

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра комп'ютерних наук

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА**

на тему: «КОМП'ЮТЕРНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ  
АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ В ОНЛАЙН СЕРЕДОВИЩІ»

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1229-3  
спеціальності 122 комп'ютерні науки  
(шифр і спеціальність)

В. В. Осадчій

(ініціали та прізвище)

Керівник доцент каф. комп'ютерних наук, доцент,  
к. пед. н Пшенична О. С.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент декан математичного факультету,  
професор, д.т.н. Гоменюк С.І.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя

2020

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет математичний  
Кафедра комп'ютерних наук  
Рівень вищої освіти магістр  
Спеціальність 122 комп'ютерні науки  
(шифр і назва)  
Освітня програма комп'ютерні науки

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри  
комп'ютерних наук, к.т.н.,  
доцент

\_\_\_\_\_ Борю С. Ю.  
(підпис)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ЗАВДАННЯ**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Осадчому Вячеславу Володимировичу

(прізвище, ім'я та по-батькові)

1. Тема роботи Комп'ютерна модель процесу адаптивного навчання в онлайн середовищі

керівник роботи Пшенична Олена Станіславівна, к.пед.н., доцент  
(прізвище, ім'я та по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом ЗНУ від « 20 » травня 2020 р. № 577-с

2. Строк подання студентом роботи 01.12.2020

3. Вихідні дані до роботи 1. Постановка задачі.  
2. Перелік літератури.

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

1. Постановка задачі.

2. Основні теоретичні відомості.

3. Розробка алгоритму адаптивного навчання.

4. Розробка моделі адаптивного навчання в онлайн середовищі.

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

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 21.05.2020**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка плану роботи.	01.06.2020	
2.	Збір вихідних даних.	28.08.2020	
3.	Обробка методичних та теоретичних джерел.	08.09.2020	
4.	Розробка першого і другого розділу.	12.10.2020	
5.	Розробка третього розділу.	18.11.2020	
6.	Оформлення і нормоконтроль кваліфікаційної роботи.	04.12.2020	
7.	Захист кваліфікаційної роботи.	09.12.2020	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)В. В. Осадчий  
(ініціали та прізвище)Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)О. С. Пшенична  
(ініціали та прізвище)**Нормоконтроль пройдено**Нормоконтролер \_\_\_\_\_  
(підпис)О. Г. Спиця  
(ініціали та прізвище)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра «Комп'ютерна модель процесу адаптивного навчання в онлайн середовищі»: 32 с., 8 рис., 2 табл., 15 джерел, 2 додатки.

КЛЮЧОВІ СЛОВА ТА СЛОВОСПОЛУЧЕННЯ: АДАПТИВНЕ НАВЧАННЯ, АЛГОРИТМ, КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ, НАВЧАЛЬНЕ ОНЛАЙН СЕРЕДОВИЩЕ, СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ НАВЧАННЯМ, LMS MOODLE, UML-ДІАГРАМА.

Об'єкт дослідження – управління процесом навчання в онлайн середовищі.

Предмет дослідження – моделі та засоби реалізації адаптивного навчання в онлайн середовищі.

Метою даного проекту є розробка моделі реалізації адаптивного навчання в середовищі MOODLE.

Методи дослідження: аналіз, порівняння, класифікація, узагальнення, моделювання, експертна оцінка.

У кваліфікаційній роботі представлено теоретичні основи адаптивного навчання в онлайн середовищі, проаналізовані засоби реалізації онлайн середовища та визначені основні параметри адаптивного навчання. На основі цього аналізу та вивчення функціональних можливостей LMS MOODLE розроблено комп'ютерну модель реалізації адаптивного навчання в середовищі LMS MOODLE, яка поєднує алгоритми різних траєкторій проходження курсу, UML-діаграми взаємодії та концептуальну модель.

## **SUMMARY**

Master's Qualification Thesis "The computer model of adaptive learning in the online environment" 68 pages, 17 figures, 4 tables, 33 references, 4 supplements.

**KEYWORDS AND PHRASES:** ADAPTIVE LEARNING, ALGORITHM, CONCEPTUAL MODEL, LEARNING ONLINE ENVIRONMENT, LEARNING MANAGEMENT SYSTEM, LMS MOODLE, UML-DIAGRAM.

The object of the research is the management of the learning process in the online environment.

The subject of research is models and means of implementing adaptive learning in the online environment.

The purpose of this project is to develop a model for the implementation of adaptive learning in the MOODLE environment

Research methods: analysis, comparison, classification, generalization, modeling, expert evaluation.

The qualification work presents the theoretical foundations of adaptive learning in the online environment, analyzes the means of implementing the online environment and identifies the main parameters of adaptive learning. Based on this analysis and study of the functionality of LMS MOODLE, a computer model of adaptive learning in the LMS MOODLE environment has been developed, which combines algorithms of different course trajectories, UML-interaction diagrams and a conceptual model.

## ЗМІСТ

<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА .....</b>	<b>1</b>
ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ .....	2
РЕФЕРАТ .....	4
SUMMARY .....	5
ВСТУП .....	8
<b>1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РЕАЛІЗАЦІЇ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ В ОНЛАЙН СЕРЕДОВИЩІ.....</b>	<b>10</b>
1.1 Навчальні онлайн середовища.....	10
1.2 Реалізація адаптивного навчання в онлайн середовищі .....	15
1.3 Узагальнення відходів до реалізації адаптивного навчання в онлайн середовищі .....	21
<b>2 МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ .....</b>	<b>26</b>
2.1 Моделювання за допомогою алгоритмів.....	26
2.2 Комп'ютерна модель на основі UML-діаграми	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.3 Добір засобів MOODLE з організації адаптивного навчання .....	30
<b>3 КОМП'ЮТЕРНА МОДЕЛЬ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ ТА ОЦІНКА ЇЇ ПРИДАТНОСТІ .....</b>	<b>35</b>
3.1 Організація експерименту .....	35
3.2 Обробка результатів експериментального дослідження.....	39
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....</b>	<b>43</b>



## ВСТУП

На сучасному етапі розвитку освіти інформаційно-комунікаційні технології починають впливати на організацію навчання, збагачуючи його новими засобами і методами, розширюючи дидактичні і когнітивні можливості. Сьогодні в закладах вищої освіти активно використовуються системи управління навчанням. Розвиток ІКТ призвів до появи нових засобів, придатних для використання в освітньому онлайн просторі.

Питання реалізації адаптивного навчання на сучасному етапі стають все більш і більш актуальними. Цю проблему розглядають українські (Н. Барченко [2], Т. Лендюк [18], К. Осадча [29], І. Сердюк [22], Г. Чемерис [21] та ін.) та зарубіжні вчені (О. Власенко [6], М. Косоногова [13], І. Кречетов [16], Ж. Ферейра [33] та ін.).

На сучасному етапі існує достатня кількість систем управління навчанням, однак наш досвід доводить, що студенти зазвичай не задоволені взаємодією з цими системами. Одночасно існують спеціалізовані системи розраховані на адаптивне навчання: Brightspace LeaP, CourseArc, Generalized Intelligent Framework for Tutoring, Knewton, Open Learning Initiative RealizeIt, Revel, MyLab та ін. Їх функціонал дає змогу використовувати комп'ютерні тренажери, віртуальну й доповнену реальність, комп'ютерну гейміфікацію. Однак в навчальному онлайн середовищі, де їх використання визначально не передбачено, дозволило б змоделювати незвичайні освітні траєкторії, отримати кращу взаємодію, забезпечити студентам найповніше оволодіння компетентностями.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка моделі реалізації адаптивного навчання в середовищі MOODLE.

Для досягнення цієї мети були поставлені наступні завдання:

– ознайомитися з теоретичними основами реалізації адаптивного навчання в онлайн середовищах;



- провести узагальнення підходів до реалізації процесу адаптивного навчання в онлайн середовищі;
- розглянути існуючі рішення реалізації адаптивного навчання в системах управління навчанням;
- здійснити добір засобів MOODLE придатних для реалізації адаптивного навчання;
- побудувати систему моделей для реалізації адаптивного навчання в середовищі LMS MOODLE;
- провести експертне оцінювання розроблених моделей.

# 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РЕАЛІЗАЦІЇ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ В ОНЛАЙН СЕРЕДОВИЩІ

## 1.1 Навчальні онлайн середовища

Сучасні тренди і проблеми задають важливі напрями змін в різних освітніх системах від початкової школи до закладів післядипломної освіти. Це пов'язано не лише з атакою вірусу COVID-19, а є загальною тенденцією глобалізації та інформатизації сучасного суспільства, що пояснюється впровадженням цифрових технологій в усі сфери діяльності.

У зв'язку з цим заклади освіти «впроваджують цифрові технології для того, щоб зробити процес навчання більш ефективним і сучасним» [7, с. 24].

Сьогодні автори фокусують свою увагу на вирішенні цієї проблеми, виділяючи такі групи засобів онлайн навчання [8;9]:

- а) системи управління навчанням;
- б) платформи з офлайн функціоналом;
- в) Інтернет-курси з великомасштабною інтерактивною участю;
- г) інструменти для створення інтерактивного контенту.

Розглянемо кожен з цих груп засобів.

*Система управління навчанням* (англ. Learning Management System або LMS) – це сховище навчальних матеріалів: відеоуроків, лекцій, презентацій, посібників і курсів, доступ до яких можна отримати з будь-якого пристрою в будь-якій точці світу [27]. Ці системи дають змогу викладачу: створювати і вдосконалювати навчальний контент; керувати процесом навчання – назначати і контролювати терміни виконання завдань і контрольних заходів; розробляти систему оцінювання та реалізовувати з її допомогою всі види контролю (поточного, підсумкового, підсумкова атестація); здійснювати взаємодію між користувачами системи; зберігати та переглядати навчальну аналітику.

До систем управління навчанням відносяться – Blackboard, CenturyTech, Edmodo, Google Classroom, Moodle, Seesaw тощо.

*Платформи з офлайн функціоналом* – це web-контент, який поєднує теоретичні і методичні матеріали будь-якого виду, завдання, засоби спілкування (блоги, форуми, чати) та відокремлені засоби асинхронного зв'язку (електронна пошта, розсилка повідомлень тощо) [7]. Цей засіб навчання передбачає, що контакт між студентом і викладачем здійснюється з затримкою в часі. Викладач готує і структурує матеріали для вивчення заздалегідь, а студенти отримують до них доступ і навчаються в зручний час і в звичному для них темпі з можливістю повтору пройденого матеріалу. Однак такий вид засобів доречний не для всіх дисциплін і вимагає високої самомотивації студентів. Прикладами таких ресурсів є Kolibri, Rumie і Ustad Mobile.

*Інтернет-курси з великомасштабною інтерактивною участю* або масові відкриті курси на онлайн платформах (Massive Open Online Course Platforms) – це широкодоступні дистанційні курси, які пропонують університети на спеціальних платформах. Основні цілі розробки таких курсів – активізувати студентів, надати гнучкі освітні можливості, залучити нових студентів, замінити онлайн-курсами стандартні програми [11, с. 49]. Прикладами таких курсів є Coursera, EdX, Future Learn, Canvas тощо.

*Інструменти, призначені для розробки інтерактивного контенту*, в процесі використання перетворюються на повнофункціональне середовище освітньої діяльності. Частина з них підтримує можливості підключення студентів до контенту і одночасну роботу користувачів, а частина передбачає роботу офлайн. Це різноманітні засоби розробки інтерактивних завдань (Learning.Apps, Online Test Pad, Quizizz, Kahoot!, Flippity та ін.), онлайн дошки (AWWApp, Google Jamboard, Limnu, Miro, Twiddla тощо), інструменти для створення інтерактивних зображень (Buncee, Nearpod, Thinglink тощо).

Наведений огляд доводить, що найбільш прийнятними для закладу вищої освіти є системи управління навчанням. Розглянемо характеристику цих програм.

Платформа Blackboard це комплекс програм, призначених для створення навчальних курсів і здійснення електронної освіти. Ця платформа володіє розвиненим програмно-апаратним забезпеченням, що включає в себе наступні модулі: система навчання (Blackboard Learn); віртуальні класи (Blackboard Collaborate), мобільне навчання (Blackboard Mobile), система масової онлайн-розсилки (Blackboard Connect), система ідентифікації особистості (Blackboard Transact), система зберігання й аналізу даних (Blackboard Analytics) [3, с. 87]. Цю платформу застосовують переважно в американських освітніх закладах. Даний продукт є комерційним і має закритий вихідний код.

Skolera – це уніфікована навчальна платформа, яка дозволяє викладачам надавати впорядковане й інтегроване навчання студентам, допомагає у взаємодії зі студентами та їх батьками [41]. Платформа інтегрована з SMS, CMS. У ній передбачений орієнтований на користувача, простий у використанні, рольовий інтерфейс та значки гейміфікації.

NEO – призначена для різних закладів освіти (від шкіл до університетів), що дає змогу легко реалізовувати онлайн-освіту. Девіз розробників – «зробити навчання більш приємним, запропонувавши привабливе рішення для електронного навчання, яке зробить весь процес більш продуктивним. Підходить і для корпоративного навчання. NEO спрощує створення й управління всіма навчальними діями, будь то створення онлайн-класів, оцінка учнів, поліпшення співпраці та відстеження досягнень [35].

Bolt Spark LMS – це високо захищений, хмарний LMS, що мобільно реагує [19]. Ця система володіє такими функціями: потужна аналітика, вбудований переклад, елементи Гейміфікація, управління траєкторією і прогресом. Доступно на декількох мовах, з повністю підключеним API.

Skillcast LMS – це повністю керована хмарна LMS, яка дозволяє компаніям розробляти програми для електронного навчання та відповідності вимогам на одній платформі.

TalentLMS – надлегка хмарна LMS, яка дозволяє ефективно використовувати час і максимізує результати навчання. Ця LMS відрізняється

простотою та чіткістю інтерфейсу, має вбудований конструктор курсів, інтуїтивно зрозуміла і швидко налаштовується, що дозволяє отримувати доступ до курсів без необхідності встановлювати програмне забезпечення.

Docebo – орієнтована на учня платформа, яка поєднує соціальне і формальне навчання, дає змогу формувати навички цікаво і ефективно. Визнана як якісна LMS для підприємств, які навчають співробітників, партнерів і клієнтів.

Moodle – безкоштовна онлайн-система управління навчанням, що надає всім користувачам по всьому світу відкрите рішення для електронного навчання, яке можна масштабувати, налаштовувати, адаптувати за допомогою найбільшого вибору доступних інструментів [26]. Найпоширеніша система дистанційної освіти в навчальних закладах України. Безперечні переваги: простота, величезний вибір інструментів, безкоштовна.

Litmos LMS. Веб-інструмент для електронного навчання; легко створювати веб-навчальні модулі та тести, управляти користувачами і відстежувати прогрес окремих користувачів.

Open edX – це платформа з відкритим вихідним кодом, яка підтримує курси edX . Установи можуть розміщувати свої власні екземпляри Open edX і пропонувати свої власні курси. Користувачі можуть розширити платформу для створення навчальних інструментів, які точно відповідають їхнім потребам.

Canvas LMS – платформа, призначена для електронного навчання, яка утримує безліч іншого сумісного програмного забезпечення [19]. В платформі передбачені сучасні інструменти створення курсів. Canvas LMS підтримує чисельні сторонні розширення, що дозволяє розширити функціонал. В середовищі передбачені зручні інструменти використання вкладок і контекстного меню, посилена безпека, можливості для мобільного навчання. До недоліків системи можна віднести відсутність гейміфікації.

У таблиці 1.1 зібрані відомості про розглянуті системи управління навчанням.

Таблиця 1.1 – Порівняння різних систем управління навчанням

LMS	Профіль	Встановлення	Розповсюдження	Багатомовність	Відповідність стандарту SCORM	Рейтингова оцінка
Blackboard	освіта	на сервер закладу, хмарний сервіс	за передплатою	–	+	92
Skolera	освіта	хмарний сервіс	за передплатою	–	–	90
NEO	освіта	на сервер закладу, хмарний сервіс	безкоштовно до 400 студентів	+	+	84
Bolt Spark LMS	освіта	хмарний сервіс	за передплатою	+	–	82
TalentLMS	освіта	хмарний сервіс	безкоштовно до 5 студентів	+	+	80
Docebo	бізнес	хмарний сервіс	за передплатою	+	–	76
Litmos	бізнес	хмарний сервіс	за передплатою	–	+	74
Moodle	освіта, бізнес	на сервер закладу, хмарний сервіс	безкоштовно	+	+	97
Open edX	освіта, бізнес	на сервер закладу, хмарний сервіс	безкоштовно	+	+	72
Canvas LMS	освіта	хмарний сервіс	за передплатою	+	+	–
Sakai	освіта	хмарний сервіс	безкоштовно	+	+	95

Отже, Moodle найбільш популярна система управління навчанням, яка застосовується в більшості українських університетів. Проблема реалізації адаптивного навчання на базі MOODLE сьогодні достатньо актуальна. Протягом десяти років науковці вивчають це питання в таких аспектах: адаптивна побудова електронних навчальних курсів (А. Живенков та О. Іванова [10], 2010), формування індивідуальної траєкторії навчання (Т. Лендюк [18], 2013), реалізація сценаріїв навчання, які передбачають можливість обрання студентом індивідуальної траєкторії навчання, яка ґрунтується на використанні елементів MOODLE (О. Пшенична [23], 2016), розробка адаптивного навчання на основі кривої забування (І. Кречетов та В. Романенко [14], 2017), проектування та створення «зручного меню, ..., графічних характеристик та змістовного наповнення блоків сайту» (І. Герасименко [8], 2017), побудова оптимального шляху вивчення дисципліни на основі використання модулів (І. Кречетов та В. Романенко [15], 2020).

Додатковим аргументом на користь цієї системи є те, що запит в Google Scholar у формулюванні «використання MOODLE» з обмеженням пошуку 2019 р. дав 2 120 результатів. Це безперечно свідчить про велику популярність у науково-педагогічних працівників України цього інструменту підтримки онлайн навчання. Тому при розробці моделі адаптивного навчання ми будемо на це зважати.

## **1.2 Реалізація адаптивного навчання в онлайн середовищі**

Розглянемо основне поняття нашого дослідження «адаптивне навчання». Загалом слово адаптивний означає здатний пристосовуватися [4, с. 11]. Отже, адаптивне навчання це оптимальне для студента траєкторія вивчення дисципліни, за якої йому цікаво, він встигає, розуміє, впевнено демонструє засвоєне. *Адаптивне навчання* (adaptive learning) – це процес навчання з використанням спеціальних алгоритмів для побудови індивідуальної

навчальної траєкторії за допомогою відібраних ресурсів і активностей, які відповідають унікальним потребам студента [1].

Проблема адаптивного навчання загалом не нова. Цією проблемою займалися П. Брусіловський, Н. Краудер, І. Норенков, Г. Паска, Г. Рибін, Б. Скіннер та ін. Однак більшість теоретичних надбань цих науковців неможливо було реалізувати в той час, оскільки комп'ютерна техніка мала недостатній рівень продуктивності й потужності, програмна реалізація алгоритмів адаптивного навчання була надскладною та технології електронного навчання були недостатньо розвинені й поширені.

Сьогодні адаптивне навчання пов'язують лише з електронним навчанням. Хоча ідеальною (однак занадто дорогою) реалізацією такого навчання вважається репетиторство, оскільки викладач пристосовує свої дії до можливостей учня та темпу засвоєння ним навчального матеріалу.

Реалізації адаптивного навчання в онлайн середовищі передбачає забезпечення повноцінної індивідуальної навчальної траєкторії студента. Сьогодні існують системи адаптивного навчання, в яких розробляються курси: Brightspace LeaP, CourseArc, Generalized Intelligent Framework for Tutoring, Knewton, Open Learning Initiative RealizeIt, Revel, MyLab та ін. Розглянемо деякі з цих систем.

Система Knewton розглядається як онлайн сервіс, призначений для створення курсів за технологією адаптивного навчання [32]. В ній зручно реалізовано пошук і сортування курсів. В оформленні спостерігається мінімалістичність кольорів, що не перенапружує увагу користувача (рисунок 1.1). Навчальний контент супроводжується текстовими матеріалами, відеоконтентом, діаграмами, схемами та іншими видами візуалізації, що сприяє покращенню його засвоєнню. Також реалізовано дві функції Content Feedback (зворотній зв'язок) та More Instruction (додаткові інструкції), що сприяє вдосконаленню контенту і дає змогу покращити розуміння матеріалу.





Рисунок 1.1 – Онлайн середовище Knewton

За результатами опанування кожного блоку матеріалу реалізовано тестування знань: у випадку хибної відповіді студент має швидкий доступ до персоналізованого фрагменту матеріалу, що пояснює вірну відповідь; якщо невірна відповідь належить до пріоритетної теми, студенту надається інструкція щодо ґрунтовного вивчення теми.

RealizeIt – платформа, що працює на основі механізму самонавчання та постійного формування досвіду [39]. Вона оптимально забезпечує навчальним контентом тих, хто навчається, з метою максимізації їх досягнень. Перед початком створення курсу є можливість розробки навчального плану – набір цілей або навичок, яких студент має досягти під час навчання. Він також може включати інформацію щодо ресурсів, за допомогою яких досягатимуться ці результати. Простір знань навчального плану визначається з використанням ієрархічного уявлення (рисунок 1.2). Кожен користувач може створювати власні, персоналізовані навчальні враження, які покращують ступінь залученості та успішності студентів.



Рисунок 1.2 – Онлайн середовище RealizeIt

За допомогою «My learning path» подається інформація щодо пройденого матеріалу, його зав'язків з іншими темами і завданнями навчальної дисципліни та успішності опанування кожної окремої теми [29, с. 8]. Однак інтерфейс курсів перевантажений різнокольоровою гамою та великою кількістю керуючих елементів і графіків.

CourseArc – це інструмент створення та управління вмістом, який сприяє спільній розробці цікавого та доступного онлайн-навчання [30]. Цей інструмент пропонує розробнику курсу готові шаблони курсів, що легко налаштовуються. Редактор тем дає змогу працювати зі значками і логотипами, завантажувати зображення банера або логотип, обирати бажане кольорове оформлення, що дозволяє здійснити брендування навчального курсу (рисунок 1.3).

Також CourseArc надає потужні інструменти для формування не лише тестів для контролю, а й зі створення інтерактивних елементів (вікторин, завдань заснованих на функції drag-and-drop), що додає додаткового інтерактиву навчанню [46, с. 9].



### Рисунок 1.3 – Брендуння дизайну навчального курсу CourseArc

Brightspace LeaP – це адаптивний інструмент навчання, який створює персоналізовані навчальні шляхи для учнів [28]. Середовище зберігає інтелектуальних агентів, завдяки яким здійснюється пошук поведінкових характеристик студентів та виконуються певні дії. Серед адаптаційних можливостей цього інструменту слід відзначити шрифт OpenDyslexic, розроблений спеціально для людей, які страждають на дислексію [29, с. 10].

Блок Brightspace Student Success System дає змогу за допомогою прогностичного аналізу та візуальної діагностики, визначити потенційні проблеми студента й своєчасно надати необхідну йому допомогу. Також в середовищі є можливість збору особистого портфолію студента (рисунок 1.5).

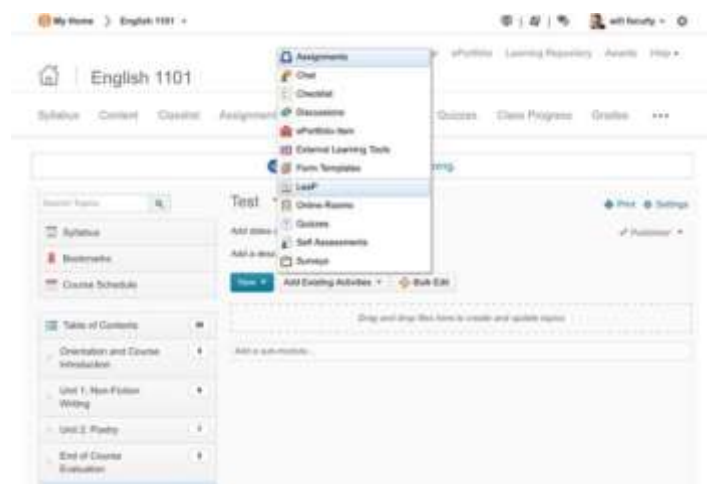


Рисунок 1.4 – Електронне портфолію в Brightspace

Revel – це інтерактивне навчальне середовище, розроблене для студентів і викладачів з метою найбільш зручної реалізації навчання [40]. Це середовище забезпечує інтеграцію Blackboard Learn, Canvas, Brightspace by D2L та Moodle, надаючи установам, викладачам та студентам легкий доступ до Revel.

Відзначають потужну та функціональну систему інтерактивних вікторин, можливість створення та використання інтерактивних карт, тестів, що надає навчання елементів гейміфікації (рисунок 1.5). Це звичайно ж надає навчання адаптаційного характеру.

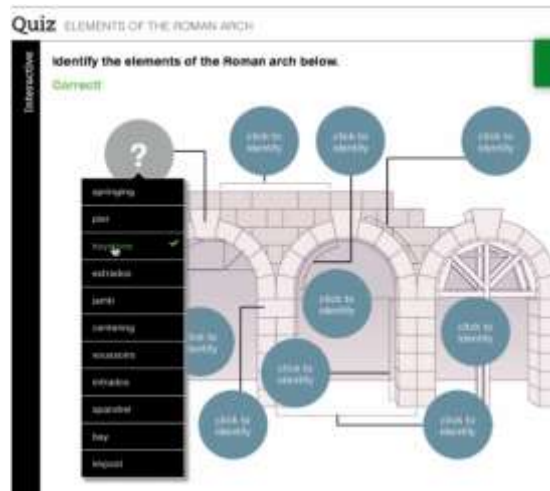


Рисунок 1.5 – Приклад інтерактивного завдання в Revel

Група авторів зазначають, що адаптивне навчання враховує попередній навчальний досвід студента, відстежує поточний прогрес отримання ним знань та якість їх засвоєння [15, с. 253].

Як зазначається в публікації [33] команді Knewton вдалося розробити універсальні алгоритми та створити велику інфраструктуру збору, аналізу та використання інформації про прогрес студентів. Вона включає: систему збору детальної інформації про знання студента, про ступінь засвоєння ним тих чи інших понять; сукупність рішень, які на основі зібраних даних про досягнення студента та його реакції на зміни в навчанні, узагальнює інформацію та робить відповідні налаштування параметрів контенту; дані персоналізації, яка на оцінює можливості учня та з урахуванням цього коригує цілі і формує оптимальну стратегію навчання кожного студента. Система веде особисту статистику студента на всіх рівнях навчання і готує аналітичні прогнози щодо його успіхів (швидкість роботи, ймовірність досягнення мети тощо).

Отже, проведений огляд дав змогу визначити основні вимоги до реалізації адаптивного навчання в онлайн середовищі.

### 1.3 Узагальнення підходів до реалізації адаптивного навчання в онлайн середовищі

Для розробки моделі необхідно визначитися з вимогами до вивчєм адаптивного навчання. У сучасних реаліях реалізації студоцентрованого навчання необхідно враховувати інтереси та сподівання кожного окремого здобувача освіти. У цьому викладачам допомагають надбання психології.

За Н. Флемінгом існує чотири різні стилі сприйняття інформації, що відбивається на розподілі людей за стилями учіння [36, с. 331]:

- візуали (visual learners) – основна частина інформації ними отримується за допомогою очей і вони найкраще сприймають навчальний матеріал за допомогою різних зорових образів;
- аудіали (aural learners) – головним засобом пізнання й передачі інформації є звуки і для кращого запам'ятовування й засвоєння необхідний озвучений навчальний матеріал (аудіо-лекції);
- дігітали (read-write learners) – віддають перевагу інформації, представлений у вигляді тексту, тому найкращий режим сприйняття – читання і запис навчальних відомостей у всіх формах;
- кінестетики (kinesthetic learners) – сприймають навчальний матеріал за перцептивним принципом, застосовуючи набутий досвід на практиці.

Ці особливості сприйняття інформації необхідно врахувати при розробці навчального контенту. Він має бути різноплановим, орієнтуватися на різні смаки і пріоритети студентів: текстові матеріали, ілюстративні навчальні матеріали, навчальні відеоматеріали і навчальне аудіо. Однак в цьому ланцюгу відсутні матеріали для кінестетиків. Для них в онлайн середовищі навчання ефективніше реалізується за допомогою технологій доповненої та віртуальної реальності, які нещодавно були прийняті в різних моделях навчання і показали неабиякий вплив на досвід навчання студентів [36, с. 330]. Такими інструментами можуть стати вікторини, кросворди, ребуси, пазли, хмари слів

ментальні карти, веб-квести та ін. – все що спонукає до самостійного здобуття навчального матеріалу.

У середовищі мають бути представлені різноманітні варіанти практичних завдань – з різним рівнем складності та різним обсягом методичних рекомендацій, щоб дати кожному здобувачу можливість оволодіти сукупністю компетентностей, які передбачені в дисципліною незалежно від його особистих здібностей та пріоритетів. Можливо передбачити додаткові завдання, які дадуть йому змогу збагатити компетентності, які опановуються, відсутніми вміннями і навичками або вдосконалити їх. І в залежності від стилю учіння

Зважаючи на активність і непосидючість сучасних молодих людей необхідно заздалегідь інформувати їх про середній час, потрібний для ознайомлення з теоретичним матеріалом, для виконання практичних завдань та проходження тесту.

Тести також необхідно перетворити в адаптивні інструменти оцінювання програмних результатів навчання, які рекомендуватимуть студенту матеріали для повторення й закріплення. Тому необхідно створити тренувальні тести для самоконтролю й підготовки до реальних контрольних робіт. Тестові завдання, що входять до тесту, мають бути різноплановими та перевіреними на складність, валідність, надійність, дискримінативність [38].

Також важливо передбачити спеціальні алгоритми, які будуть реалізовувати дві можливі стратегії:

- вибір особисто студентом способу представлення теоретичного матеріалу;
- реалізація вибору, передбачена в онлайн середовищі.

Обов'язковою умовою є забезпечення студенту зворотного зв'язку і можливості отримати допомогу. Для цього можна застосовувати всі можливі інструменти: чати, форуми, опитування, анкети тощо.

Необхідно передбачити механізми, які будуть підтримувати інтерес здобувачів освіти до дисципліни: реалізацію в онлайн середовищі інтерактивних методів навчання, бонусних пропозицій, нагород тощо.

Проведені узагальнення були систематизовані і представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Систематизація ознак

Елемент або критерій	Способи забезпечення адаптивності	Обґрунтування
Теоретичні матеріали	<i>різні типи представлення теоретичного матеріалу:</i>	<i>стиль учіння студента:</i>
	текстові матеріали та гіпермедіа	дігітали
	ілюстративний навчальний матеріал, графіка та діаграми, презентації, опорні конспекти, навчальні відеоматеріали	візуали
	навчальні аудіоматеріали	аудіали
	тренажери з доповненою або віртуальною реальністю	кінестетики
	інформування про час, потрібний для ознайомлення	необхідність організації роботи студента
Практичні завдання	<i>різні типи представлення методичних рекомендацій:</i>	<i>стиль учіння студента</i>
	текстові матеріали та гіпермедіа	дігітали
	ілюстративний навчальний матеріал, графіка та діаграми, презентації, опорні конспекти, навчальні відеоматеріали,	візуали
	навчальні аудіоматеріали	аудіали
	тренажери з доповненою або віртуальною реальністю	кінестетики
	завдання різного рівня складності	бажання або можливості студента
	додаткові завдання	збагачення компетентностей відсутніми уміннями й навичками

Продовження таблиці 1.2

Елемент або критерій	Способи забезпечення адаптивності	Обґрунтування
Практичні завдання	інформування про час, потрібний для виконання	необхідність організації роботи студента
Тести	тренувальне тестування	самоперевірка і підготовка до контрольних тестувань

	інформування про час, потрібний для виконання	необхідність організації роботи студента
	різні за складністю та формою тестові завдання	можливість набрати максимально можливу оцінку за тест
	зміна тестових завдань за складністю тесту в процесі тестування	виконання тесту складності, адекватної можливостям студента
Комунікація	чати, форуми, опитування, анкети	отримання допомоги; накопичення інформації про здібності і пріоритети студента
Довідкова система	розвинені довідкова і пошукова системи	швидкість опанування
Засоби навігації	Система посилань і переходів	Залучення студентів до роботи з середовищем
Інтерфейс	Привабливе оформлення і значки	Мотивація до навчання
	Використання зовнішніх ресурсів	
	Мультимедійні можливості	



Отже, проведене узагальнення довело, що навчальний контент має бути різноманітним, орієнтованим на смаки й особливості сприйняття інформації студентами, при проектуванні тестів необхідно передбачити процедуру адаптації до можливостей студентів, обов'язково потрібно передбачити засоби зв'язку як односторонні (об'яви, інформації, повідомлення, форуми та ін.) так і двосторонні (чати, анкети, опитування тощо), інтерфейс системи управління навчанням слід збагатити привабливими елементами (оформлення, тренажери, квести, інтерактивні засоби, віртуальна реальність тощо).

## 2 МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ

### 2.1 Різноманітні моделі проведення адаптивного навчання в системах управління навчанням

Питання розробки моделі адаптивного навчання певний час є об'єктом ретельного вивчення науковців. Вони розглядають її як схему, алгоритм, граф, UML-діаграму тощо.

Система управління навчанням MOODLE володіє достатнім функціоналом, щоб реалізовувати алгоритм адаптивної навчальної траєкторії студента. Саме про це йдеться в роботі «Педагогічні особливості сценарію навчання та технічна реалізація його в середовищі MOODLE» [23]. За авторським задумом найефективнішим є розгалужений алгоритми реалізації навчання, «який дає змогу: викладачу управляти послідовністю вивчення дисципліни, а студенту відповідно до своїх потреб, можливостей та мотивів обирати складність завдання для виконання» [23, с. 370]. Ця ідея здається корисною для розробки моделі адаптивного навчання в онлайн середовищі.

Загалом проблема адаптивного навчання заснована на використанні напрацювань математики:

- методів оптимізації [2; 13; 15; 21];
- теорії графів [2; 6; 10];
- методів математичної статистики [14; 18; 25];
- системного аналізу [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

На розробку оптимізаційних моделей фокусують увагу Н. Барченко [2], М. Косоногова [13], І. Кречетов [15], Н. Мінасова [21], В. Романенко [15] та ін.

Методи оптимізації дозволяють працювати за двома напрямками: «оптимізація процесу навчання – мінімізація часу, витраченого на вивчення дисципліни, або максимізація результатів навчання (компетентностей, знань,

умінь, навичок)» [21, с. 140]. Такий підхід визначає необхідність накопичення в онлайн навчальному середовищі показники часу вивчення матеріалу, виконання завдань і проходження тестування та параметри, в яких зберігаються цільові показники результатів навчання.

При цьому слід зважати на те, що задача оптимізації вирішується за допомогою генетичних алгоритмів, що безперечно підтверджує нашу ідею з необхідності розробки алгоритму функціонування адаптивного онлайн середовища навчання.

Теорія графів допомагає в розробці траєкторії навчання кожного окремого студента. Так, за результатами тестування студентів допомогою мережі Петрі на виході отримується «нечітка оцінка рівня знань користувача системи» [10, с. 155]. У дисертаціях [2; 6] автори представляють траєкторію вивчення дисципліни у виді графу та здійснюють поступове його укрупнення. Цікаво, що в роботі [6] запропоновано за допомогою такого укрупнення розкласти граф на рівні – визначити послідовність розташування вузлів цього графу, а таким чином виявити траєкторію проходження навчального матеріалу.

В статті І. Кречетова і В. Кручиніна представлений граф, вузлами якого є множина модулів курсу та множина компетентностей, що забезпечує курс, і його автори назвали «моделлю предметної області» [14, с.76]. Ці автори ввели поняття «компетентність, що зависла» – «це вихідна компетентність, що не є вхідною для жодного навчального модуля» [14, с. 76].

При розробці адаптивних тестів використовуються методи теорії освітніх вимірювань, в основі яких знаходяться методи математичної статистики. Ці методи передбачають розрахунок ймовірності правильної або неправильної відповіді, мір центральної тенденції й мір мінливості, коефіцієнтів кореляції та реалізацію дисперсійного або факторного аналізу.

Так з таблиці крос-табуляції залежності між часом проходження тестування та кількістю помилок, що зробив респондент, знаходять оптимальний час тестування. Також останнім часом в аспекті реалізації адаптивного навчання науковці звертають увагу на синтез освітніх траєкторій з

урахуванням забування [14]. Така процедура дає змогу прогнозувати успіхи студентів в засвоєнні курсу та оперативно коригувати їх навчальну траєкторію.

Оптимізації освітнього процесу здійснюється також шляхом побудови алгоритмів тестування. Так Т. Лендюк пропонує в своїй статті пропонує «вдосконалений алгоритм пірамідального тестування», яким передбачено об'єднання тестових завдань «в тематичні блоки з непарною кількістю питань» [18, с. 112]. За результатами тестування студент може перейти на виконання тесту вищого рівня складності (якщо дав всі або майже всі правильні відповіді), на тест нижчого рівня складності (переважна більшість відповідей – неправильна), на 2 рівні нижче (всі відповіді – невірні). Вважаємо такий варіант тестування цілком прийнятним для розробки моделі адаптивного навчання, однак автор представив лише пірамідальну схему переходів, з якої не дуже зрозуміло що передбачає перехід на нижчий або високий рівень.

Представлені приклади впровадження математичних методів при створенні адаптивного курсу додатково підтверджують необхідність розробки алгоритму його реалізації.

Універсальним засобом моделювання на сучасному етапі розробки програмних засобів є UML (Unified Modeling Language) – уніфікована мова моделювання [5, с. 172]. Моделі розроблені в нотації UML представлені в роботах І. Кириченко [12] та Я. Курзибової [17].

У статті [17] передбачено, що адаптивне навчання реалізується завдяки функціонуванню окремих модулів. Для цього була розроблений алгоритм сценарію навчання в нотації UML, який представлений за допомогою діаграми класів і діаграми взаємодії об'єктів навігації. Авторка статті статичну модель представила за допомогою класів: користувачів системи User (підкласи Trainee і Teacher); навчальних елементів системи LearningModule (підкласи SCO и Asset); послідовність представлення навчальних елементів Trajectory; в двох класах ResultOfLearning і AssetTestInformation накопичується інформація про результати навчання; за допомогою класу Adaptation здійснюється корекція в класі Trajectory; формується клас FinalResultOfLearning; взаємодія користувача

системи з навчальними матеріалами клас Interactions; організація інтерфейсу клас VisualPanel [17, с. 18–19]. В авторській інтерпретації між викладачем і студентом знаходиться ціла низка об'єктів (LMS, Електронний курс, SCO, Asset і Сценарій) з якими вони взаємодіють. Завдяки діаграмі взаємодії «простежується поведінка та «існування» об'єктів, що починається в момент старту навчання в системі. [17, с. 19].

У дисертаційному дослідженні І. Кириченко представлено онтологію предметної області у вигляді UML-діаграми класів, яка утримує: «навчальний курс; результати навчання; форму подання контенту; модель навчальних матеріалів; метаопис навчального об'єкту» [12, с. 51]. Також в роботі представлена авторська інтерпретація UML-діаграми взаємодії двох акторів – Агента потреби (АП) і Агента можливості (АМ) [12, с. 72]. Ми розуміємо під Агентом потреби – здобувача освіти, а під Агентом можливості – викладача.

Більшість авторів звертають увагу на «модель студента», яка утримує сталі і динамічні показники. До сталих відносять «дані здобувача освіти: загальні відомості про нього (форма навчання, спеціальність, група, перелік дисциплін, що вивчається тощо), дані про особистісні характеристики й переваги» [21, с. 137]. Динамічні показники – це дані про траєкторію й історію навчання, відомості про досягнуті результати навчання в системі та додаткова інформація про відвідування занять, виконання завдань, про час роботи в системі з навчальним матеріалом, частоту звернення до допоміжних і довідкових матеріалів при виконанні завдань, консультації з викладачами, результати контролю знань та ін. [17, с. 19].

Зазначимо, що ці автори при побудові моделей за допомогою UML-діаграми не представили сценарії використання онлайн систем в адаптивному навчанні.

Отже, для розробки моделі адаптивного навчання в онлайн середовищі необхідно скористатися уніфікованою мовою моделювання, побудувати діаграми взаємодії .

### 1.3 Добір засобів MOODLE з організації адаптивного навчання

Для реалізації комп'ютерної моделі адаптивного навчання необхідно здійснити добір засобів, що дозволяють його реалізовувати в MOODLE. Для цього доречніше розглянути як спеціальні елементи MOODLE так і програми-розширення його функціоналу – плагіни.

Процедуру добору ми вирішили почати з визначення спеціальних плагінів, призначених для адаптивного навчання. Це питання докладно розглянуто в роботі «Можливості MOODLE для реалізації адаптивних технологій навчання» [22]. Автори, проаналізувавши 18 плагінів, відзначили, що «...можна виділити Adaptive Quiz для адаптації тестування, IADLearning для адаптації контенту та стек плагінів (Learner preferences, Learner adaptation, Navigation Web) для адаптації навігації» [22, с. 67]. Ознайомлення з функціональністю цих плагінів на сайті розробника довело наступне [37]:

- Adaptive Quiz дає змогу створювати тести, які ефективно вимірюють здібності студентів – складність кожного наступного запитання залежить від відповіді (вірної або невірної) на попереднє;

- IADLearning дозволяє створити адаптивний навчальний контент, зміст якого переглядається за допомогою концептуальної карти, до того ж студенту надаються персоналізовані рекомендації щодо проходження контенту;

- блок адаптивної навігації включає три плагіни (Learner preferences – зберігає модель студента або його вподобання, Learner adaptation – забезпечує адаптивну навігаційну підтримку, Navigation Web – підтримка навігації в курсі та між курсами за допомогою «інтерактивної концептуальної карти».

Ми вважаємо, що необхідно дослідити можливості основних елементів цієї системи, в аспекті забезпечення адаптивної освітньої траєкторії студента.

Розглянемо основні важливі для реалізації адаптивного навчання елементи LMS MOODLE.

В LMS MOODLE абсолютно для всіх видів діяльності (Анкета, База Даних, Вибір, Вікі, Глосарій, Завдання, Зворотний зв'язок, Зовнішній засіб, Семінар, Тест, Урок, Форум, Чат, SCORM-пакет) і ресурсів (Книга, Напис, Сторінка, Тека, Файл, IMS контент пакет, веб-посилання) можна задати обмеження доступності, вказавши, наприклад, умову, доступності цього елемента і відповідно допуску до виконання виду діяльності [23, с. 370]. Тобто студент не буде бачити цей елемент, доки не набере за попереднє завдання (в даному випадку за Завдання 2) кількість балів, яка  $\geq$  вказаної частки від загальної оцінки (рисунок 1.6). Також для елемента Тест можна задати обмеження, що посилається на підсумкову оцінку за виконані завдання. Так можна задати повну послідовність виконання комплексу завдань в межах відповідної теми.

Рисунок 1.6 – Визначення обмеження на роботу з елементом

На окремий інтерес заслуговує елемент Урок, що носить адаптивний характер, і представляє собою «серію html-сторінок, поєднаних заданими переходами» [34, с. 99]. Він поєднує «вивчення теоретичного матеріалу і перевірку рівня його засвоєння» [26, с. 303], тому кращою назвою є російськомовний переклад – Лекція. Загалом його можна налаштувати як тренувальне повторення теоретичного матеріалу (перед виконанням Завдання або Семінару), реалізувавши не потрапляння оцінки за це тренування до журналу оцінок (рисунок 1.7, рисунок 1.8). За допомогою цього елемента

можна розробити тренувальні тестування, призначені для самоконтролю студентів, оскільки до них можна додати Кластер з тестовими завданнями з певної категорії Банку завдань.

Індикатор виконання ? Так ⇅

Показати поточну оцінку ? Так ⇅

Показати меню ? Так ⇅

Показувати меню тільки при оцінці більшій ? 20% ⇅

Показ слайдів ? Так ⇅

Максимальна кількість варіантів відповідей ? 4 ⇅

Використати типовий відгук ? Ні ⇅

Посилання до наступної діяльності ? forum - лл ⇅

Рисунок 1.7 – Налаштування вигляду елемента Урок

Оцінка

Тип Відсутнє ⇅

Тренувальний урок ? Так ⇅

Бали користувача ? Так ⇅

Передану дозволено ? Так ⇅

Оперування передачами ? Максимальна оцінка ⇅

Мінімальне число запитань ? 0 ⇅

Рисунок 1.8 – Налаштування оцінювання Уроку

Кожен елемент можна позначити як завершену діяльність, а потім використовувати цю умову в обмеженнях елементів (рисунок 1.9, рисунок 1.10).

Виконання діяльностей

Відстеження виконання ? Показувати діяльність як виконану, коли виконано всі умови ⇅

Потрібен перегляд ?  Для виконання цієї діяльності студент повинен переглянути її

Виконання планується до ? 3 ⇅ December ⇅ 2020 ⇅ 10 ⇅ 35 ⇅  Включити



Рисунок 1.9 – Налаштування виконання діяльності за відповідним елементом

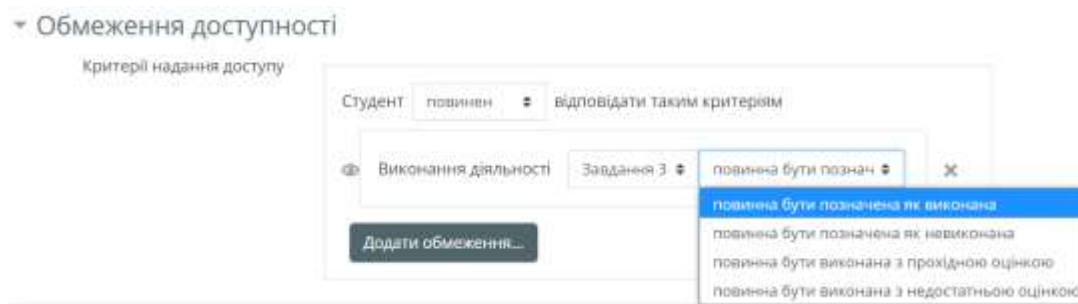


Рисунок 1.10 – Налаштування обмеження за виконання діяльності з елементу

Для забезпечення зворотного зв'язку та отримання допомоги в LMS MOODLE передбачені такі види діяльності – Чат, Форум, Анкета, Вибір, Зворотний зв'язок. Також можна реалізувати впровадити веб-конференцію з відкритим кодом, наприклад на платформі BigBlueButton.

Завдяки форуму, викладач інформує студентів про наступні їх дії в курсі, а чат дає можливість студенту поставити запитання викладачу. Хоча в Форумі і Чаті можна реалізувати спільне спілкування, ставити запитання і отримувати відповіді. За допомогою цих елементів можна підтримувати реалізацію інтерактивних методів навчання, які передбачають швидкі пропозиції щодо вирішення ситуацій (мозковий штурм, аналіз конкретних ситуацій тощо).

Анкета, Вибір і Зворотний зв'язок дають змогу отримати інформацію: про пріоритети студента; про його психологічні характеристики; про вибір теми індивідуального завдання, доповіді тощо. Ці результати дають змогу визначити переваги студента і в залежності від цього побудувати його траєкторію виконання завдань і тестів.

Інформація про пріоритетні дії студента реалізовується не лише шляхом проведення опитувань, а й зі звіту Журналу подій LMS MOODLE.

Інтерфейс LMS MOODLE не дуже привабливий, на що звертають увагу дослідники, тому закладам вищої освіти доводиться проєктувати «власний шаблон, який відповідав би персоналізованій адаптивній системі [8, с. 10]. Однак окремі елементи можна зробити цікавими та яскравими, скориставшись

елементами Книга і SCORM-пакет або посиланнями на зовнішні ресурси за допомогою Напису, Сторінки, Зовнішнього засобу, URL (веб-посилання).

Складніше за все реалізувати адаптивні тести, для чого доречно скористатися плагіном Adaptive Quiz. Хоча на основі статистики за результатами тестування визначається оптимальний час на проведення тестування та визначаються завдання, що не відповідають вимогам теорії оцінювання знань.

Отже, проведений огляд систем адаптивного навчання та аналіз основного функціоналу LMS MOODLE є основою для розробки моделі адаптивного навчання в середовищі цієї системи управління навчанням.

## **3 КОМП'ЮТЕРНА МОДЕЛЬ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ ТА ОЦІНКА ЇЇ ПРИДАТНОСТІ**

### **3.1 Моделювання процесу адаптивного навчання в онлайн середовищі**

Проведений у попередньому розділі аналіз існуючих розробок моделей реалізації адаптивного навчання в системі управління навчанням довів, що необхідно розробити:

- загальну схему роботи модулів системи;
- модель сценарію адаптивного навчання;
- вимоги до роботи модулів;
- алгоритми роботи окремих модулів системи;
- UML-діаграми.

Вивчення публікацій щодо адаптивного навчання довело, що необхідно розробити загальну схему функціонування модулів системи адаптивного навчання в онлайн середовищі. Вона має складатися з модуля системи управління навчанням, модуля електронного курсу, модуля студента, модуля траєкторії адаптації (рисунок 3.1).

Модуль системи управління навчанням утримує два блоки (взаємодія зі студентом і аналіз результатів) і три бази (база правил, база інтерфейсів і база даних системи). Передбачено, що блок взаємодії зі студентом отримує дані з бази правил, бази інтерфейсів і бази даних системи. Після взаємодії результати потрапляють до блоку аналізу результатів.

Модуль електронного курсу утримує бази матеріалів, завдань, тестових завдань, інших елементів і впроцесі проходження студентом курсу (блок

проходження курсу) передає їх блоку обробки результатів, який формує базу даних результатів.

Про кожного студента система зберігає інформацію – база особистих даних і база проходження курсу. База особистих даних не змінна, а база проходження курсу – динамічна і зберігає відомості про результати виконання всіх завдань і тестів, час виконання завдань, кількість доступів до елементів курсу, кількість завантажень файлів тощо. Вони сконцентровані в модулі студентів. Згідно з особистими даними студента і результатами проходження ним курсу Блок наповнення проходження курсу оновлює базу проходження курсу.

База проходження курсу наповнює Базу траєкторій, яка є основою для Блоку обробки траєкторій. Результати обробки траєкторій разом з Базою траєкторій і Базою сценаріїв стають основою для роботи Блоку формування нового сценарія.

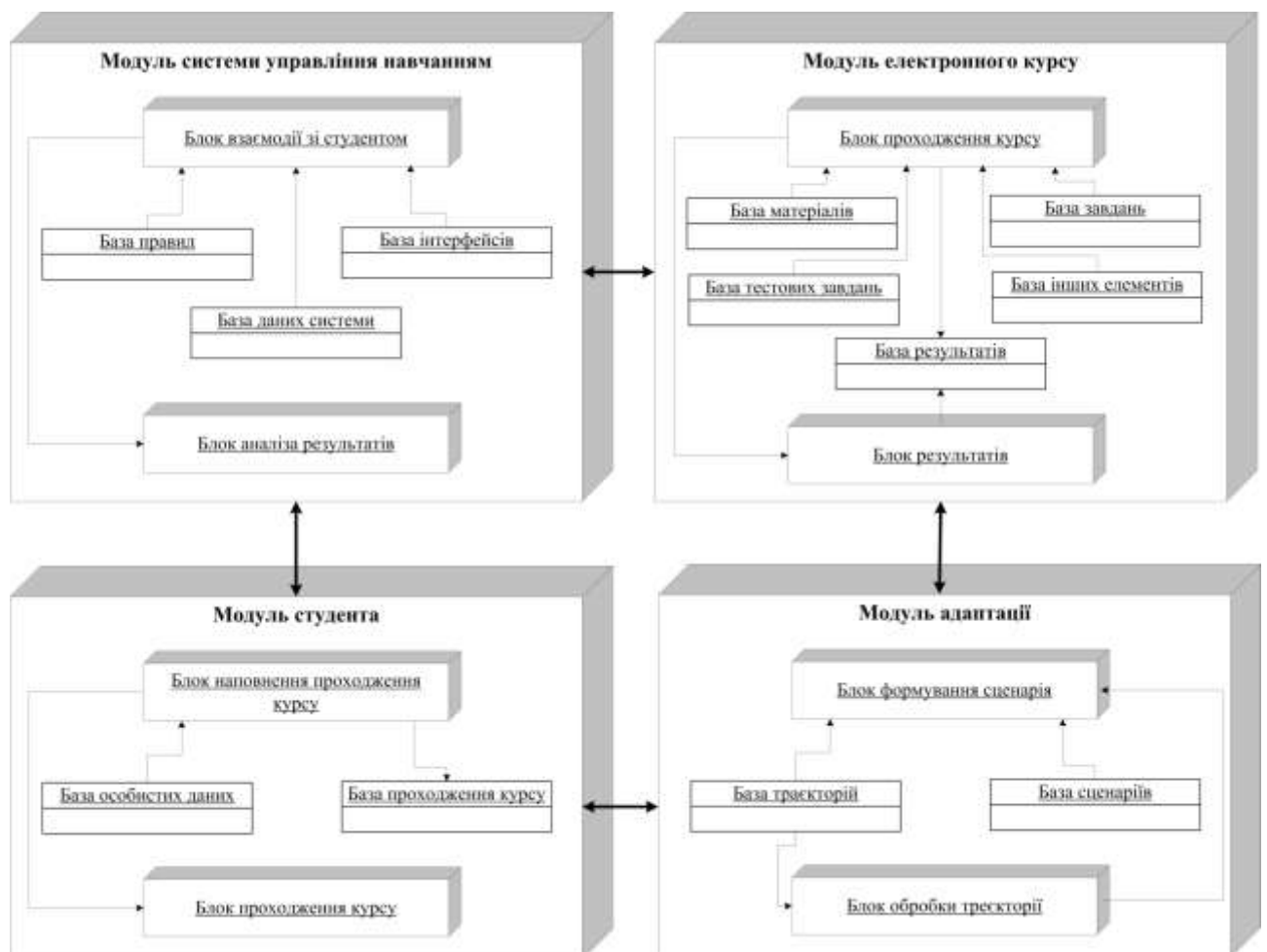


Рисунок 3.1 – Загальна схема функціонування модулів системи адаптивного навчання

Застосування поєднаних можливостей систем адаптивного навчання з навчальними матеріалами з використанням різних типів матеріалів (текстові матеріали, ілюстративні навчальні матеріали, навчальні відеоматеріали і навчальне аудіо, тренажери з доповненою та віртуальною реальністю) нададуть найбільш адаптований та індивідуалізований навчальних контент студенту. Схема, що ілюструє поєднання можливості цих матеріалів у сценарії навчання, наведена на рисунку 3.2.

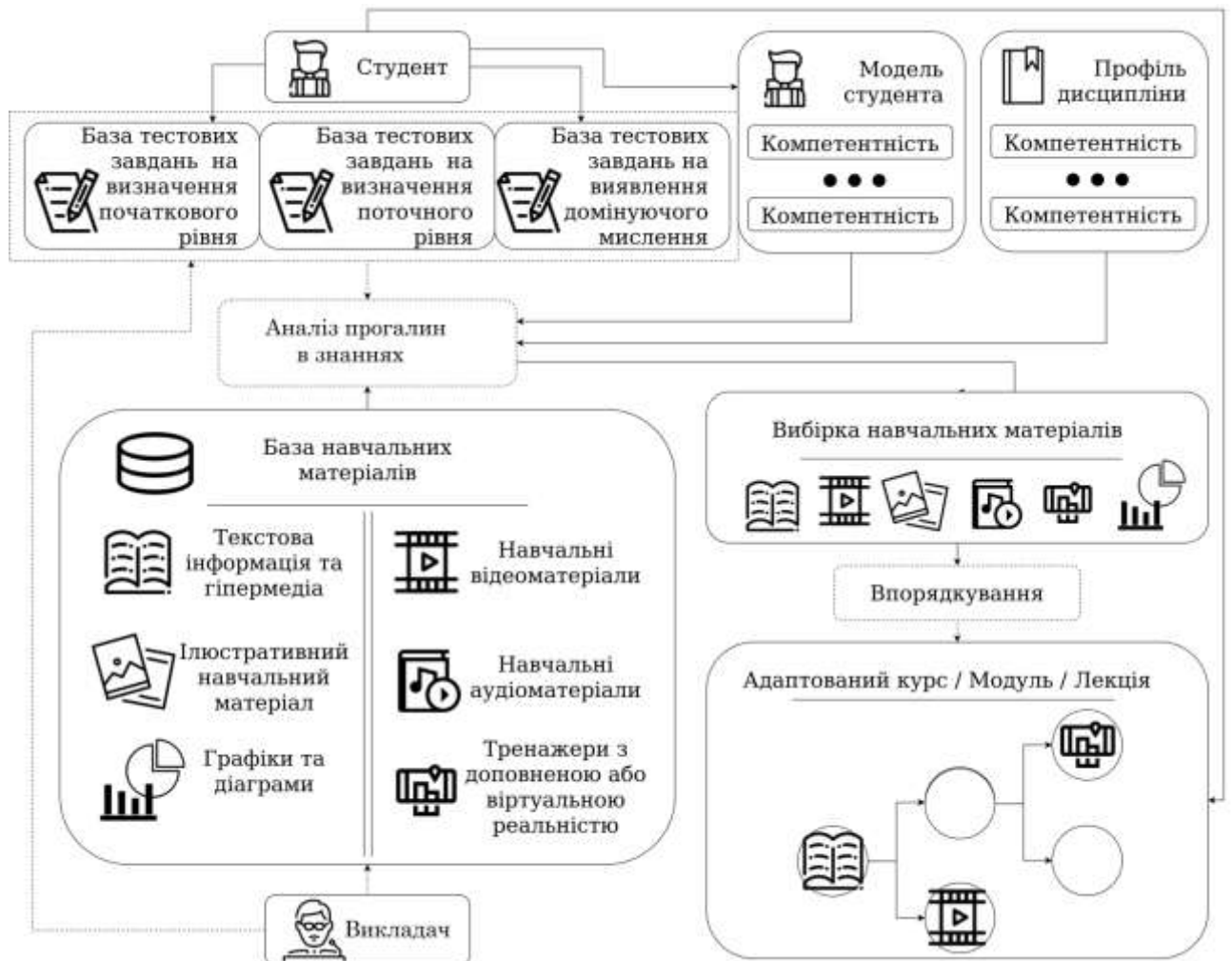


Рисунок 3.2 – Схема формування сценарія навчання

Для роботи з навчальним контентом ми розробили вимоги до роботи з ним, які відображено на рисунку 3.3.

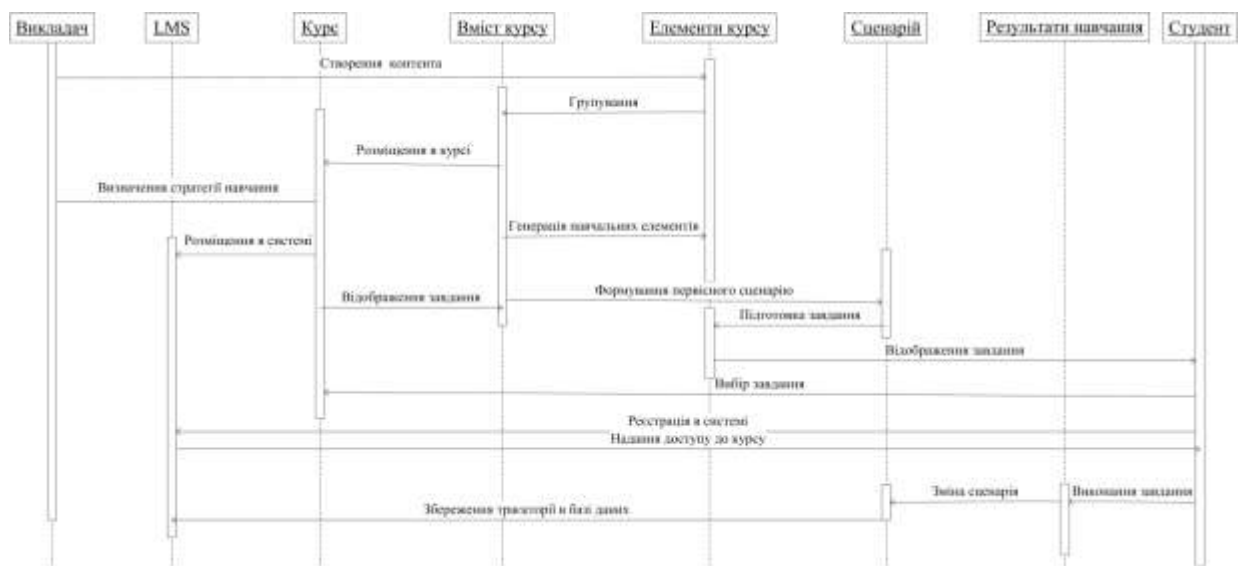


Рисунок 3.3 – Діаграма послідовності системи адаптивного навчання

Отримана діаграма дала змогу розробити вимоги роботи модуля адаптації.

Таблиця 3.1 – Вимоги до роботи модуля адаптації навчального контенту онлайн середовища

Актор	Дія
Студент	Обирає тему
Онлайн середовище	Виводить активний контент теми
Студент	Обирає елемент 1
Онлайн середовище	Формує систему завдань
Онлайн середовище	Розробляє первісний сценарій
Онлайн середовище	Надає студенту завдання
Студент	Виконує завдання і завантажує
Онлайн середовище	Здійснює оцінювання або повідомляє викладача
Викладач	Оцінює завдання
Онлайн середовище	Змінює сценарій
Онлайн середовище	Зберігає сценарій в базі траєкторій системи
Студент	Переходить до вивчення наступного елементу

В процесі розробки моделі реалізації процесу адаптивного навчання онлайн системи розроблена загальна схема функціонування модулів системи, побудована схема формування сценарію навчання і розроблена UML-діаграма послідовності.

### 3.2 Обробка результатів експертного опитування

Вважаючи розроблену систему не досконалою, було здійснено експертне оцінювання цієї системи. До цього були залучені 10 експертів – фахівці з розробки програмного забезпечення та фахівці з педагогіки.

Спочатку була розроблена система критеріїв для оцінювання. У виробленні критеріїв ми скористалися роботою Н. Барченко [2, 95]. До неї потрапили наступні показники:

- відповідність між системою та реальним світом;
- новизна;
- відповідність профілю додатку;
- гнучкість і ефективність;
- ресурсна ефективність;
- контроль і свобода користувача;
- мотивація студентів;
- передбачення різноманітних смаків студентів.

Експертам було запропоновано оцінити моделі за 5-ти бальною шкалою. Результати оцінювання представлено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – результати експертного оцінювання моделей

Критерій	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
відповідність між системою та реальним світом	3	4	2	2	5	3	2	2	3	5
новизна	2	4	2	2	2	5	2	2	4	4
відповідність профілю додатку	2	3	5	3	5	3	5	2	5	3
гнучкість і ефективність	4	5	3	5	4	2	4	4	3	5

ресурсна ефективність	4	4	5	2	2	5	5	5	4	3
контроль і свобода користувача	2	5	2	2	2	2	3	4	2	3
мотивація студентів	4	2	2	3	5	4	4	5	4	5
передбачення різноманітних смаків студентів	5	5	4	3	5	5	4	5	4	2

В обробці результатів експертного оцінювання здійснено розрахунки згідно з доробками Г. Азгальдова, В. Черепанова та інших фахівців. Всі розрахунки здійснювалися за формулами представленими в статті [24].

Результати розрахунків наведено на рисунку 3.4.

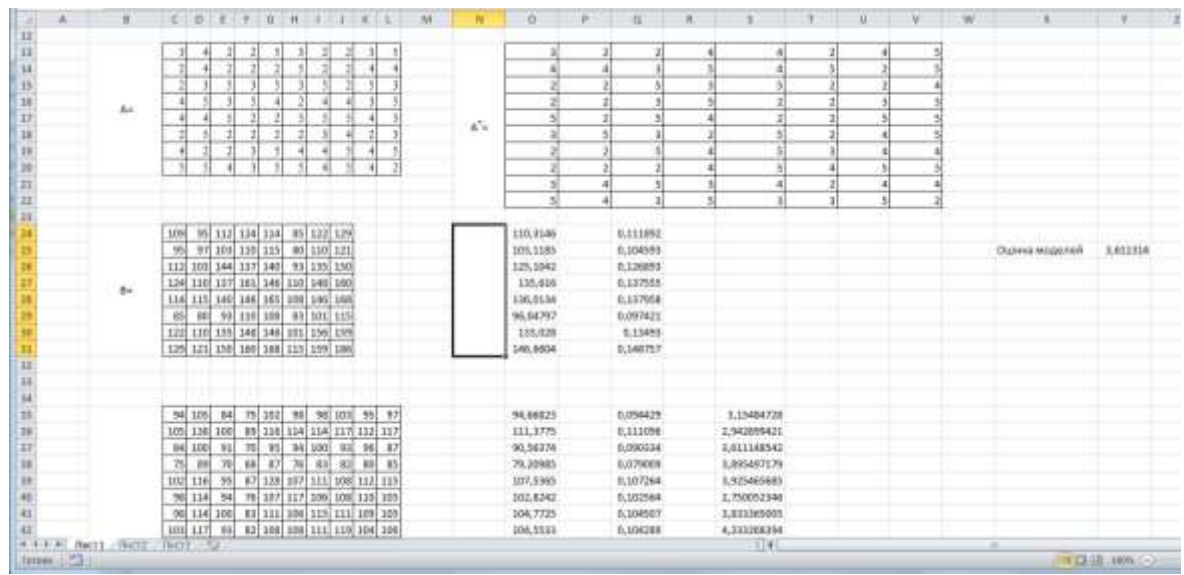


Рисунок 3.4 – Обчислення результатів експертного оцінювання

Проведене оцінювання засвідчило, що оцінка розроблених моделей 3,6, що є достатнім варіантом. Однак спонукає нас до подальшого вдосконалення моделей і розробки спеціальних плагінів з перетворення системи управління навчанням MOODLE в адаптивне середовище.



## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розглянуті теоретичні основи адаптивного навчання в онлайн середовищах. Зокрема виявлено, що таке навчання дає кращий результат максимально наближений до навчання в реальних умовах закладу освіти. З іншої сторони його реалізація додає навчанню ефекту зацікавлення й мотивації, оскільки в його задумі присутня віртуальна реальність і гейміфікація. Також ці системи дають змогу адаптувати навчальний контент під кожного окремого студента, що створює кожному студенту персоналізований простір для навчання, який підлаштований до його можливостей.

За результатами узагальнення визначено, що навчальний контент має бути різноманітним, максимально орієнтованим на студентів, включати адаптивні тести, утримувати засоби зв'язку, забезпечувати привабливий інтерфейс навчального онлайн середовища.

Аналіз функціоналу LMS MOODLE довів, що в її середовищі існує багато елементів та засобів, які дають змогу зробити завдання більш привабливими. Так можна задати умови доступу студента до того чи іншого завдання, передбачити різні алгоритми проходження навчального контенту, використовувати зовнішні засоби, не виходячи з MOODLE (вмонтовані посилання на зовнішні інтерактивні ресурси, завантажені завдання у вигляді SCORM-пакетів).

За результатами теоретичного вивчення й узагальнення було розроблено загальну схему функціонування системи управління навчанням, орієнтовану на адаптацію, схему формування сценарію навчання й UML-діаграму роботи модуля адаптації.

За результатами розробки групі експертів було запропоновано оцінити розроблені моделі. Обробка результатів оцінювання довела, що експерти на

достатньо високому рівні оцінили цю розробку: загальна оцінка 3,6. Цей результат спонукає нас до подальшого вдосконалення комп'ютерних моделей адаптивного навчання і розробки спеціальних плагінів, призначених для реалізації в системі управління навчанням MOODLE адаптивного навчання.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Адаптивное обучение: коротко о главном. Блог Технологии e-learning. WebSoft. Про систему управления талантами и HR-автоматизацию. URL : <http://blog.websoft.ru/2018/07/blog-post.html> (дата звернення: 15.09.2020).
2. Барченко Н. Л. Ергономічне забезпечення діалогової людино-машинної взаємодії в модульних системах електронного навчання : дис. ... канд. тех. наук. / Сумський національний аграрний університет МОН України. Суми, 2018.
3. Белоус И. А., Чупалов А. Я. Сравнительный анализ современных систем дистанционного обучения / *Вестник МГПУ. Серия: «Информатика и информатизация образования»*. 2019. № 3 (49). С. 85–95.
4. Великий тлумачний словник сучасної української мови : 250 000 / укл. і гол. ред. В. Т. Бусел. Київ; Ірпінь: Перун, 2005. 1728 с.
5. Вигерс К., Битти Дж. Разработка требований к программному обеспечению / пер. с англ. Москва : Издательство «Русская редакция» ; Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2014. 736 с.
6. Власенко А. А. Разработка адаптивной системы дистанционного обучения в сфере информационных технологий : дисс. ... канд. тех. наук. / Воронежский государственный университет. Воронеж, 2014.
7. Воротнікова І. П. Використання інструментів LMS Moodle для забезпечення якісної післядипломної освіти вчителів. Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету. 2017. № 3. С. 310–319.
8. Гаман М. О., Капітан О. В., Герасименко І. В. Проектування персоналізованої адаптивної системи ВНЗ. *Наука України – погляд молодих вчених крізь призму сучасності* : тези доповідей I Всеукраїнської наук.-практ. конф. (Черкаси, 20–22 квітня 2017 р.). Черкаси, 2017. С. 8–11.

9. Денисова И. Ю., Баканова М. В. Реализация адаптивной технологии обучения в информационной обучающей среде / *Известия Пензенского государственного педагогического университета имени В. Г. Белинского: Общественные науки*. 2012. № 28. С. 749–752.

10. Живенков А. Н., Иванова О. Г. Формирование плагинов LMS Moodle для адаптивного построения структуры курса электронного обучения. *Научные ведомости. Серия История. Политология. Экономика. Информатика*. 2010. № 19 (90). Вып. 16/1. С. 150–156.

11. Захарова У. С. Производство MOOK в университете: цели, достижения, барьеры. *Университетское управление: практика и анализ*. 2019. № 23 (4). С. 46–68.

12. Кириченко І. В. Інформаційна технологія ідентифікації контенту в системах адаптивного електронного навчання: дис. ... канд. тех. наук / Харківський національний університет радіоелектроніки. Харків, 2018.

13. Косоногова М. А. Метод и средства управления образовательно траекторией в системах электронного обучения: автореф. ... дисс. канд. тех. наук / Юго-Западный государственный университет. Белгород, 2016.

14. Кречетов И. А., Кручинин В. В. Об одном алгоритме адаптивного обучения на основе кривой забывания / *Доклады ТУСУРа*. 2017. Т. 20. № 1. С. 75–80.

15. Кречетов И. А., Романенко В. В. Реализация методов адаптивного обучения. *Вопросы образования*. 2020. № 2. С. 252–277.

16. Кречетов И. А., Романенко В. В., Кручинин В. В., Городович А. В. Реализация адаптивного обучения: методы и технологии. *Открытое и дистанционное образование*. 2018. № 3(71). С. 33–40.

17. Курзыбова Я. В. Проектирование алгоритма функционирования адаптивных обучающих модулей в нотации UML. *Открытое образование*. 2011. № 1. С. 16–21.

18. Лендюк Т. В. Моделювання комп'ютерного адаптивного навчання і тестування. *Праці Одеського політехнічного університету*. 2013. Вип. 1(40). С. 110–115.

19. Лучшие LMS 2020, и как выбрать систему дистанционного обучения для вашего бизнеса. Evergreen. URL : <https://evergreens.com.ua/ru/articles/best-lms-2020.html> (дата звернення: 10.10.2020).

20. Мещеряков Д. С. Порівняльний аналіз сучасних систем дистанційного навчання, придатних для проведення дистанційних курсів та Інтернет-тренінгів. *Технології розвитку інтелекту*: електр. наук. фахове видання. 2014. Т. 1. Вип. 6. 30 с. URL : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/tri\\_2014\\_1\\_6\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/tri_2014_1_6_4) (дата звернення: 17.09.2020).

21. Минаслова Н. С., Тархов С. В., Тархова Л. М. Модели и методы адаптивного управления обучением с использованием агрегативных учебных модулей / *Вестник УГАТУ*. 2017. Т. 21. № 4 (78). С. 136–172.

22. Осадча К. П., Сердюк І. М. Можливості MOODLE для реалізації адаптивних технологій навчання. *Адаптивні технології управління навчанням* : матеріали шостої міжнародної конференції. (Одеса, 23–25 вересня 2020 р.) Одеса, 2020. С. 65–67.

23. Пшенична О. С. Педагогічні особливості сценарію навчання та технічна реалізація його в середовищі Moodle. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2016. Вип. 44. С. 368–371.

24. Руденко Е. С., Шамов А. В. Обработка результатов экспертных оценок // *Проблеми техніки*. 2013. № 2. С. 139–145.

25. Самсонов В. В., Сільвестров А. М., Костіков М. Г. Алгоритм адаптивного навчання в системі електронних навчально-методичних ресурсів дисципліни // *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. Черкаси, 25–27 квітня 2012. Черкаси : ЧДТУ, 2012. Т. 2. С. 85-86.

26. Тунда В. А. Руководство по работе в Moodle 2.5. Томск, 2015. 349 с.

27. Что такое LMS (Learning Management System)? Глоссарий Интернет-маркетинга. URL : [https://www.glossary-internet.ru/terms/L/lms\\_learning\\_management\\_system/](https://www.glossary-internet.ru/terms/L/lms_learning_management_system/) (дата звернення: 17.09.2020).

28. Brightspace LeaP. URL : [https://documentation.brightspace.com/EN/leap/-/all/leap\\_about.htm](https://documentation.brightspace.com/EN/leap/-/all/leap_about.htm) (дата звернення: 18.10.2020).

29. Chemerys H., Osadcha K., Osadchyi V., Naumuk I., Ustiuhova H. Analysis of Ergonomic Indicators and Compliance with the Principles of the Instructional Design of Education Courses in Adaptive Learning Systems. *Proceedings of the 16th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer : Volume II: Workshops* (Kharkiv, Ukraine, Oktober 6-10, 2020). Kharkiv, 2020. P. 619–633. URL : <http://ceur-ws.org/Vol-2732/20200619.pdf> (дата доступу: 10.11.2020).

30. CourseArc. URL : <https://www.coursearc.com/> (дата звернення: 18.10.2020).

31. Heick T. 9 Principles of Student Engagement in a Virtual Classroom. *TeachThought*. URL : <https://www.teachthought.com/technology/principles-of-student-engagement-in-a-virtual-classroom/> (дата звернення: 18.10.2020).

32. Knewton. URL : <https://www.knewton.com/> (дата звернення: 18.10.2020).

33. Knewton: адаптивне обучение в действии. *Newtonew : статьи*. URL : <https://newtonew.com/tech/knewton-adaptivnoe-obuchenie-v-dejstvii> (дата звернення: 18.10.2020).

34. MOODLE : руководство для преподавателей. Харьков : ХНАДУ, 2017. 139 с.

35. NEO LMS. URL : <https://www.neolms.com/> (дата звернення: 11.10.2020).

36. Osadchyi V. V., Chemerys H. Y., Osadcha K. P., Kruhlyk V. S., Koniukhov S. L., Kiv A. E. Conceptual model of learning based on the combined capabilities of augmented and virtual reality technologies with adaptive learning

systems. *Proceedings of the 3rd International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2020)* (Kryvyi Rih, Ukraine, May 13, 2020) Kryvyi Rih, 2020. P. 328–340. URL : <http://ceur-ws.org/Vol-2731/paper19.pdf> (дата доступу: 18.09.2020).

37. Plugins. *Moodle* : site. URL : <https://moodle.org/plugins> (дата звернення: 23.09.2020).

38. Pshenychna O., Klopov R., Gura O., Gura T. Improvement of the student evaluation system based on the ICT use. *E3S Web Conf.* 2020. 166. DOI : <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016610018>.

39. RealizeIt. URL : <https://realizeitlearning.com/> (дата звернення: 18.10.2020).

40. Revel. URL : <https://www.pearsonhighered.com/revel/> (дата звернення: 18.10.2020).

41. Skolera ULP. *Capterra*. URL : <https://www.teachthought.com/technology/principles-of-student-engagement-in-a-virtual-classroom/> (дата звернення: 18.10.2020).