкнути всі пристрої ПК, знайти місце загоряння і виконати всі можливі заходи для його ліквідації, попередивши терміново про це керівництво. У випадку виникнення пожежі негайно попередити про це пожежну частину та керівництво, виконати усі можливі заходи по евакуації людей з приміщення і розпочати гасіння пожежі первинними засобами пожежогасіння.

#### **4.9 Висновки до розділу 4**

В результаті проведеної роботи було зроблено аналіз умов праці, шкідливих та небезпечних чинників, з якими стикається робітник. Було визначено параметри і певні характеристики приміщення для роботи над запропонованим проектом написаному в дипломній роботі, описано які заходи потрібно зробити для того, щоб дане приміщення відповідало необхідним нормам і було комфортним і безпечним для робітника. Приведені рекомендації щодо організації робочого місця, а також важливу інформацію щодо пожежної та електробезпеки.

Була наведена схема, розміри приміщення та наведено значення температури, вологості й рухливості повітря, необхідна кількість і потужність ламп та інші параметри, значення яких впливає на умови праці робітника, а також – наведені інструкції з охорони праці, техніки безпеки при роботі на комп'ютерах.



## ВИСНОВКИ

Результатом досліджень адаптивних технологій контролю знань було запропоновано ввести модель викладача. Головна її задача поєднати в одне ціле навчальну інформацію, що дається викладачем на лекціях і питання та завдання, що формують перевірку знань студентів. Введення нової моделі змінило модель адаптивного контролю знань, адже вплив першої поширюється майже на всі компоненти останньої. Такі зміни значно покращать уявлення про систему контролю знань успішності студентів.

Інтеграція побудови інформації з навчального предмету за допомогою онтології дозволяє структурувати навчальний матеріал; виконати досить повне його подання; переривати контроль знань залежно від умов, що визначаються викладачем; мінімізувати інформаційну надмірність і час тестування.

Запропонована система генерації питань, що ґрунтується на онтології навчального матеріалу. Показано можливості використання її для складання тестових питань закритого типу, які дозволяють отримувати завдання достатньо високої складності та носять педагогічну цінність. Онтологія предметного курсу може застосовуватись і в інших аспектах, що робить її універсальною.

Розроблено нову версію програми тестування, в основу якої покладено 6 рівнів складності і серединна межа. Хоча вона і складніша від вже існуючих, але зберігає всі параметри адаптивного тестування та має засоби налаштування на студентів, зрівнюючи їх шанси на підсумковому тестуванні.

Було випробувано новий варіант адаптивного тестування в системі Moodle 1.9. Оскільки в НТУУ «КПІ» на цей час встановлена версія 1.7 і нема перспектив переходу на 1.9 у найближчий час слід випробовувати інші системи дистанційного навчання на сумісність використання з варіантами адаптивних тестувань і впроваджувати їх в університеті.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Прокофьева Н. О. Модели и методы компьютерного контроля знаний. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://alephfiles.rtu.lv/TUA01/000029477\\_e.pdf](http://alephfiles.rtu.lv/TUA01/000029477_e.pdf) (дата звернення: 13.02.2015 )
2. Зайцева Л.В. Некоторые аспекты контроля знаний в дистанционном обучении // Образование и виртуальность - 2000. Сборник научных трудов 4-й Международной конференции. - Харьков - Севастополь: УАДО, 2000, - с.126-131.
3. Зайцева Л.В. Проблемы компьютерного контроля знаний / Зайцева Л.В., Прокофьева Н.О. // Proceedings. IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2002). 9-12 September 2002. Kazan, Tatrstan, Russia, 2002, - p. 102 - 106.
4. Растрингин Л.А. Адаптивное обучение с моделью обучаемого. / Растрингин Л.А., Эренштейн М.Х. // РПИ. - Рига : Зинатне, 1986. - 160 с.
5. Зайцева Л.В. Модели и методы адаптивного контроля знаний / Зайцева Л.В., Прокофьева Н.О. // Educational Technology & Society. - Nr.7(4), 2004 ISSN 1436-4522 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ifets.ieee.org/russian/periodical/journal.html> (дата звернення: 25.02.2015 )
6. Буль Е.Е. Обзор моделей студента для компьютерных систем обучения // Educational Technology & Society 6(4). – 2003. ISSN 1436-4522
7. Коляда М.Г. Виды моделей обучаемых в автоматизированных обучающих системах // Искусственный интеллект. – 2008. – № 3. – С. 142–147
8. Мелешенко Т.В. Психолого-педагогічна модель викладача вищої школи та шляхи її реалізації // Вісник психології і педагогіки. – 2010. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.psych.kiev.ua> (дата звернення: 03.03.2015 )
9. Генсьорська М. М. Адаптивне тестування в освіті // Інформаційно-комунікаційні технології в освіті. – 2014. - №1 [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.e-journals.npu.edu.ua/index.php/ikt/article/viewFile/36/pdf\\_20](http://www.e-journals.npu.edu.ua/index.php/ikt/article/viewFile/36/pdf_20) (дата звернення: 22.04.2015 )

- 10.** Weiss D. J.(Ed.) *New Horizons in Testing: Latent Trait. Test Theory and Computerised Adaptive Testing.* N.Y., Academic Press, 1983. – 345 pp.
- 11.** Lord P. M. *Application of Item Response Theory to Practical Testing Problems.* Hillsdale N – J. Lawrence Erlbaum Ass., Publ. 1980, – 266 pp.
- 12.** Норенков И. П. Интеллектуальные технологии на основе онтологий // Информационные технологии. – 2010. – № 1. – С. 17-23.
- 13.** Онтологии и тезаурусы: модели, инструменты, приложения / Добров Б.В., Иванов В.В., Лукашевич Н.В., Соловьев В.Д. – М.: БИНОМ, 2009. – 173 с.
- 14.** T. R. Gruber. A translation approach to portable ontologies. *Knowledge Acquisition*, 5(2):199-220, 1993.
- 15.** Онтології і подання знань [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.znannya.org/?view=ontology-give-knowledge> (дата звернення: 10.03.2015 )
- 16.** Манцивода А.В. Достижения в Интернете и будущее информационной среды российского образования / Манцивода А.В., Малых А.А. // Информационные технологии. – 2008. – № 1. – С. 67-74.
- 17.** Никоненко А.А. Обзор баз знаний онтологического типа // Искусственный интеллект. – 2002. – № 4. – С. 157–163.
- 18.** Шатовская Т. Репозиторий интеллектуального анализа данных / Шатовская Т. Каменева И., Гуд А. // Компьютерные науки и информационные технологии. - 2009. - № 650. - С. 263-269.
- 19.** Клещев А. С. Системный анализ при автоматизации интеллектуальной профессиональной деятельности / Клещев А. С., Шалфеева Е. А. // Труды XIII национальной конф. по искусственному интеллекту КИИ-2012. – Т.2. – Белгород: БГТУ, 2012. – С. 128–135.
- 20.** Палагин А.В. Системно-онтологический анализ предметной области / Палагин А.В., Петренко Н. Г. // Управляющие системы и машины. - 2009. – № 4. - С. 3-14.
- 21.** Норенков И. П. Интеллектуальные технологии на основе онтологий // Информационные технологии. – 2010. – № 1. – С. 17-23.

- 22.** Снитюк В.Е. Интеллектуальное управление оцениванием знаний / Снитюк В.Е., Юрченко К.Н. – Черкассы, 2013. – 262 с.
- 23.** Noy N.F. *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology* / Noy N.F., McGuinness D.L. // Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880. – Stanford. –2001.–23 p.
- 24.** Титенко С.В. Семантическая модель знаний для целей организации контроля знаний в обучающей системе / Титенко С.В., Гагарин О.О. // Сб. трудов VI Межд. конф. —Интеллектуальный анализ информации-2006. – К., 2006. – С. 298-307.
- 25.** Методика извлечения знаний при построении интеллектуальных обучающих систем / Таран Т.А., Копычко С.Н., Сирота С.В., Гулякина Н.А. // Сб. трудов VI Межд. конф. —Интеллектуальный анализ информации-2006. – К., 2006. – С. 282-287.
- 26.** Таран Т.А. Обучение понятиям в интеллектуальных обучающих системах на основе формального концептуального анализа / Таран Т.А., Сирота С.В. // Искусственный интеллект. – 2000. – № 3. – С. 340-347.
- 27.** Нетавская Е. Концептуальные принципы реализации и структура инструментария контроля знаний на базе онтологий // In Proc. XIIIth Int. Conf. —Knowledge-Dialogue-Solutions. – Bulgaria, Varna, 2007; Vol. 2. – P. 464-470.
- 28.** Гайтан О. М. Елементи технології реалізації автоматизованого адаптивного контролю знань студентів в комп'ютерних системах навчання // ISSN 1814-4225. Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2014. – № 4 (68)
- 29.** Танченко С. С. Анализ методов генерации тестовых заданий / Танченко С. С., Титенко С. В., Гагарин А. А. // XIII международная научная конференция имени Т. А. Таран «Интеллектуальный анализ информации ИАИ-2013», Киев, 15-17 мая 2013 г. : сб. тр./ гл. ред. С.В.Сирота. – К. : Просвіта, 2013. – С. 220-226
- 30.** Мельник А. М. Метод генерації тестових завдань на основі системи семантичних класів / Мельник А.М., Пасічник Р.М. // Вісник ТДТУ. — 2010. — Том 15. — № 1. — С. 187-193.

- 31.** Петрова Л.Г. Використання модифікованої понятійно-тезисної моделі для автоматизованого формування бази тестових запитань в системах комп'ютеризації освіти / Петрова Л.Г., Петров С.О. // Інформаційні технології і засоби навчання. — 2012. — №4 (30).
- 32.** Рафальська О. О. Адаптивне тестування в системі Moodle. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://2015.moodlemoot.in.ua/course/view.php?id=119&lang=ru> (дата звернення: 03.06.2015)
- 33.** Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин : НПАОП 0.00.-1.31-10. – [Чинний від 2010-03-26]. – К. : Держнагляд охорони праці України, 2010. – 7 с. – (Національні стандарти України).
- 34.** Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ДСанПіН 3.3.2.007-98 (затверджено Постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10.12.1998 р. № 7).
- 35.** Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку : ДСН 3.3.6.037-99. – [Чинний від 2000-01-01]. – К. : МОЗ України, 2000. – 37 с. – (Національні стандарти України).
- 36.** Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5-28:2015 – [Чинний від 2015-01-01]. – К. : Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2015. – 171 с. – (Національні стандарти України).
- 37.** Охорона праці в офісі. Вимоги до робочого місця офісного працівника – [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://gc.ua/business-news/oxorona-praci-v-ofisi-vimogi-do-robochogo-miscya-ofisnogo-pracivnika/> (дата звернення: 01.06.2015)
- 38.** Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень : ДСН 3.3.6.042-99. – [Чинний від 2000-01-01]. – К. : МОЗ України, 2000. – 42 с. – (Національні стандарти України).
- 39.** Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. НАПБ Б.03.002-2007. (затверджено наказом МНС України від 03.12.2007 № 833)