

Міністерство освіти і науки України

Відокремлений структурний підрозділ «Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»
(повне найменування вищого навчального закладу)

Відділення телекомунікаційних та електронних систем
(назва відділення)

Циклова комісія комп'ютерних наук

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

фахового молодшого бакалавра
(освітньо-професійного ступеня)

на тему: “Розробка адаптивної навчальної платформи з основ штучного інтелекту”

Виконав: студентка IV курсу, групи КН-423

Спеціальності 122 Комп'ютерні науки
(шифр і назва спеціальності)

Людмила РУДА
(ім'я та прізвище)

Керівник Володимир СЕРБІН
(ім'я та прізвище)

Рецензент _____
(ім'я та прізвище)

Тернопіль – 2026

ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ІВАНА
ПУЛЮЯ»

Відділення телекомунікацій та електронних систем
Циклова комісія комп'ютерних наук
Освітньо-професійний ступінь «фаховий молодший бакалавр»
Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
Галузь знань 12 «Інформаційні технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії
комп'ютерних наук

_____ Галина МАРЦІЯШ
« 02 » березня 2026 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Рудій Людмилі Іванівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка адаптивної навчальної платформи з основ штучного інтелекту керівник роботи Сербін Володимир Сергійович,
затверджені наказом вищого навчального закладу № 4/9-132 від 27.02.2026 р.
2. Строк подання студентом роботи: 19.06.2026 р.
3. Вихідні дані до роботи: технічне завдання на розробку програмного забезпечення, мови програмування: HTML, CSS, JavaScript, MongoDB Atlas, стандарти IEEE 830-1998, IEEE 29148-2018, IEEE 29119, ГОСТ 34.602-89.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
 - 1 Загальний розділ
 - 1.1 Аналітичний огляд існуючих рішень
 - 1.2 Технічне завдання
 - 1.2.1 Найменування та область застосування
 - 1.2.2 Призначення розробки
 - 1.2.3 Вимоги до функціоналу web-сайту
 - 1.2.4 Вимоги до програмної документації
 - 1.2.5 Техніко-економічні показники
 - 1.2.6 Стадії та етапи розробки
 - 1.2.7 Порядок контролю та прийому

2 Розробка технічного та робочого проєкту

2.1 Розробка структури сайту і web-сторінок

2.2 Створення та верстка сторінок сайту

2.3 Розробка структури бази даних сайту

2.4 Програмування сайту

2.4.1 Написання клієнтської частини

2.4.2 Написання admin частини

2.5 Тестування web- сайту

3 Спеціальний розділ

3.1 Інструкція з інсталяції програмного забезпечення

3.2 Інструкція з використання тестових наборів

3.3 Інструкція з експлуатації програмного комплексу

4 Економічний розділ

4.1 Визначення стадій технологічного процесу та загальної тривалості

проведення НДР

4.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи

4.3 Розрахунок витрат на електроенергію

4.4 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань

4.5 Обчислення накладних витрат

4.6 Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР

4.7 Розрахунок ціни НДР

4.8 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних

вкладень

5 Охорона праці, техніка безпеки та екологічні вимоги

5.1 Організація та фінансування проведення медичних оглядів працівників

5.2 Вплив іонізуючого випромінювання та інших шкідливих факторів при роботі з комп'ютерною технікою

6 Висновки (навести результати роботи по кожному розділу зокрема і загальний висновок по кваліфікаційній роботі)

Додаткові вказівки:

Виконання роботи із розробкою програмного продукту адаптивної навчальної платформи з основ штучного інтелекту

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

1. Таблиця техніко-економічних показників проєкту.

2. UML-діаграма варіантів використання платформи «3DLearningSite».

3. Алгоритм авторизації користувачів у системі.
4. UML-діаграма діяльності користувачів та адміністратора.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Ім'я та прізвище, посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічний розділ	Любов КАЛУШКА		
Охорона праці, техніка безпеки та екологічні вимоги	Генадій ГОРЯЧЕК		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання і аналіз технічного завдання		
2	Збір і узагальнення інформації по роботі		
3	Написання першого розділу		
4	Розробка технічного та робочого проєкту		
5	Написання спеціального розділу		
6	Розрахунок економічної частини		
7	Написання розділу охорони праці		
8	Виконання графічної частини		
9	Оформлення роботи		
10	Погодження нормоконтролю		
11	Попередній захист роботи		
12	Захист роботи		

7. Дата видачі завдання: _____.

Студент

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: розробка адаптивної навчальної платформи з основ штучного інтелекту

Метою кваліфікаційної роботи є розробка веб-орієнтованої адаптивної навчальної платформи, призначеної для організації дистанційного навчального процесу з основ штучного інтелекту та формування практичних навичок роботи з генеративними технологіями.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів.

У загальній частині описуються аналітичний огляд існуючих рішень та аналіз технічного завдання, визначаються основні недоліки сучасних освітніх платформ і обґрунтовується необхідність розробки власного програмного продукту.

У другому розділі представлено процес створення програмного продукту, опис та обґрунтування вибору архітектури системи, структури та методів організації вхідних і вихідних даних, наведено опис алгоритмів, інформаційних зв'язків, особливості зовнішнього проектування, а також етапи тестування та налагодження програмного забезпечення.

У спеціальній частині описані процес розгортання та інсталяції програмного продукту, інструкція з використання тестових наборів, а також інструкція з експлуатації розробленої системи.

Розрахунок вартості розробки та оцінка економічної ефективності наведені в економічному розділі кваліфікаційної роботи.

Основні питання охорони праці та техніки безпеки розглянуто в п'ятому розділі

Обсяг пояснювальної записки 76 сторінок.

До складу кваліфікаційної роботи входить графічна частина, яка складається із структурної схеми програми, блок-схеми модуля, техніко-економічних показників, тексту модуля, що виконані на окремих аркушах формату А1.

ANNOTATION

Topic of the qualification work: development of an adaptive educational platform based on artificial intelligence fundamentals.

The aim of the qualification work is to develop a web-based adaptive educational platform designed to organize a distance learning process in the field of artificial intelligence fundamentals and to build practical skills in working with generative technologies.

The explanatory note consists of five sections. The general section provides an analytical review of existing solutions and an analysis of the technical task. It identifies the main shortcomings of modern educational platforms and justifies the need to develop a custom software product.

The second section presents the development process of the software product, including the description and justification of the system architecture, the structure and methods of organizing input and output data, algorithm descriptions, information relationships, features of external design, as well as stages of software testing and debugging.

The special section describes the deployment and installation process of the software product, instructions for using test datasets, and user guidelines for operating the developed system.

The calculation of development cost and assessment of economic efficiency are provided in the economic section of the qualification work.

The main issues of occupational safety and health protection are discussed in the fifth section.

The total volume of the explanatory note is 76 pages.

The qualification work also includes a graphical part, which consists of a program structure diagram, module flowchart, technical and economic indicators, and module text, presented on separate A1-format sheets.

ЗМІСТ

Анотація	5
Вступ	8
1 Загальний розділ	10
1.1 Аналітичний огляд існуючих рішень	10
1.2 Технічне завдання.....	12
1.2.1 Найменування та область застосування	12
1.2.2 Призначення розробки	12
1.2.3 Вимоги до функціоналу web-сайту.....	13
1.2.4 Вимоги до програмної документації	15
1.2.5 Техніко-економічні показники.....	16
1.2.6 Стадії та етапи розробки.....	18
1.2.7 Порядок тестування та прийому	20
2 Розробка технічного та робочого проєкту	23
2.1 Розробка структури сайту і web-сторінок	23
2.2 Створення та верстка сторінок сайту	28
2.3 Розробка структури бази даних сайту	31
2.4 Програмування сайту	35
2.4.1 Написання клієнтської частини	38
2.4.2 Написання admin- частини	42
2.5 Тестування web- сайту	44
3 Спеціальний розділ.....	52
3.1 Інструкція з розміщення сайту в Інтернеті	52
3.2 Інструкція з обслуговування та наповнення сайту	54
3.3 Інструкція з популяризації та підтримки сайту.....	57
4 Економічний розділ.....	60

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Руда Л.І.			Розробка вебсайту «Розробка адаптивної навчальної платформи з основ штучного інтелекту» Пояснювальна записка	Лім.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Сербін В.С.					6	78
Реценз.						ВСП ТФК ТНТУ КН-423 м. Тернопіль		
Н. Контр.		Приймак В.А.						
Затверд.								

4.1	Визначення стадій технологічного процесу та загальної тривалості проведення НДР	60
4.2	Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи..	61
4.3	Розрахунок витрат на електроенергію.....	63
4.4	Розрахунок суми амортизаційних відрахувань веб-застосунку «3DLearningSite»	64
4.5	Обчислення накладних витрат	64
4.6	Складання кошторису витрат та визначення собівартості розробки веб-застосунку.....	65
4.7	Розрахунок ціни розробки веб-застосунку	65
4.8	Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень	66
5	Охорона праці, техніка безпеки та екологічні вимоги.....	68
5.1	Організація та фінансування проведення медичних оглядів працівників	68
5.2	Вплив іонізуючого випромінювання та інших шкідливих факторів при роботі з комп'ютерною технікою	69
	Висновки	71
	Перелік посилань	73
	Додаткок А Серверна частина	74
	Додаткок Б Авторизація та користувачі	76
	Додаткок В Уроки (CRUD + відео)	77
	Додаткок Г Домашні завдання + прогрес).....	78

ВСТУП

Стрімкий прогрес у сфері інформаційних технологій та штучного інтелекту суттєво впливає на освітні процеси, змінюючи методи навчання та форми викладання матеріалу. Певної актуальності набувають веб-платформи, які дають змогу організувати дистанційне навчання з елементами інтерактивності, персоналізації та автоматизації освітнього процесу. Подібні системи надають доступ до знань у будь-який час і з будь-якого пристрою, що значно підвищує гнучкість та ефективність навчання.

В умовах цифровізації освіти особливої ваги набувають онлайн-платформи, що поєднують доставку навчального контенту зі зворотним зв'язком та взаємодією з користувачем. Зокрема, передбачено виконання практичних кейсів, забезпечення зворотного зв'язку, автоматичну перевірку результатів та відстеження навчального прогресу. Такий підхід дозволяє підвищити рівень залученості користувачів та забезпечити більш індивідуалізований процес навчання.

Одним із перспективних напрямів є навчання використанню інструментів штучного інтелекту для створення цифрового контенту, зокрема зображень, відео та мультимедійних матеріалів. Сьогодні технології генеративного штучного інтелекту активно застосовуються у дизайні, маркетингу, медіа, освіті та креативних індустріях. Це зумовлює стабільний інтерес ринку праці до фахівців, які володіють практичними навичками роботи з такими інструментами.

Слід зауважити, що традиційні методи навчання не завжди дозволяють ефективно засвоювати аналогічні технології, оскільки вони передбачають безпосередній практичний досвід та постійного тренування навичок. Саме тому виникає потреба у створенні спеціалізованих навчальних платформ, які поєднують теоретичні матеріали з практичними завданнями та інтерактивними елементами.

У межах представленої кваліфікаційної роботи розробляється адаптивна навчальна веб-платформа, яка забезпечує користувачам можливість вивчення основ створення контенту, згенерованого за допомогою штучного інтелекту. Платформа пропонує структуровані навчальні матеріали, інтерактивні завдання,

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

систему перевірки результатів, а також механізм відстеження прогресу навчання. Акцент зроблено на зручності використання інтерфейсу та адаптації навчального процесу до рівня підготовки користувача, що дозволяє забезпечити більш ефективне засвоєння матеріалу.

Під час проектування системи було враховано передові стандарти створення вебзастосунків, зокрема адаптивності, швидкодії та безпеки даних користувачів. Особливу увагу приділено питанням реалізації підсистеми авторизації користувачів, захисту навчального контенту та збереженню результатів виконання завдань. Це дозволяє забезпечити цілісність навчального процесу та персоналізований підхід до кожного користувача.

Метою цієї роботи є створення вебзастосунків, який забезпечує ефективне навчання основам штучного інтелекту через практичні завдання та інтерактивні елементи. Реалізована система дозволяє користувачам проходити навчальні модулі, виконувати завдання, отримувати зворотний зв'язок та відстежувати свій прогрес у навчанні в реальному часі.

Практичне значення розробки полягає у можливості використання платформи для дистанційного навчання у сфері технологій штучного інтелекту, а також для самостійного опанування навичок створення цифрового контенту. Запропоноване рішення можна масштабувати та вдосконалити завдяки впровадженню складніших алгоритмів адаптації навчального процесу, а також інтеграції сучасних інструментів штучного інтелекту для автоматизації перевірки завдань.

Окрім того, платформа може бути використана як навчальний інструмент у закладах освіти для підтримки дисциплін, пов'язаних із інформаційними технологіями, програмуванням та цифровим дизайном.

У цілому, запропонована веб-платформа поєднує сучасні підходи до онлайн-навчання та технології штучного інтелекту, що забезпечує її практичну цінність і актуальність.

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналітичний огляд існуючих рішень

Проектування програмних систем у сфері веб-технологій та електронного навчання базується на аналізі існуючих прототипів і аналогічних програмних продуктів. Розгляд та експлуатація подібних систем дозволяє отримати первинні відомості про їх функціональні можливості, структуру та принципи організації навчального процесу.

Важливим джерелом інформації для розробки є вивчення науково-технічної та навчальної літератури, а також аналіз підходів до побудови інформаційних систем навчального призначення. Отримані дані використовуються для формування вимог до нового програмного продукту.

Завдяки аналізу літературних джерел дозволив визначити сучасні підходи до організації дистанційного навчання та сформувані основні вимоги до розроблюваної системи.

Початковим етапом проектування є аналіз технічного завдання, у процесі якого визначаються основні вимоги до системи, її функціональне призначення та відмінності від існуючих аналогів. На основі цього виконується аналіз предметної області та визначення напрямків удосконалення існуючих рішень.

На сьогоднішній день у галузі дистанційної освіти широко використовуються глобальні платформи, такі як Coursera [1], Udemu [2] та Khan Academy [3]. Їхня популярність зумовлена наданням доступу до великого спектра навчального контенту, включаючи відеолекції та інтерактивні завдання.

Окрім цього, у закладах освіти активно застосовуються системи керування навчанням Moodle [4] та Google Classroom [5], які забезпечують організацію навчального процесу, управління матеріалами та взаємодію між викладачем і студентами.

Зазначені платформи забезпечують базову організацію навчального процесу, однак вони переважно орієнтовані на загальне управління курсами та не містять

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

спеціалізованого функціоналу для практичного навчання роботі з інструментами штучного інтелекту та генеративними технологіями.

Більшість існуючих рішень характеризується єдиною навчальною траєкторією для всіх користувачів, незалежно від рівня їх підготовки, що обмежує можливості індивідуалізації навчального процесу. Окрему групу становлять адаптивні навчальні системи, які змінюють контент відповідно до результатів користувача, однак такі рішення є складними у реалізації або мають обмежений доступ.

Одним із критичних викликів у сфері онлайн-освіти залишається недостатня орієнтація на практичну підготовку. Це особливо помітно в сегменті навчання роботі з ШІ-технологіями, де основна увага приділяється теорії, тоді як можливості для самостійної генерації контенту за допомогою інтелектуальних інструментів залишаються обмеженими

Сучасні веб-орієнтовані навчальні системи здебільшого будуються за клієнт-серверною архітектурою, що забезпечує централізоване зберігання даних та доступ користувачів через мережу Інтернет.

У сучасних умовах активного розвитку технологій штучного інтелекту особливої актуальності набувають системи навчання, орієнтовані на формування практичних навичок роботи з інструментами штучного інтелекту. Одним із важливих напрямків є *prompt-engineering* - створення текстових запитів для генеративних моделей штучного інтелекту. Ефективне використання таких технологій потребує не лише теоретичних знань, а й постійної практичної роботи з прикладами генерації зображень та відеоконтенту.

У результаті проведеного аналізу встановлено, що існуючі рішення не повною мірою забезпечують поєднання адаптивного навчання та практичної роботи з сучасними інструментами штучного інтелекту. Це обґрунтовує необхідність розробки нової веб-платформи, яка поєднує навчальні матеріали, практичні завдання та систему контролю знань.

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1.2 Технічне завдання

1.2.1 Найменування та область застосування

Програмний продукт, що розроблявся в межах даної роботи, має назву «3DLearningSite - адаптивна навчальна веб-платформа з основ штучного інтелекту».

Система являє собою веб-застосунок навчального призначення, який забезпечує організацію дистанційного навчального процесу у сфері штучного інтелекту, зокрема напрямів, пов'язаних із генерацією зображень та відео за допомогою текстових запитів.

Програмний продукт призначений для забезпечення доступу користувачів до навчальних матеріалів, виконання практичних завдань та контролю рівня засвоєння знань.

Область застосування охоплює сферу електронного навчання, дистанційної освіти та самостійного навчання користувачів. Система може використовуватися у закладах освіти як допоміжний інструмент для викладання дисциплін, пов'язаних із сучасними інформаційними технологіями, а також для індивідуального навчання.

Об'єктами використання є персональні комп'ютери, ноутбуки, планшети та інші пристрої, що мають доступ до мережі Інтернет і підтримують роботу сучасних веб-браузерів.

1.2.2 Призначення розробки

Експлуатаційне призначення програмного продукту полягає у створенні інтерактивного середовища для навчання користувачів основам штучного інтелекту та практичним навичкам роботи з генеративними технологіями.

Метою використання системи є підвищення рівня цифрової грамотності користувачів та формування практичних навичок створення контенту, згенерованого за допомогою штучного інтелекту.

					2026.KBP.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Функціональне призначення полягає у забезпеченні засобів для реалізації навчального процесу, зокрема доступу до навчальних матеріалів, виконання практичних завдань та отримання результатів перевірки.

Система забезпечує організацію навчального процесу у вигляді структурованих курсів і уроків, які включають теоретичну та практичну складові.

Практичні завдання орієнтовані на формування навичок створення текстових запитів (prompt), аналізу результатів генерації зображень та відео, а також оцінки якості отриманого контенту.

1.2.3 Вимоги до функціоналу web-сайту

Система повинна забезпечувати повний цикл організації навчального процесу та підтримувати рольову модель доступу, яка включає: користувача (учня), який має доступ до навчальних матеріалів, виконує завдання та переглядає результати та (викладача), який керує навчальним контентом, формує завдання та здійснює перевірку виконаних робіт.

Система повинна забезпечувати реєстрацію та авторизацію користувачів із подальшим доступом до особистого кабінету.

Особистий кабінет користувача повинен містити:

1. перелік доступних навчальних матеріалів;
2. список практичних завдань;
3. результати виконання завдань;
4. інформацію про навчальний прогрес;
5. повідомлення системи.

Навчальні матеріали повинні бути структуровані у вигляді курсів і уроків.

Система повинна забезпечувати виконання практичних завдань та їх подальше надсилення на перевірку.

Кожне завдання має життєвий цикл: створене, надіслане, перевірене. Після перевірки користувач отримує результат у вигляді оцінки або коментаря.

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Система повинна забезпечувати формування навчального прогресу користувача на основі виконаних уроків і завдань.

Також повинна бути реалізована система сповіщень про нові завдання та результати перевірки.

Вхідними даними системи є:

1. дані користувачів;
2. навчальні матеріали;
3. практичні завдання;
4. результати виконання;
5. оцінки та коментарі.

Вихідними даними є:

1. навчальні матеріали;
2. результати перевірки;
3. навчальний прогрес;
4. системні повідомлення.

Система повинна забезпечувати надійність функціонування шляхом контролю коректності вхідних даних, перевірки прав доступу користувачів та захисту від несанкціонованого доступу. У разі виникнення помилок система повинна забезпечувати можливість відновлення працездатності без втрати основних даних користувачів.

Система повинна підтримувати мультимовність інтерфейсу (українська та англійська мови).

Система повинна функціонувати в середовищі сучасних операційних систем та підтримувати роботу у веб-браузерах Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge та Safari. Експлуатація системи передбачається за наявності стабільного доступу до мережі Інтернет. Система повинна підтримувати одночасну роботу декількох користувачів без суттєвого зниження продуктивності.

Час завантаження основних сторінок системи при стандартному навантаженні не повинен перевищувати 3–5 секунд. Час обробки запитів

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

користувача повинен забезпечувати комфортну взаємодію із системою без тривалих затримок.

1.2.4 Вимоги до програмної документації

Програмна документація повинна забезпечувати повний та структурований опис архітектури програмної системи, її функціональних модулів, алгоритмів роботи та принципів взаємодії між компонентами. Вона є основним джерелом інформації для розробників, адміністраторів та користувачів системи.

Склад програмної документації формується відповідно до вимог державних стандартів (ДСТУ) та визначається складністю, призначенням програмного продукту, а також кількістю осіб, залучених до його розробки та супроводу. У межах даного проєкту до складу програмної документації входять:

1. технічне завдання;
2. опис архітектури системи;
3. опис структури бази даних;
4. інструкція користувача;
5. інструкція адміністратора;
6. матеріали тестування програмного забезпечення.

Програмний код повинен бути структурований у вигляді окремих модулів, що забезпечує його масштабованість, зручність супроводу та можливість повторного використання компонентів.

Кожний програмний модуль або процедурний блок повинен містити початковий коментарний блок, який включає:

1. призначення модуля;
2. опис вхідних та вихідних даних;
3. умови використання;
4. обмеження функціонування;
5. дату створення або останнього оновлення.

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Коментарі у вихідному коді повинні бути стислими, однозначними та інформативними, що забезпечує зрозумілість логіки роботи системи для інших розробників.

Кожний модуль програмної системи повинен мати одну точку входу та одну точку виходу, що відповідає принципам структурного програмування та підвищує надійність програмного продукту.

1.2.5 Техніко-економічні показники

Розробка програмного продукту потребує витрат трудових, часових та машинних ресурсів. Оцінка техніко-економічних показників дозволяє визначити обсяг ресурсів, необхідних для створення та впровадження веб-платформи «3dlearningsite».

Трудові витрати включають виконання основних етапів розробки програмного забезпечення:

1. аналіз предметної області та формування вимог до системи;
2. проєктування структури бази даних і архітектури веб-платформи;
3. розробку клієнтської та серверної частин застосунку;
4. реалізацію механізмів авторизації та автентифікації користувачів;
5. створення навчальних модулів та функціоналу роботи з домашніми завданнями;
6. тестування, налагодження та виправлення помилок;
7. підготовку технічної документації.

Загальний обсяг трудових витрат становить орієнтовно 2–3 людино-місяці, що відповідає повному циклу розробки веб-платформи в межах навчального проєкту, виконаного одним або кількома виконавцями.

Для більш обґрунтованої оцінки трудомісткості процес розробки умовно поділено на окремі етапи відповідно до функціональних ролей учасників проєкту.

Розробка клієнтської частини системи включає створення користувацького інтерфейсу, реалізацію адаптивної верстки, а також забезпечення взаємодії з

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

серверною частиною через REST API. Додатково виконувалась реалізація форм авторизації, особистого кабінету користувача та відображення навчального контенту. У межах цього етапу також частково виконувалися функції UI/UX-розробника, зокрема узгодження структури сторінок та логіки навігації. Орієнтовні витрати часу становлять 0.8–1 людино-місяць.

Розробка серверної частини системи охоплює проєктування та реалізацію REST API, налаштування авторизації користувачів із використанням JWT та bcrypt, роботу з базою даних MongoDB Atlas, а також створення функціональних модулів навчальних уроків, домашніх завдань і прогресу користувачів. На цьому етапі також реалізуються елементи архітектури та безпеки системи, що відповідають ролям backend-розробника та архітектора програмного забезпечення. Орієнтовні витрати часу становлять 1–1.2 людино-місяці.

Етап тестування та інтеграції системи передбачає перевірку працездатності основних функціональних модулів, тестування API-запитів, перевірку механізмів авторизації та доступу до навчального контенту, а також усунення виявлених помилок і оптимізацію роботи системи. Додатково виконувались функції тестувальника (QA), зокрема перевірка коректності роботи інтерфейсу в різних браузерах і сценаріях використання. Орієнтовні витрати часу становлять 0.3–0.5 людино-місяця.

Машинні витрати включають використання апаратного та програмного забезпечення, необхідного для розробки, тестування та розгортання системи:

1. персонального комп'ютера розробника;
2. середовища розробки Visual Studio Code;
3. платформи Node.js та менеджера пакетів npm;
4. системи контролю версій Git та сервісу GitHub;
5. локального серверного середовища для тестування застосунку;
6. веб-браузерів Google Chrome та Mozilla Firefox;
7. хмарної бази даних MongoDB Atlas;
8. хмарного сервісу Render для розміщення веб-платформи в мережі Інтернет.

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Орієнтовний обсяг машинного часу становить 120–180 годин. Основна частина часу витрачається на програмування серверної логіки, тестування взаємодії з базою даних, перевірку роботи клієнтського інтерфейсу та налагодження функціоналу системи.

Результати техніко-економічних показників проєкту наведено у графічній частині (2026.KBP.122.423.18.01.00 ТБ).

1.2.6 Стадії та етапи розробки

Розробка веб-платформи здійснюється поетапно з дотриманням логічної послідовності створення програмного продукту, що дозволяє забезпечити якість, стабільність та відповідність системи поставленим вимогам. Кожен етап має власні задачі та результати, які формують основу для наступних стадій реалізації проєкту.

Перший етап – аналіз предметної області та формування вимог. На даному етапі здійснюється дослідження предметної області, пов'язаної з онлайн-навчанням та використанням веб-платформ у сфері освіти. Визначаються основні проблеми існуючих рішень, їхні недоліки та обмеження.

Також формується перелік функціональних і нефункціональних вимог до системи. До функціональних вимог належать: реєстрація та авторизація користувачів, доступ до навчальних матеріалів, виконання завдань, збереження прогресу та адміністративне керування контентом. Нефункціональні вимоги включають продуктивність, безпеку, зручність інтерфейсу та адаптивність системи.

Результатом етапу є чітко сформульоване технічне завдання на розробку веб-платформи.

Другим етапом буде проєктування архітектури системи. На цьому етапі виконується проєктування загальної архітектури веб-застосунку. Визначається клієнт-серверна модель взаємодії, структура бази даних та основні модулі системи.

Серверна частина проєкту будується на основі Node.js із використанням фреймворку Express.js, що дозволяє реалізувати REST API для обробки запитів.

					2026.KBP.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Для збереження даних використовується база даних MongoDB Atlas, а для моделювання даних – бібліотека Mongoose.

Окремо проєктуються основні сутності системи: користувачі, навчальні уроки та домашні завдання. Також визначаються механізми авторизації користувачів за допомогою JWT та захисту маршрутів через middleware.

Результатом етапу є структурна схема системи та опис її основних компонентів.

Третій етап, реалізація функціональних компонентів Цей етап передбачає безпосереднє програмування веб-платформи. Реалізується серверна частина системи, включаючи API-ендпоінти для реєстрації, авторизації, роботи з уроками та домашніми завданнями.

Також створюється клієнтська частина, яка забезпечує взаємодію користувача з системою через веб-інтерфейс. Реалізуються форми входу та реєстрації, сторінки уроків, особистий кабінет користувача та адміністративна панель.

На цьому етапі інтегруються всі основні модулі системи, включаючи:

1. систему авторизації та перевірки доступу;
2. завантаження та збереження файлів;
3. облік навчального прогресу;
4. систему повідомлень та взаємодії користувачів із контентом.

Результатом етапу є повністю функціональний прототип веб-платформи.

Четвертим етапом є тестування системи. Після реалізації основного функціоналу проводиться тестування веб-платформи. Перевіряється коректність роботи всіх модулів, зокрема реєстрації користувачів, авторизації, доступу до уроків, завантаження файлів та оновлення прогресу.

Також виконується тестування REST API за допомогою інструментів типу Postman, що дозволяє перевірити правильність обробки HTTP-запитів та відповідей сервера.

Особлива увага приділяється перевірці безпеки системи, зокрема роботі JWT-авторизації та захисту адміністративних функцій.

					2026.KBP.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Результатом етапу є стабільно працююча та перевірена система.

П'ятий етап, впровадження та оформлення документації Завершальним етапом є підготовка системи до використання та оформлення супровідної документації. На цьому етапі виконується фінальне налаштування проєкту, перевірка коректності розгортання та запуску системи.

Також формується технічна документація, яка описує структуру проєкту, використані технології та принципи роботи веб-платформи.

Результатом є готовий до використання веб-застосунок та повний пакет документації до нього.

1.2.7 Порядок контролю та прийому

Контроль працездатності веб-платформи «3dlearningsite» здійснюється поетапно з метою перевірки відповідності розробленого програмного продукту вимогам технічного завдання, а також виявлення можливих помилок у роботі функціональних модулів.

Тестування проводиться в умовах, наближених до реальної експлуатації, із використанням сучасних веб-браузерів (Google Chrome, Mozilla Firefox) та підключенням до мережі Інтернет. Додатково використовується локальне середовище розробки та хмарний сервер для перевірки коректності роботи REST API та взаємодії з базою даних MongoDB Atlas.

Для проведення контролю працездатності системи встановлюються наступні умови:

1. наявність стабільного доступу до інтернету;
2. використання актуальної версії веб-браузера;
3. доступ до розгорнутого серверного середовища;
4. наявність тестових облікових записів користувача та адміністратора;
5. підключення до бази даних MongoDB Atlas.

Тестування виконується як для звичайного користувача системи, так і для адміністратора з розширеними правами доступу.

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Контрольний приклад охоплює повний цикл взаємодії користувача з веб-платформою та передбачає виконання типових сценаріїв використання системи, які моделюють її роботу в умовах реальної експлуатації. У межах контрольного прикладу здійснюється перевірка основних функціональних можливостей платформи, починаючи від реєстрації користувача та завершуючи отриманням результатів навчальної діяльності. Зокрема, передбачено виконання таких основних етапів:

1. створення нового облікового запису користувача;
2. авторизація в системі;
3. перегляд навчальних курсів та уроків;
4. доступ до навчальних матеріалів відповідно до правил системи;
5. виконання та відправка практичних завдань;
6. отримання результатів перевірки;
7. перегляд індивідуального прогресу навчання;
8. отримання системних сповіщень.

Окремо перевіряється адміністративна частина системи, яка включає:

1. створення та редагування навчальних матеріалів;
2. завантаження відео та файлів уроків;
3. перевірку домашніх завдань користувачів;
4. додавання коментарів та виставлення оцінок;
5. керування користувачами системи.

Для перевірки працездатності с веб-платформи використовується набір функціональних тестів, які охоплюють основні сценарії роботи платформи:

1. перевірка реєстрації нового користувача та валідації даних;
2. тестування процесу авторизації та отримання JWT-токена;
3. перевірка доступу до навчальних матеріалів відповідно до ролей;
4. тестування механізму обмеження доступу до уроків за датою;
5. перевірка завантаження та відправки домашніх завдань;
6. тестування роботи системи повідомлень;
7. перевірка оновлення та відображення навчального прогресу;

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

8. тестування мультимовності інтерфейсу та навчального контенту;
9. перевірка коректності роботи адміністративної панелі.

Методика проведення тестування

Тестування виконується за сценарієм «від користувача», тобто кожна функція перевіряється шляхом її безпосереднього використання через інтерфейс веб-платформи. Додатково застосовується перевірка через REST API для контролю коректності обміну даними між клієнтською та серверною частинами системи.

Особлива увага приділяється перевірці:

1. обробки помилкових даних користувача;
2. стабільності роботи при одночасних запитах;
3. коректності збереження інформації в базі даних;
4. безпеці авторизації та доступу до ресурсів системи.

Критерії приймання системи

Приймання веб-платформи здійснюється після успішного проходження всіх передбачених тестових сценаріїв, що підтверджують коректну роботу функціональних модулів системи відповідно до вимог технічного завдання. Обов'язковою умовою є стабільне функціонування основних компонентів системи.

Система вважається прийнятою, якщо:

1. усі основні функції працюють без помилок;
2. забезпечено коректну взаємодію клієнта та сервера;
3. дані правильно зберігаються та відображаються;
4. реалізовано механізми авторизації та захисту доступу;
5. інтерфейс працює стабільно в основних браузерах;
6. адміністративна частина виконує всі передбачені функції.

У разі виявлення помилок здійснюється їх аналіз, усунення та повторне тестування відповідних модулів з метою підтвердження коректності їх роботи та відповідності вимогам технічного завдання.

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

2 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОГО ТА РОБОЧОГО ПРОЄКТУ

2.1 Розробка структури сайту і web-сторінок

Програмний продукт «3dlearningsite – адаптивна навчальна веб-платформа з основ штучного інтелекту» належить до категорії навчальних web-сайтів дистанційного типу. Основним призначенням системи є забезпечення користувачів доступом до навчальних матеріалів, практичних завдань та засобів контролю знань у сфері використання технологій штучного інтелекту.

Під час проектування структури сайту було проведено аналіз технічного завдання та визначено основні функціональні модулі системи. Основна увага приділялася створенню зручного інтерфейсу користувача, забезпеченню швидкого доступу до навчальних матеріалів та реалізації адаптивної структури навчального процесу.

Веб-платформа орієнтована на дві категорії користувачів учнів та викладачів.

Для кожної категорії користувачів передбачено окремий функціонал та відповідний набір web-сторінок.

Детальна схема взаємодії різних типів користувачів із функціональними модулями системи представлена у вигляді UML-діаграми варіантів використання у графічній частині (2026.КВР.122.423.18.02.00 ДВ).

На етапі проектування було сформовано загальну структуру сайту, яка визначає логічні зв'язки між сторінками та функціональними компонентами системи. Загальна структура веб-платформи та взаємозв'язки між її основними сторінками наведені на рисунку 2.1.

До основних сторінок web-сайту належать:

1. головна сторінка;
2. сторінка авторизації та реєстрації;
3. сторінка курсів;
4. сторінка уроку;
5. сторінка практичних завдань;

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

6. сторінка перегляду прогресу;
7. сторінка повідомлень;
8. адміністративна панель.

Розробка структури веб-платформи здійснювалась з урахуванням принципів зручності навігації та мінімізації кількості переходів між сторінками. Особливу увагу приділено логічному групуванню функціональних модулів, що дозволяє користувачу швидко знаходити необхідні розділи, не перевантажуючи інтерфейс зайвими елементами. Такий підхід забезпечує інтуїтивно зрозумілу взаємодію з системою та підвищує ефективність використання навчальної платформи.



Рисунок 2.1 – Карта сайту веб-платформи «3dlearningsite»

Карта сайту відображає логічну структуру веб-платформи та взаємозв'язки між основними сторінками. Вона дозволяє визначити навігацію користувача та загальну архітектуру інформаційної системи.

Головна сторінка призначена для ознайомлення користувачів із можливостями платформи. На ній розміщується короткий опис системи, перелік навчальних напрямків, інформація про переваги платформи та кнопки переходу до авторизації або реєстрації. Структуру та основні елементи головної сторінки веб-платформи представлено на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Структурна схема головної сторінки

На основі технічного завдання були розроблені макети головної сторінки, сторінки курсів, уроків, авторизації та адміністративної панелі. Під час проєктування визначалось розташування елементів інтерфейсу, навігаційного меню, інформаційних блоків та засобів взаємодії користувача із системою. Після узгодження структури було затверджено остаточні макети сторінок для подальшої верстки.

Макети сторінок були створені у графічному редакторі Figma та використовувались як основа для подальшої верстки веб-платформи.

Структура головної сторінки забезпечує зручний доступ до основних функціональних блоків платформи. Інтерфейс побудований за модульним принципом, що дозволяє користувачу швидко орієнтуватися в системі.

Сторінка авторизації та реєстрації забезпечує створення облікового запису користувача та вхід до системи. Для забезпечення безпеки доступу використовується перевірка введених даних та система автентифікації користувачів.

Навчальні курси представлені у вигляді каталогу модулів, доступних користувачу. Кожен курс складається з окремих уроків, які поділяються на теоретичну та практичну частини.

Перегляд навчального контенту здійснюється на сторінці уроку, де розміщуються текстові пояснення, приклади використання інструментів штучного інтелекту, відеоматеріали та демонстрації результатів генерації зображень і відео.

Для виконання практичної частини навчання передбачено розділ завдань, який дозволяє користувачам виконувати вправи та надсилати результати на перевірку. Завдання можуть включати створення текстових запитів для систем штучного інтелекту, аналіз отриманих результатів та оцінювання якості контенту.

Контроль результатів навчання реалізовано через сторінку прогресу, де відображається інформація про пройдені уроки, виконані завдання та поточні досягнення користувача.

Інформування користувачів про події системи здійснюється за допомогою сторінки повідомлень, на якій відображаються нові завдання, результати перевірки робіт, коментарі викладача та інші зміни навчального процесу.

Адміністративна панель забезпечує можливість керування навчальними матеріалами, створення курсів, додавання нових уроків, формування практичних завдань та перевірки результатів виконання робіт користувачами.

При розробці структури web-сайту особлива увага приділялася навігації між сторінками. Основне меню сайту забезпечує швидкий доступ до головних функціональних модулів системи. Для покращення зручності використання реалізовано логічну структуру переходів між сторінками.

З метою забезпечення адаптивності інтерфейсу структура сайту проєктувалась із врахуванням можливості використання платформи на різних пристроях:

1. персональних комп'ютерах;
2. ноутбуках;
3. планшетах;
4. мобільних пристроях.

Під час створення дизайну web-сторінок враховувались сучасні вимоги до web-інтерфейсів. Основними принципами розробки дизайну стали:

1. мінімалістичний стиль оформлення;

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

2. зручність сприйняття інформації;
3. простота навігації;
4. адаптивність інтерфейсу;
5. використання єдиної кольорової гами.

Головна сторінка платформи містить тематичні блоки курсів із коротким описом навчальних напрямків. Для покращення візуального сприйняття передбачено використання інтерактивних елементів та анімованих переходів.

Внутрішні сторінки сайту мають єдину структуру оформлення, що забезпечує цілісність дизайну та спрощує роботу користувача із системою.

У процесі проєктування було сформовано структуру взаємодії між клієнтською та серверною частинами системи. Користувач взаємодіє із web-інтерфейсом через браузер, після чого запити передаються на серверну частину для обробки та взаємодії з базою даних.

Схема клієнт-серверної архітектури системи наведена на рисунку 2.3.

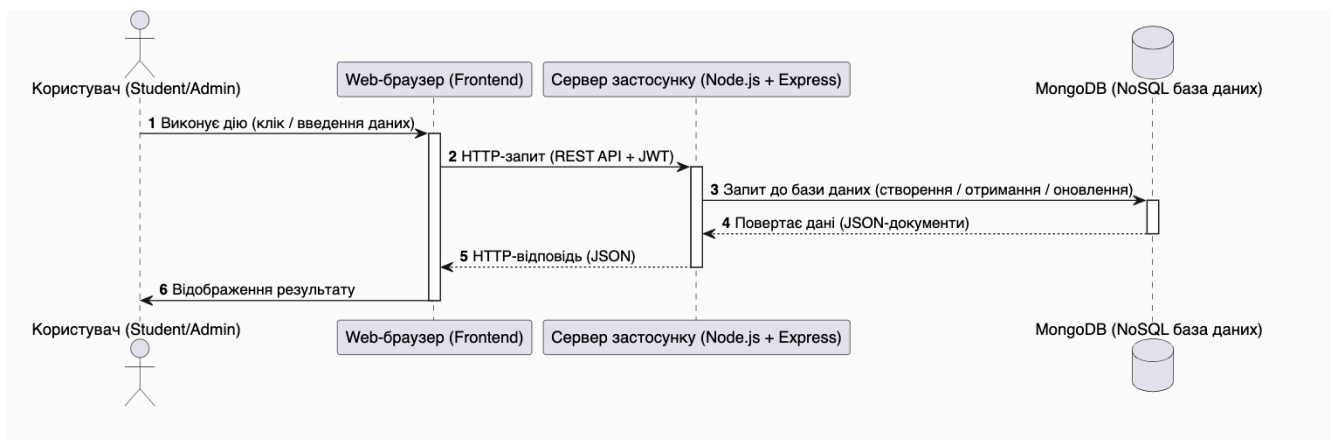


Рисунок 2.3 – Схема клієнт-серверної архітектури веб-платформи

Клієнтська частина системи відповідає за відображення інформації та взаємодію користувача з інтерфейсом. Серверна частина забезпечує обробку запитів, авторизацію користувачів, роботу з базою даних та реалізацію бізнес-логіки системи.

У результаті виконаного проєктування було сформовано структуру web-сайту та визначено основні принципи організації його сторінок. Розроблена

структура забезпечує зручність використання системи, логічну навігацію та можливість подальшого розширення функціоналу платформи.

2.2 Створення та верстка сторінок сайту

Після завершення етапу проєктування структури web-сайту було виконано створення та верстку основних сторінок адаптивної навчальної платформи «3dlearningsite». Основною метою даного етапу була реалізація інтерфейсу користувача відповідно до технічного завдання та створених макетів дизайну.

Розробка web-сторінок здійснювалась із використанням текстового редактора Visual Studio Code, який забезпечує зручну роботу з HTML, CSS та JavaScript. Для перевірки роботи сторінок використовувались сучасні web-браузери Google Chrome, Mozilla Firefox та Microsoft Edge.

Під час створення сторінок використовувались такі технології:

1. HTML5 – для формування структури сторінок;
2. CSS3 – для стилізації елементів інтерфейсу;
3. JavaScript – для реалізації інтерактивних компонентів;
4. Node.js та Express.js – для серверної частини;
5. MongoDB Atlas – для хмарного збереження та керування базою даних системи.

Верстка сторінок виконувалась за принципом адаптивного дизайну, що забезпечує коректне відображення сайту на різних типах пристроїв. Основна структура сторінок створювалась за допомогою семантичних HTML-тегів:

1. <header>;
2. <main>;
3. <section>;
4. <nav>;
5. <footer>.

Використання семантичної верстки дозволило покращити структуру документа та забезпечити зручність подальшого супроводу програмного коду.

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Для оформлення сторінок використовувались каскадні таблиці стилів CSS.

Основна стилізація включала:

1. налаштування кольорової гами;
2. оформлення кнопок;
3. стилізацію форм;
4. створення адаптивних блоків;
5. налаштування анімацій та переходів.

Під час розробки дизайну використовувалась темна кольорова схема інтерфейсу, яка забезпечує комфортне сприйняття інформації під час тривалої роботи користувача із системою. Основними кольорами інтерфейсу стали темно-сірий, чорний та сині відтінки для інтерактивних елементів.

Головна сторінка сайту містить:

1. інформаційний блок про платформу;
2. перелік навчальних напрямків;
3. кнопки переходу до курсів;
4. блоки з описом можливостей системи;
5. елементи навігації.

У верхній частині сторінки розміщено навігаційне меню, яке забезпечує швидкий доступ до основних розділів платформи. Для покращення взаємодії користувача з інтерфейсом реалізовано ефекти наведення курсора на кнопки та картки курсів.

Верстка сторінки авторизації та реєстрації виконувалась із використанням HTML-форм. Для полів введення було реалізовано:

1. перевірку правильності введення даних;
2. повідомлення про помилки;
3. адаптивне розташування елементів.

Для підвищення безпеки системи реалізовано приховування пароля та перевірку коректності введених даних перед передаванням їх на сервер.

Сторінка курсів реалізована у вигляді набору тематичних блоків. Кожний блок містить:

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

1. назву курсу;
2. короткий опис;
3. тематичне зображення або відео;
4. кнопку переходу до навчального матеріалу.

Для створення структури карток курсів використовувались CSS Flexbox та Grid Layout, що дозволило забезпечити адаптивне розташування елементів залежно від розміру екрана.

Сторінка уроку містить навчальний контент, відеоматеріали та приклади роботи з інструментами штучного інтелекту. Для відображення відео використовувався HTML5-тег `<video>`. Також було реалізовано можливість автоматичного затемнення відео та накладання тексту поверх мініатюр навчальних блоків.

Практичні завдання реалізовані у вигляді інтерактивних форм, які дозволяють користувачу:

1. вводити текстові запити;
2. додавати результати виконання;
3. надсилати завдання на перевірку;
4. переглядати статус виконання роботи.

Для створення динамічної взаємодії зі сторінками використовувався JavaScript. За допомогою скриптів реалізовано:

1. відкриття модальних вікон;
2. обробку форм;
3. перевірку введених даних;
4. оновлення інформації без перезавантаження сторінки;
5. відображення повідомлень системи.

Особлива увага приділялась адаптивності web-сторінок. Для цього використовувались media-запити CSS, які дозволяють змінювати структуру сторінки залежно від ширини екрана пристрою.

Для мобільних пристроїв були реалізовані:

1. спрощене меню навігації;

					2026.KBP.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

2. вертикальне розташування блоків;
3. автоматичне масштабування елементів;
4. адаптивні кнопки та форми.

При створенні адміністративної частини сайту реалізовано окремий інтерфейс для керування навчальними матеріалами. Адміністратор має можливість:

1. створювати курси;
2. додавати уроки;
3. редагувати навчальні матеріали;
4. перевіряти виконані завдання;
5. надсилати коментарі користувачам.

Для стилізації адміністративної панелі використовувались ті ж принципи дизайну, що і для користувацької частини системи, що забезпечує єдність оформлення web-платформи.

У процесі верстки значна увага приділялася оптимізації структури сторінок та швидкості їх завантаження. З цією метою:

1. мінімізувалась кількість вкладених елементів;
2. оптимізувались стилі;
3. використовувались сучасні формати медіафайлів;
4. реалізовувалось асинхронне завантаження окремих компонентів.

Результатом виконання даного етапу стали повністю зверстані HTML-шаблони всіх сторінок web-платформи, які забезпечують зручну взаємодію користувачів із системою та відповідають вимогам технічного завдання.

2.3 Розробка структури бази даних сайту

Одним із ключових етапів розробки адаптивної навчальної веб-платформи «3dlearningsite» є проєктування структури бази даних. База даних забезпечує збереження та обробку всієї інформації системи, зокрема даних користувачів, навчальних матеріалів, домашніх завдань, результатів виконання та повідомлень.

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Добре спроектована структура бази даних є основою для ефективної роботи веб-платформи, оскільки вона забезпечує швидкий доступ до інформації, цілісність даних та можливість масштабування системи в майбутньому.

Під час проєктування було виконано аналіз предметної області та визначено основні сутності системи, їх властивості та взаємозв'язки. Основною метою створення бази даних є забезпечення:

1. надійного зберігання навчальних матеріалів і результатів навчання;
2. організації взаємодії між користувачем та адміністративною частиною;
3. контролю доступу до навчальних уроків за часом;
4. збереження історії виконання завдань.

Для реалізації бази даних у проєкті використовується MongoDB Atlas - хмарний сервіс для керування базами даних MongoDB, який забезпечує віддалений доступ, масштабованість та безпечне збереження даних.

Процес створення бази даних включав такі етапи:

1. визначення основних сутностей системи;
2. визначення структури кожної колекції;
3. визначення полів та їх типів;
4. встановлення зв'язків між колекціями;
5. реалізація логіки взаємодії з базою даних у серверній частині;
6. перевірка цілісності та коректності даних.

Колекція користувачів призначена для зберігання даних про зареєстрованих користувачів системи.

Основні поля:

1. id – унікальний ідентифікатор користувача;
2. username – ім'я користувача;
3. email – електронна адреса;
4. password – пароль користувача (зберігається у захищеному вигляді);
5. role – роль користувача (учень або адміністратор);
6. createdAt – дата реєстрації.

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Колекція уроків використовується для збереження навчальних матеріалів системи.

Основні поля:

1. id – унікальний ідентифікатор уроку;
2. title – назва уроку;
3. description – короткий опис уроку;
4. content – навчальний матеріал;
5. videoUrl – посилання на відеоматеріал;
6. image – зображення або мініатюра уроку;
7. openDate – дата відкриття доступу до уроку;
8. closeDate – дата завершення доступу до уроку;
9. createdAt – дата створення.

Поле openDate та closeDate використовуються для реалізації обмеженого доступу до навчальних матеріалів, що дозволяє організувати послідовне проходження навчання.

Колекція домашніх завдань використовується для організації практичної діяльності користувачів після проходження навчальних уроків.

Основні поля:

1. id – унікальний ідентифікатор завдання;
2. lessonId – ідентифікатор уроку;
3. title – назва завдання;
4. description – опис завдання;
5. deadline – кінцева дата виконання;
6. status – статус виконання (створене, надіслане, перевірене);
7. createdAt – дата створення.

Кожне завдання прив'язане до конкретного уроку та має часові обмеження для виконання, що дозволяє контролювати навчальний процес.

Колекція результатів призначена для збереження інформації про виконанні користувачами завдання.

Основні поля:

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

1. id – унікальний ідентифікатор результату;
2. userId – ідентифікатор користувача;
3. taskId – ідентифікатор завдання;
4. answer – відповідь користувача;
5. grade – оцінка;
6. comment – коментар викладача;
7. status – статус перевірки.

Колекція забезпечує зв'язок між користувачем, завданням та результатом його виконання.

Колекція повідомлень використовується для реалізації системи сповіщень у системі.

Основні поля:

1. id – унікальний ідентифікатор повідомлення;
2. userId – ідентифікатор користувача;
3. message – текст повідомлення;
4. isRead – статус прочитання;
5. createdAt – дата створення.

Повідомлення використовуються для інформування користувачів про нові завдання, результати перевірки та зміни в навчальному процесі.

Визначення зв'язків між таблицями

У процесі проєктування бази даних були визначені основні зв'язки між сутностями системи:

1. один користувач – багато результатів виконання;
2. одне завдання – багато результатів виконання;
3. один урок – багато домашніх завдань;
4. один користувач – багато повідомлень;
5. один урок – багато результатів через завдання.

Зв'язки між таблицями забезпечують цілісність даних та дозволяють реалізувати повноцінну логіку навчального процесу.

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Для реалізації взаємодії з базою даних використовується ORM-бібліотека Mongoose, яка забезпечує зручне керування документами MongoDB Atlas та дозволяє контролювати структуру даних.

У результаті виконаного проєктування було створено логічно узгоджену структуру бази даних, яка повністю відповідає функціональним вимогам веб-платформи та забезпечує стабільну роботу системи.

Результатом проєктування бази даних стала ER-діаграма та детальний опис структури даних веб-платформи. ER-діаграма відображає взаємозв'язки між основними сутностями системи (користувачі, уроки, домашні завдання, результати та повідомлення) і демонструє логічну структуру збереження інформації. ER-діаграма бази даних наведена на аркуші графічної частини 2026.KBP.122.423.18.05.00 БД.

2.4 Програмування сайту

Реалізація веб-платформи «3dlearningsite – адаптивна навчальна платформа з основ штучного інтелекту» здійснювалась із використанням клієнт-серверної архітектури, яка забезпечує розподіл відповідальності між інтерфейсом користувача, серверною логікою та базою даних. Такий підхід дозволяє підвищити масштабованість системи, спростити супровід коду та забезпечити гнучкість подальшого розвитку проєкту.

Основною метою етапу програмування було створення повноцінного веб-застосунку, що забезпечує доступ до навчальних матеріалів, виконання практичних завдань, контроль навчального процесу та формування індивідуального прогресу користувача.

Розробка виконувалась у вигляді монолітного Node.js застосунку з модульною структурою, у межах якого поєднано серверну логіку, REST API та взаємодію з базою даних MongoDB Atlas. Така архітектура є доцільною для навчального проєкту, оскільки спрощує розгортання, тестування та підтримку

					2026.KBP.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

системи. Основний файл серверної частини системи (server.js), що реалізує запуск API та налаштування маршрутизації, наведено у Додатку А.

Веб-платформа побудована за принципом клієнт-серверної взаємодії. Користувач працює з інтерфейсом браузера, який через REST API взаємодіє із серверною частиною системи. Сервер обробляє запити та виконує обмін даними з базою даних MongoDB Atlas. Загальна схема взаємодії компонентів системи наведена на рисунку 2.4.

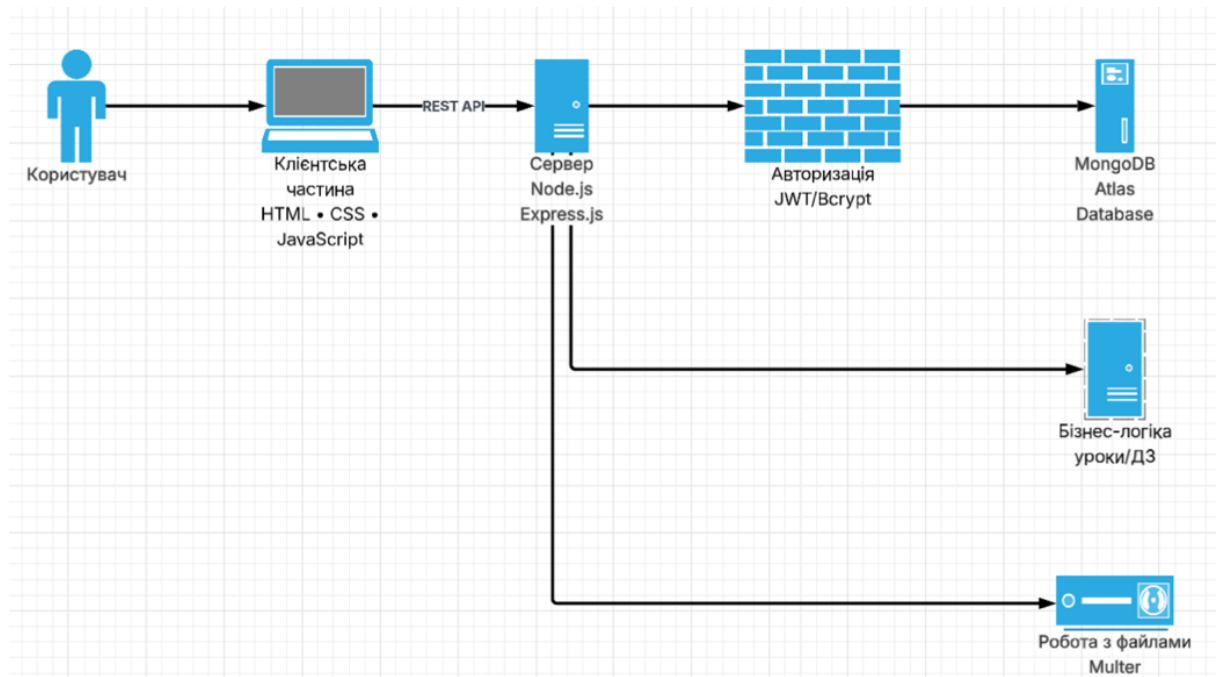


Рисунок 2.4 – Архітектура клієнт-серверної взаємодії веб-платформи

Як видно з рисунка вище, обмін інформацією між клієнтською та серверною частинами здійснюється через HTTP-запити у форматі JSON. Така архітектура забезпечує незалежність інтерфейсу від серверної логіки та спрощує подальше розширення функціоналу системи.

Основні процеси системи:

1. обробка запитів користувача;
2. перевірка авторизації через JWT;
3. отримання навчальних матеріалів;
4. контроль доступу до уроків;

5. обробка домашніх завдань;
6. формування навчального прогресу;
7. збереження та оновлення даних користувача.

У процесі розробки використано наступний технологічний стек:

1. Node.js – серверне середовище виконання JavaScript
2. Express.js – побудова REST API
3. MongoDB Atlas – хмарна база даних
4. Mongoose – моделювання даних
5. HTML, CSS, JavaScript – клієнтська частина
6. JWT – система авторизації
7. bcrypt.js – хешування паролів
8. Multer – завантаження файлів

Для реалізації проєкту використовувалась платформа Node.js та пакетний менеджер npm. Після ініціалізації проєкту встановлювались необхідні бібліотеки за допомогою команди:

```
npm install express mongoose jsonwebtoken bcryptjs multer cors dotenv
```

Підключення до бази даних MongoDB Atlas здійснювалось через connection string, який зберігається у файлі середовища .env. Для тестування API використовувався інструмент Postman.

Структура проєкту організована таким чином, щоб розділити:

1. клієнтську частину (frontend);
2. серверну частину;
3. директорії для завантажених файлів.

Це забезпечує:

1. модульність системи;
2. зручність супроводу;
3. можливість масштабування функціоналу.

На рисунку 2.5 представлена ієрархія каталогів проєкту в середовищі розробки Visual Studio Code, де виокремлено статичні ресурси фронтенду та логіку сервера

					2026.KBP.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

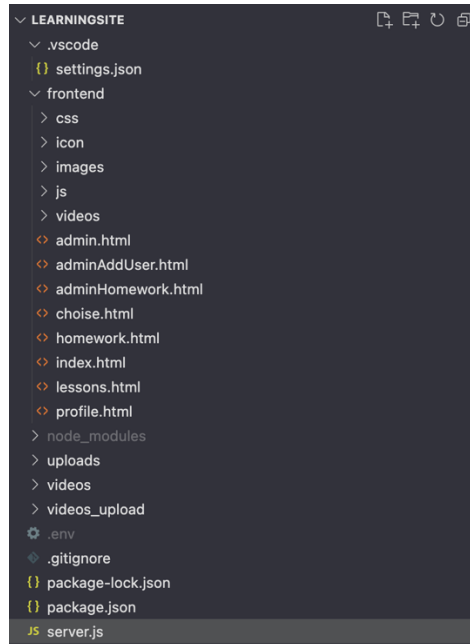


Рисунок 2.5 – Структура програмного проєкту

Як показано на рисунку вище, зображено проєкт має модульну структуру, у якій серверна та клієнтська частини логічно розділені між окремими каталогами. Така організація коду спрощує підтримку системи, розширення функціоналу та пошук необхідних компонентів під час розробки.

2.4.1 Програмування серверної частини

Серверна частина реалізована на Node.js із використанням Express.js і виконує роль API-шару між клієнтом і базою даних MongoDB Atlas.

Взаємодія реалізована через REST API, що забезпечує виконання основних функцій:

1. реєстрація та авторизація користувачів;
2. управління навчальними уроками;
3. робота з домашніми завданнями;
4. формування навчального прогресу;
5. доступ до профілю користувача.

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Основні функції системи реалізуються через REST API та охоплюють процеси реєстрації, авторизації, роботи з уроками, домашніми завданнями та навчальним прогресом. Узагальнену схему сценаріїв взаємодії користувача із сервером наведено на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 – Сценарії взаємодії користувача з сервером

Як показано вище на рисунку , кожна дія користувача ініціює HTTP-запит до сервера, після чого виконується обробка бізнес-логіки та взаємодія з базою даних. Отриманий результат повертається клієнту у вигляді JSON-відповіді та відображається в інтерфейсі користувача.

Послідовність дій користувачів під час навчального процесу — від авторизації до отримання оцінки за виконане завдання — відображена на UML-діаграмі діяльності у графічній частині (2026.KBP.122.423.18.04.00 ДД).

Основні моделі системи.

User (користувач) Модель містить:

1. ім'я, email, пароль;
2. аватар;
3. роль користувача;
4. прогрес навчання.

Використовується для авторизації, персоналізації та контролю доступу. Реалізація механізму авторизації користувачів та роботи з моделлю User наведена у Додатку Б.

Lesson (урок) Містить:

1. назву та опис;
2. відео;
3. дату доступу;
4. мовну версію;
5. домашні завдання.

Відповідає за формування навчального контенту. Реалізація CRUD-операцій для управління навчальними уроками, включаючи обробку відеоматеріалів, наведена у Додатку В.

Homework (домашнє завдання) містить:

1. дані користувача;
2. файл роботи;
3. коментарі;
4. статус перевірки;
5. дату завантаження.

Використовується для обробки результатів навчання. Логіка роботи з домашніми завданнями та механізм формування навчального прогресу користувача наведені у Додатку Г. Основні методи системи

1. registerUser() – створення користувача та хешування пароля
2. loginUser() – авторизація та генерація JWT токена
3. getLessons() – отримання списку уроків
4. submitHomework() – надсилання роботи
5. updateProgress() – оновлення прогресу

Для захисту API та перевірки авторизації користувачів використовується middleware-компонент перевірки JWT-токена. Його реалізація наведена у лістингу 2.1.

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

```

const jwt = require('jsonwebtoken');
function authMiddleware(req, res, next) {
  const token = req.headers.authorization;
  if (!token) return res.status(401).send('Токен відсутній');
  try {
    const decoded = jwt.verify(token, 'SECRET_KEY');
    req.user = decoded;
    next();
  } catch {
    return res.status(403).send('Недійсний токен');
  }
}

```

Лістинг 2.1 – Middleware перевірки JWT-токена (authMiddleware):

Наведений фрагмент коду реалізує middleware-компонент для перевірки JWT-токена користувача. Після успішної перевірки інформація про користувача додається до об'єкта запиту req.user. Middleware застосовується для захисту сторінок особистого кабінету, уроків та функцій завантаження домашніх завдань.

Алгоритм процесу автентифікації користувача, що включає перевірку облікових даних та генерацію токена доступу, наведено у графічній частині (2026.KBP.122.423.18.03.00 AA).

Для реалізації завантаження файлів на сервер використовується бібліотека Multer. Приклад реалізації наведено у лістингу 2.2.

```

const multer = require('multer');
const storage = multer.diskStorage({
  destination: 'uploads/',
  filename: (req, file, cb) =>
    cb(null, Date.now() + '-' + file.originalname)
});
const upload = multer({ storage });
app.post('/api/homework', upload.single('file'), (req, res) => {
  res.send('Файл завантажено');
});

```

Лістинг 2.2 – Завантаження файлів за допомогою Multer:

					2026.KBP.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Даний фрагмент коду реалізує механізм завантаження файлів на сервер. Бібліотека Multer автоматично зберігає файли у визначену директорію та генерує унікальне ім'я файлу, що дозволяє уникнути конфліктів під час збереження домашніх робіт різних користувачів.

Розробка виконувалась у Visual Studio Code з використанням Node.js runtime. Для тестування API застосовувався Postman, а підключення до MongoDB Atlas здійснювалось через .env файл конфігурації.

2.4.2 Програмування клієнтської частини

Клієнтська частина веб-платформи реалізована із використанням технологій HTML5, CSS3 та JavaScript, що забезпечує формування інтерфейсу користувача та взаємодію із серверною частиною системи. Основним завданням фронтенду є забезпечення зручного доступу до навчальних матеріалів та функціональних можливостей платформи.

До основних функціональних можливостей клієнтської частини належать:

1. відображення навчальних модулів та структурованого контенту;
2. реалізація процесів реєстрації та авторизації користувачів;
3. взаємодія з серверною частиною через REST API;
4. відображення індивідуального навчального прогресу;
5. забезпечення функціонування особистого кабінету користувача.

Під час розробки інтерфейсу застосовано сучасні підходи до побудови веб-сторінок, що забезпечують адаптивність та зручність використання системи на різних пристроях. Зокрема використано:

1. семантичну структуру HTML5 для логічної організації контенту;
2. технології Flexbox та CSS Grid для побудови адаптивних макетів;
3. принципи адаптивної верстки з урахуванням різних розмірів екранів.

Система повідомлень

					2026.KBP.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

У межах веб-платформи реалізовано систему сповіщень, яка забезпечує інформування користувачів про ключові події в межах навчального процесу. До таких подій належать:

1. відкриття нових навчальних модулів та уроків;
2. перевірка та оцінювання виконаних домашніх завдань;
3. виставлення оцінок та коментарів викладача.

Для отримання списку доступних уроків на стороні клієнта реалізовано асинхронну функцію, яка звертається до REST API та отримує дані у форматі JSON. Фрагмент реалізації наведено у лістингу 2.3.

```
async function loadLessons() {  
  const response = await fetch('/api/lessons');  
  const lessons = await response.json();  
  lessons.forEach(lesson => {  
    console.log(lesson.title);  
  });  
}
```

Лістинг 2.3 – Функція отримання списку уроків через Fetch API:

Наведена функція виконує HTTP-запит до маршруту /api/lessons, отримує список уроків із сервера та обробляє відповідь у форматі JSON. Отримані дані можуть використовуватися для динамічного формування списку навчальних матеріалів на веб-сторінці.

Клієнтська частина розроблялась у Visual Studio Code. Для перевірки використовувались інструменти розробника браузера та Fetch API.

У результаті програмної реалізації створено повноцінну клієнт-серверну веб-платформу, яка об'єднує REST API, базу даних MongoDB Atlas та сучасний адаптивний інтерфейс. Система забезпечує всі основні функції навчального процесу: авторизацію, доступ до матеріалів, виконання завдань, контроль прогресу користувача, збереження результатів навчання та адміністрування освітнього контенту.

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Отримані результати підтвердили працездатність розробленої системи та відповідність реалізованого функціоналу поставленим вимогам технічного завдання. Це свідчить про готовність веб-платформи до подальшого використання та можливого розширення її функціональних можливостей у майбутньому.

2.5 Тестування сайту

Тестування веб-платформи «3dlearningsite» є завершальним етапом розробки програмного забезпечення та спрямоване на перевірку коректності роботи всіх функціональних модулів системи, відповідності вимогам технічного завдання та стабільності роботи веб-застосунку.

Основною метою тестування є підтвердження правильності реалізації функціоналу навчальної платформи, яка включає авторизацію користувачів, доступ до навчальних матеріалів, механізм обмеження доступу до уроків за датою, виконання практичних завдань та збереження результатів у базі даних.

Для перевірки працездатності веб-платформи використовувалися різні види тестування. Зокрема, було проведено функціональне тестування для перевірки роботи основних можливостей системи, інтеграційне тестування для контролю взаємодії клієнтської та серверної частин, тестування користувацького інтерфейсу для оцінки зручності роботи із системою, а також тестування безпеки авторизації для перевірки коректності механізму автентифікації та захисту доступу до ресурсів платформи.

На першому етапі виконано тестування механізму авторизації користувача. Користувач вводить облікові дані (email та пароль), після чого система здійснює їх перевірку та надає доступ до функціоналу платформи у разі успішної автентифікації.

Інтерфейс сторінки авторизації, що використовується під час тестування, наведено на рисунку 2.7.

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

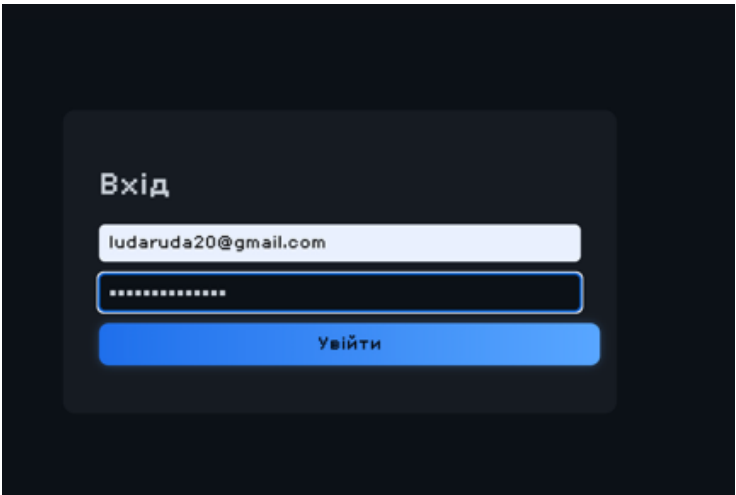


Рисунок 2.7 – Сторінка авторизації користувача

Після успішного проходження авторизації користувач перенаправляється на головну сторінку веб-платформи, де відображаються основні навчальні модулі та навігаційні елементи системи. Головну сторінку навчальної платформи представлено на рисунку 2.8.

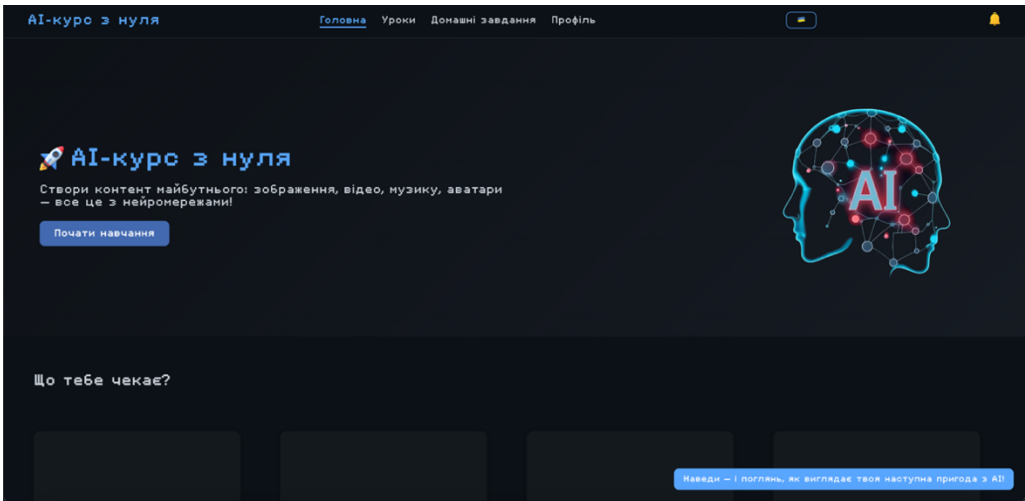


Рисунок 2.8 – Головна сторінка навчальної платформи

Наступним етапом було протестовано механізм доступу до навчальних уроків із урахуванням обмежень за датою. Система надає доступ до матеріалів лише у визначений період, що забезпечує користувачу контрольований навчальний процес. Результат перевірки обмеження доступу до уроку за датою наведено на рисунку 2.9.

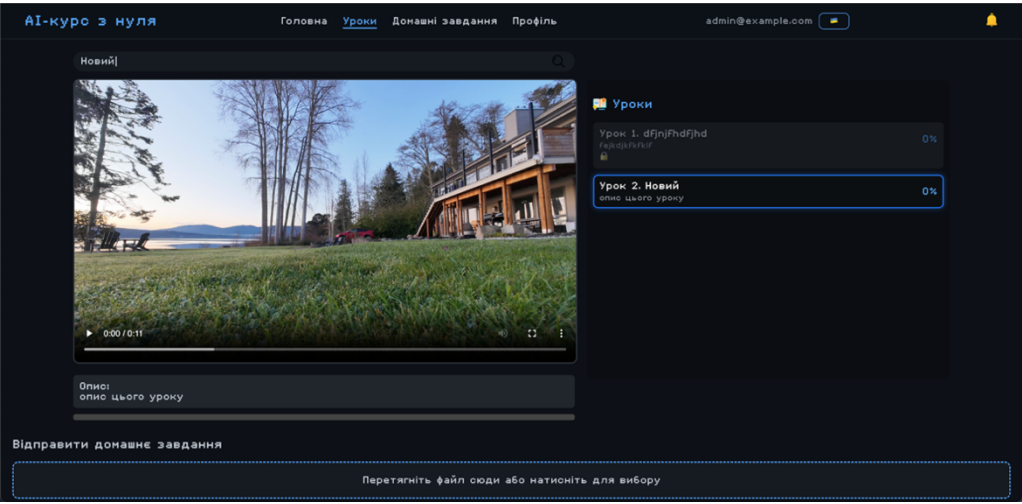


Рисунок 2.9 – Обмеження доступу до уроку за датою

У межах тестування перевірено функціонал виконання практичних завдань. Користувач відкриває сторінку завдання, виконує його та надсилає результат на сервер для подальшої перевірки викладачем. Процес надсилання виконаного завдання наведено на рисунку 2.10.

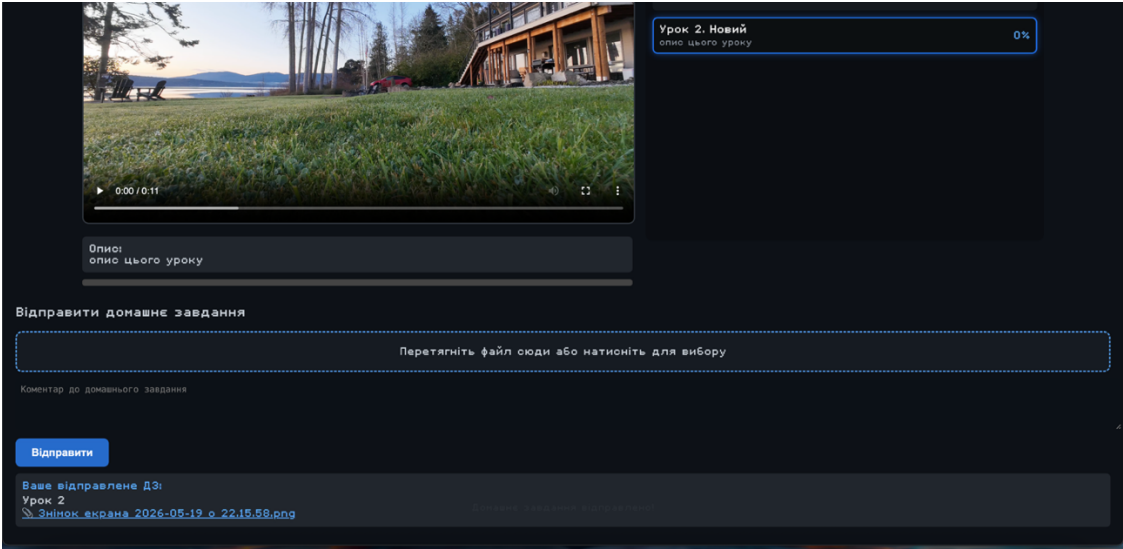


Рисунок 2.10 – Виконання практичного завдання

Після надсилання практичних завдань перевірено механізм збереження результатів у системі та відображення індивідуального навчального прогресу користувача. Результати роботи системи відображено на рисунку 2.11.



Рисунок 2.11 – Перевірка результатів навчання

Також протестовано функціонування особистого кабінету користувача, який містить інформацію про профіль, статистику навчання та рівень прогресу. Вигляд профілю користувача наведено на рисунку 2.12.

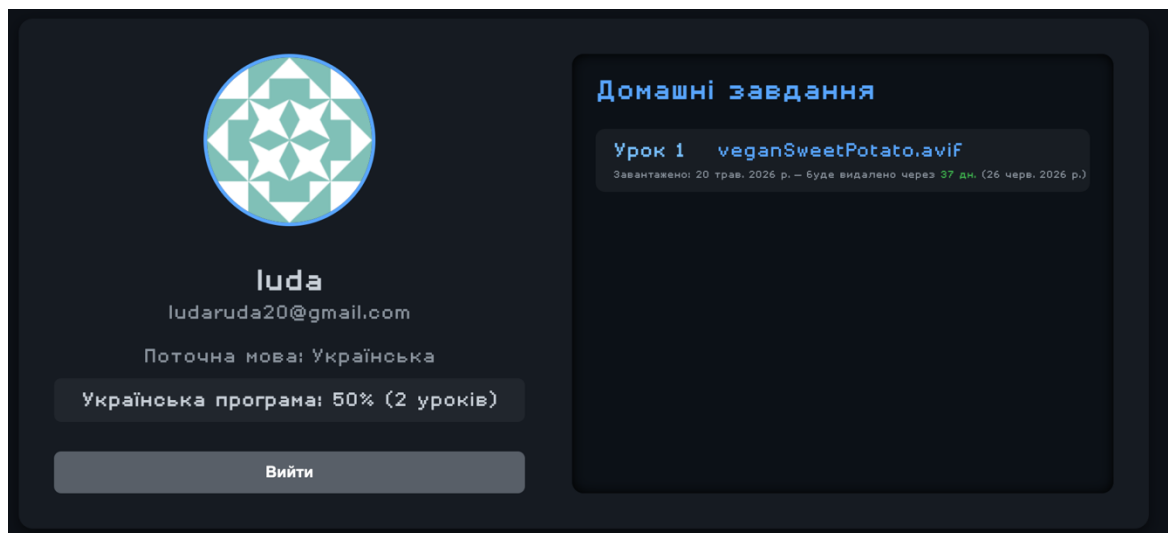


Рисунок 2.12 – Профіль і прогрес користувача

Окремо перевірено систему сповіщень, яка інформує користувача про ключові події в межах навчального процесу, зокрема перевірку завдань та нові повідомлення від викладача. Роботу системи сповіщень представлено на рисунку 2.13.

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

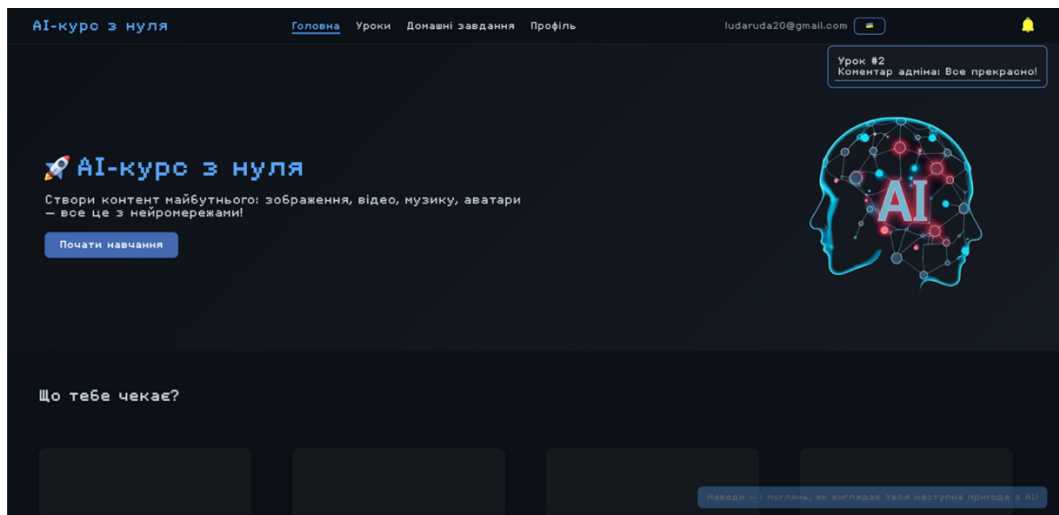


Рисунок 2.13 – Система сповіщень користувача

У процесі тестування перевірено функціонал перемикавання мов інтерфейсу та навчальних матеріалів. Залежно від обраної мови користувачу відображається відповідна локалізована версія контенту. Відображення англійської версії навчальних матеріалів наведено на рисунку 2.14.

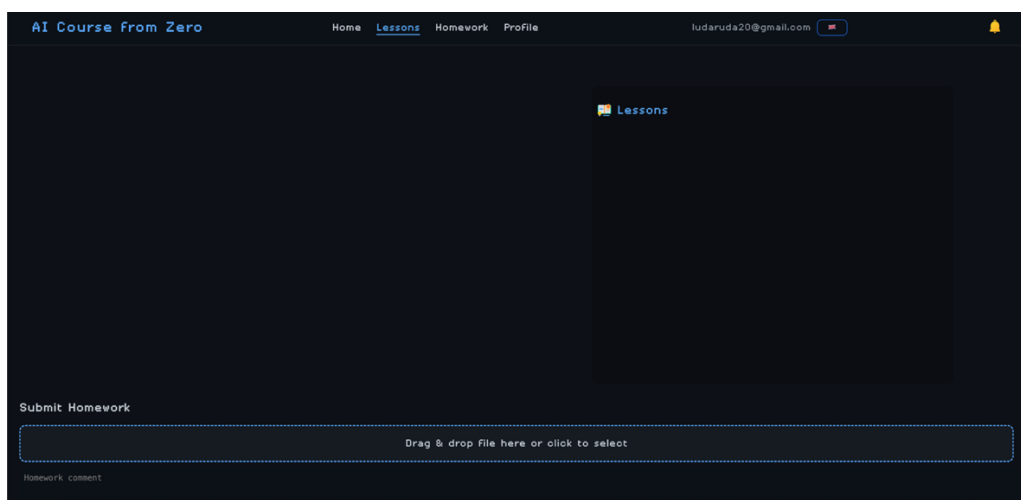


Рисунок 2.14 – Відображення англійської версії навчальних матеріалів

Останнім етапом здійснено перевірку адміністративної панелі, яка забезпечує управління навчальними матеріалами, користувачами та перевіркою практичних робіт. Інтерфейс адміністративної панелі наведено на рисунку 2.15.

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

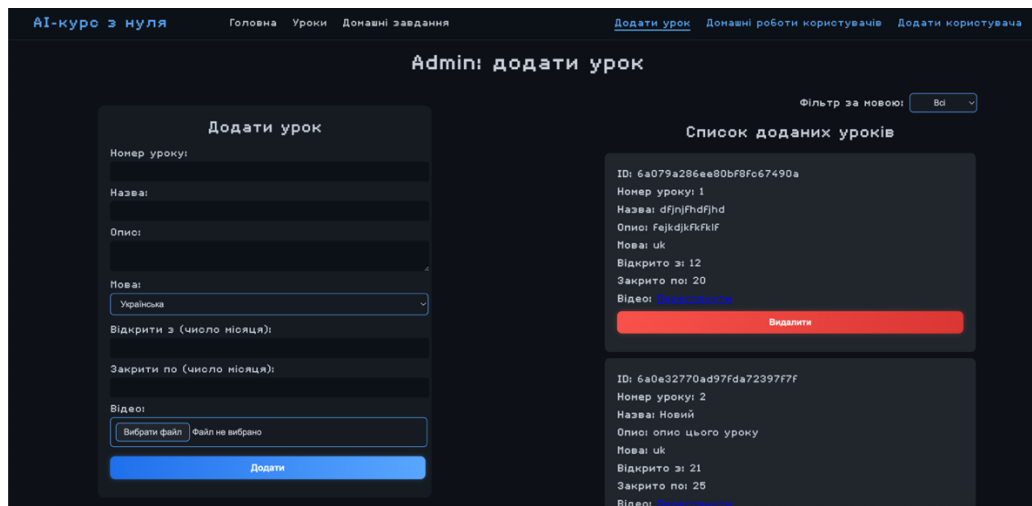


Рисунок 2.15 – Адміністративна панель системи

План тестування веб-платформи «3dlearningsite» розроблено з метою перевірки повноти реалізації функціональних вимог, коректності взаємодії між клієнтською та серверною частинами, а також відповідності системи технічному завданню.

Тестування проводилось у середовищі, наближеному до реальних умов експлуатації, із використанням сучасних веб-браузерів (Google Chrome, Mozilla Firefox) та стабільного підключення до мережі Інтернет. Додатково перевірялася робота системи в режимі інкогніто та на різних типах пристроїв.

План тестування включав перевірку таких основних сценаріїв використання системи:

1. реєстрація нового користувача та перевірка коректності створення облікового запису;
2. авторизація користувача із перевіркою генерації та валідації JWT-токена;
3. доступ до захищених сторінок лише для авторизованих користувачів;
4. відображення переліку навчальних курсів та окремих уроків;
5. перевірка механізму доступу до навчальних матеріалів за датою (openDate/closeDate);
6. виконання та відправка практичних завдань через клієнтський інтерфейс;
7. збереження результатів виконання завдань у базі даних MongoDB Atlas;
8. перевірка роботи адміністративної панелі;

9. тестування REST API запитів та коректності відповіді сервера;
10. перевірка механізмів обробки помилок;
11. перевірка роботи системи сповіщень користувача;
12. перевірка відображення індивідуального прогресу навчання.

Результати перевірки основних компонентів системи наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Контрольний список перевірених компонентів (Checklist)

№	Компонент системи	Критерій перевірки
1	Авторизація користувача	Перевірка логіну/паролю, генерація JWT-токена
2	Реєстрація користувача	Створення нового акаунта та збереження в БД
3	Відображення навчальних матеріалів	Отримання та коректний вивід уроків з бази даних
4	Доступ до уроків за датою	Блокування/відкриття контенту за часовими параметрами
5	Виконання завдань	Надсилення даних користувача на сервер
6	Збереження результатів	Запис відповідей та оцінок у MongoDB Atlas
7	Адміністративні функції	Створення та редагування навчального контенту
8	API-запити	Коректна обробка HTTP-запитів (GET, POST, PUT, DELETE)
9	Захист системи	Обмеження доступу без авторизаційного токена
10	Обробка помилок	Відповідь системи на некоректні запити
11	Система сповіщень	Відображення повідомлень користувачу
12	Прогрес користувача	Коректне оновлення та відображення результатів навчання

У результаті проведеного тестування встановлено, що веб-платформа «3dlearningsite» функціонує стабільно, усі основні модулі працюють відповідно до вимог технічного завдання. Взаємодія між клієнтською та серверною частинами забезпечує коректну обробку запитів, збереження даних та відображення результатів у реальному часі.

3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розміщення сайту в Інтернеті

Після завершення розробки веб-платформи «3dlearningsite» було виконано її розгортання в мережі Інтернет для забезпечення віддаленого доступу користувачів до навчальних матеріалів. Публікація веб-застосунку дозволяє використовувати платформу незалежно від місця перебування користувача та без необхідності встановлення додаткового програмного забезпечення.

Для розміщення проєкту було використано хмарну платформу Render, яка підтримує запуск серверних застосунків Node.js та забезпечує автоматичне розгортання проєкту з репозиторію GitHub.

Процедура розміщення веб-платформи в Інтернеті. Розгортання веб-платформи виконувалося послідовно у кілька основних етапів:

Спочатку ініціалізація репозиторію GitHub. Було створено новий репозиторій у системі контролю версій GitHub для збереження вихідного коду проєкту, завантаження проєкту (push). Файли клієнтської та серверної частин веб-платформи були додані до репозиторію та відправлені на віддалений сервер GitHub.

Наступний етапом є створення сервісу на платформі Render. Після авторизації було створено новий Web Service для Node.js-застосунку. Підключення GitHub-репозиторію Як джерело коду було обрано створений репозиторій «3dlearningsite», що дозволило автоматизувати процес деплою.

Було додано змінні середовища, зокрема: рядок підключення до MongoDB Atlas, секретний ключ JWT-авторизації.

Вказано команди встановлення залежностей та запуску застосунку: `npm install` та `npm start`

Після завершення налаштувань система Render автоматично виконала збірку та запуск веб-платформи. У результаті розгортання веб-платформа отримала унікальне доменне ім'я: <https://threed-learning-site.onrender.com/>, через яке

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

забезпечується доступ до системи в мережі Інтернет. Сайт доступний через будь-який сучасний веб-браузер без необхідності локального запуску проєкту.

Перевірка функціональності системи здійснювалась шляхом тестування в реальних умовах експлуатації через опубліковану доменну адресу. Тестування виконувалось у браузері Google Chrome, а також додатково перевірялося коректне відображення інтерфейсу на різних пристроях та в режимі інкогніто.

Під час перевірки було протестовано такі функції:

1. відкриття головної сторінки сайту;
2. реєстрація нового користувача;
3. авторизація в системі;
4. перегляд навчальних уроків;
5. завантаження домашніх завдань;
6. відображення навчального прогресу;
7. робота системи повідомлень;
8. перемикання мовних версій навчальних матеріалів.

У результаті тестування встановлено, що всі основні функції працюють коректно, дані успішно взаємодіють із базою MongoDB Atlas, а авторизація та обробка запитів здійснюються в реальному часі без помилок. На рисунку 3.1 наведено головну сторінку веб-платформи після розміщення в мережі Інтернет.

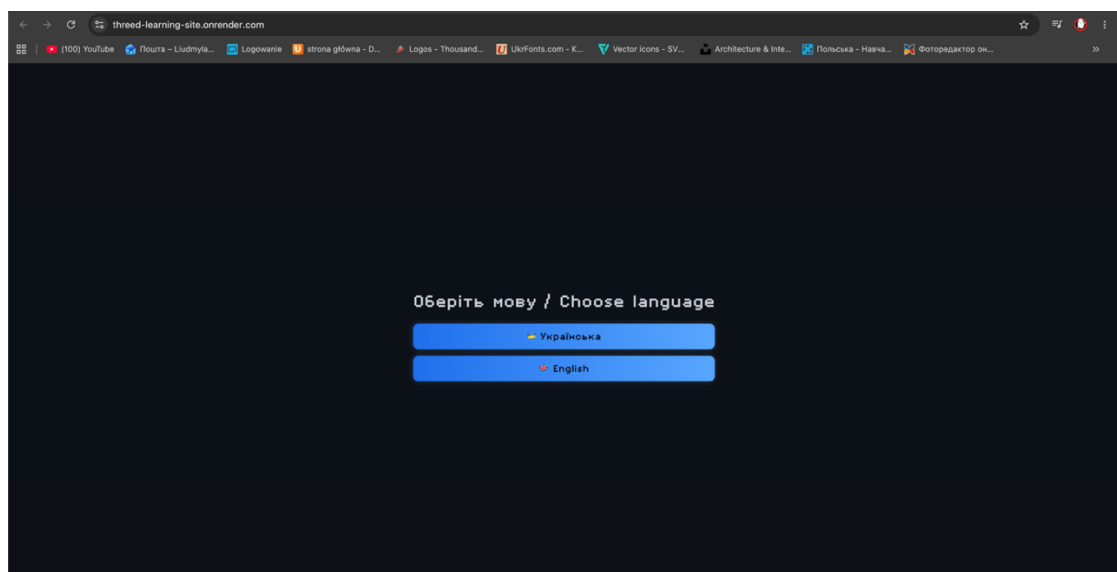


Рисунок 3.1 – Головна сторінка веб-платформи після розміщення в Інтернеті

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Проведене розгортання підтвердило можливість використання веб-платформи «3dlearningsite» в реальних умовах експлуатації та забезпечило стабільний доступ до навчальних матеріалів з будь-якого пристрою.

3.2 Інструкція з обслуговування та наповнення сайту

Веб-платформа «3dlearningsite» передбачає наявність повноцінної адміністративної частини, яка забезпечує управління навчальним контентом, користувачами, а також супровід навчального процесу в межах системи. Адміністративний модуль реалізовано як окрему підсистему, доступ до якої надається лише авторизованим користувачам із відповідними правами доступу (роль адміністратора або викладача).

Адміністративний інтерфейс побудовано на основі модульної структури, що дозволяє ефективно розділити функціонал за окремими напрямками управління системою. Такий підхід забезпечує зручність експлуатації, масштабованість системи та спрощує процес оновлення навчального контенту.

Адміністратор системи має доступ до розширеного набору функціональних можливостей, зокрема:

1. управління обліковими записами користувачів (перегляд, редагування та видалення акаунтів);
2. створення, редагування та видалення навчальних курсів і уроків;
3. завантаження та оновлення відеоматеріалів, презентацій та супровідних файлів;
4. перевірка та оцінювання виконаних користувачами практичних завдань;
5. керування навчальним контентом та його структурою;
6. перегляд статистичних даних та індивідуального навчального прогресу користувачів;
7. формування та надсилання системних сповіщень.

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Адміністративна частина веб-платформи структурно поділена на логічні розділи, кожен з яких відповідає за окрему групу функцій:

1. Користувачі – управління обліковими записами студентів, контроль активності та прав доступу;
2. Уроки – створення та редагування навчальних матеріалів, налаштування доступу до контенту;
3. Домашні завдання – перевірка, коментування та оцінювання виконаних робіт;
4. Прогрес – перегляд статистики навчання та результатів користувачів;
5. Сповіщення – створення інформаційних повідомлень для користувачів системи.

Перехід між розділами здійснюється через навігаційне меню адміністративної панелі, яке реалізовано у клієнтській частині веб-платформи. Інтерфейс адміністратора розроблено з урахуванням принципів зручності використання та мінімізації кількості дій для виконання основних операцій.

Процес створення нового навчального матеріалу (уроку) включає послідовність таких дій:

1. авторизація в системі під обліковим записом адміністратора;
2. перехід до розділу «Уроки» адміністративної панелі;
3. ініціювання створення нового уроку за допомогою відповідної кнопки;
4. заповнення форми даних (назва уроку, опис, мова, дата доступу, додаткові параметри);
5. завантаження навчального відеоматеріалу із використанням механізму Multer;
6. підтвердження та збереження введених даних.

Після збереження інформація автоматично передається на серверну частину системи та записується до бази даних MongoDB Atlas через REST API. Новостворений урок стає доступним користувачам відповідно до встановлених параметрів доступу.

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Редагування навчальних матеріалів передбачає можливість внесення змін без необхідності перезапуску серверної частини системи. Зокрема, адміністратор може виконувати:

1. оновлення текстового опису уроку;
2. заміну або додавання відеофайлів;
3. зміну умов та дати доступу до матеріалів;
4. редагування або оновлення завдань до уроку.

Усі внесені зміни автоматично синхронізуються з базою даних та відображаються для користувачів у реальному часі.

Окремим функціональним блоком є робота з домашніми завданнями. Адміністратор має можливість:

1. переглядати завантажені користувачами файли;
2. залишати коментарі щодо виконаних робіт;
3. змінювати статус перевірки (перевірено / не перевірено / потребує доопрацювання);
4. виставляти оцінки за виконані завдання.

Файли, що завантажуються користувачами, зберігаються у файловій системі сервера в окремій директорії **uploads** та логічно прив'язуються до відповідного користувача та навчального модуля.

Для забезпечення стабільної роботи веб-платформи визначено мінімальні вимоги до серверного середовища:

1. процесор: не менше 2 ядер CPU;
2. оперативна пам'ять: від 2 ГБ RAM;
3. дисковий простір: не менше 10 ГБ;
4. операційна система: Linux (Ubuntu 20.04 або новіші версії);
5. підтримка середовища Node.js (версія 16 і вище);
6. стабільне підключення до мережі Інтернет;
7. доступ до хмарної бази даних MongoDB Atlas або аналогічного рішення.

					2026.KBP.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Для розгортання невеликих навчальних проєктів допускається використання безкоштовних хмарних платформ, таких як Render або інші PaaS-рішення, що забезпечують автоматичне розгортання та підтримку Node.js-застосунків.

3.3 Інструкція з популяризації та підтримки сайту

Після розгортання веб-платформи важливим етапом є її популяризація серед цільової аудиторії та забезпечення стабільної технічної підтримки. Оскільки платформа орієнтована на навчання основ штучного інтелекту, основною аудиторією є студенти, викладачі та особи, які цікавляться сучасними технологіями.

Основні напрямки популяризації веб-платформи. Просування сайту може здійснюватися за наступними напрямками:

SEO-оптимізація. Для покращення видимості у пошукових системах застосовуються:

1. оптимізація заголовків та мета-тегів;
2. використання ключових слів, пов'язаних з навчанням штучного інтелекту;
3. створення структурованого контенту;
4. швидке завантаження сторінок.

Це дозволяє підвищити позиції сайту у Google та інших пошукових системах. Соціальні мережі. Просування платформи може здійснюватися через:

1. Telegram-канали;
2. Facebook та Instagram сторінки;
3. освітні групи та спільноти;
4. YouTube-канал із демонстрацією функціоналу.

У таких каналах можна публікувати навчальні матеріали, оновлення платформи та демонстраційні відео.

Освітні платформи та спільноти. Ефективним способом популяризації є розміщення інформації на:

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

1. форумах програмістів;
2. студентських порталах;
3. освітніх онлайн-спільнотах;
4. GitHub як open-source проєкту.

Платформа може впроваджуватись: у навчальні курси університетів, також як додатковий інструмент для викладачів, як практична платформа для самостійного навчання.

Технічна підтримка веб-платформи включає:

1. оновлення програмного забезпечення (Node.js, бібліотеки);
2. виправлення помилок та багів;
3. оновлення навчального контенту;
4. контроль стабільності серверу;
5. резервне копіювання бази даних MongoDB Atlas.

Оновлення та розвиток системи

Подальший розвиток платформи може включати:

1. додавання нових курсів та модулів;
2. впровадження штучного інтелекту для перевірки завдань;
3. створення мобільної версії або PWA;
4. інтеграцію з системами відеоконференцій;
5. розширення аналітики навчального процесу.

Моніторинг роботи системи

Для підтримки стабільної роботи застосовуються:

1. логування серверних помилок;
2. моніторинг запитів до API;
3. контроль навантаження на сервер;
4. перевірка доступності доменного імені.

Комплекс заходів з популяризації та підтримки забезпечує стабільне функціонування веб-платформи «3dlearningsite», її розвиток та залучення нових користувачів. Завдяки використанню сучасних технологій система є масштабованою та готовою до подальшого розширення.

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

4. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Метою економічної частини даного дипломного проєкту є проведення економічних розрахунків, спрямованих на визначення економічної ефективності розробки веб-застосунку «3dlearningsite - адаптивна навчальна веб-платформа з основ штучного інтелекту», а також прийняття рішення щодо доцільності його подальшого впровадження.

Об'єктом розробки є веб-орієнтована навчальна платформа, призначена для організації дистанційного навчання з основ штучного інтелекту та генеративних технологій.

Розрахунок вартості розробки виконується в декілька етапів:

- опис технологічного процесу розробки із зазначенням трудомісткості кожної операції;
- визначення витрат на оплату праці основного та допоміжного персоналу з урахуванням відрахувань на соціальні заходи;
- обчислення витрат на електроенергію;
- розрахунок амортизаційних відрахувань;
- визначення накладних витрат;
- складання кошторису та визначення собівартості розробки;
- розрахунок ціни розробки;
- визначення економічної ефективності та терміну окупності.

4.1 Визначення стадій технологічного процесу та загальної тривалості проведення НДР

У даному підрозділі розглянуто основні етапи технологічного процесу розробки веб-платформи «3DLearningSite». Для визначення загальної тривалості виконання робіт витрати часу по окремих операціях зведено у таблицю.

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1 – Середній час виконання робіт по стадіях технологічного процесу

№ п/п	Назва операції (стадії)	Виконавець	Середній час виконання операції, год.
1	Планування та аналіз предметної області	Керівник проєкту (Pm)	8
		Інженер (I1)	8
2	Розробка технічного завдання	Керівник проєкту (Pm)	6
		Інженер (I1)	4
3	Проектування інтерфейсу користувача	Інженер (I1)	16
		Інженер (I2)	24
4	Розробка функціональної частини системи	Інженер (I1)	40
5	Тестування та налагодження	Тестувальник	10
6	Розробка документації	Інженер (I1)	4
7	Розгортання та налаштування системи	Інженер (I2)	12
8	Управління проєктом	Керівник проєкту (Pm)	24
Разом			156

Сумарний час виконання операцій технологічного процесу становить 156 годин, що відповідає середньому обсягу трудомісткості для дипломних проєктів даного рівня складності.

4.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи

У даному підрозділі проводиться аналіз і розрахунок витрат, пов'язаних з оплатою праці та відрахуваннями на соціальні заходи, що необхідні для розробки веб-застосунку «3DLearningSite».

Розмір заробітної плати залежить від складності та умов виконуваної роботи, професійно-ділових якостей працівника, результатів його праці та діяльності підприємства.

Основна заробітна плата розраховується за формулою:

$$З_{осн.} = T_c * K_r \quad (4.1)$$

де: T_c – тарифна ставка, грн.; K_r – кількість відпрацьованих годин.

Приймаємо тарифні ставки: керівник проекту (Рм) – 450 грн./год; інженер (І2) – 272 грн./год; інженер (І1) – 113 грн./год; тестувальник – 100 грн./год.

Отже, основна заробітна плата для:

Керівника проекту (Рм) $З_{осн2} = 38 * 450 = 17\,100$ грн.

Інженера (І2) $З_{осн4} = 36 * 272 = 9\,792$ грн.

Інженера (І1) $З_{осн3} = 68 * 113 = 7\,684$ грн.

Тестувальник $З_{осн4} = 10 * 100 = 1\,000$ грн.

Сумарна основна заробітна плата становить

$$З_{осн} = 17\,100 + 9\,792 + 7\,684 + 1\,000 = 35\,576 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата становить 10% від суми основної заробітної плати та визначається за формулою:

$$З_{дод.} = З_{осн.} * K_{додл.} \quad (4.2)$$

де: $K_{додл.}$ – коефіцієнт додаткових виплат працівникам.

Отже, додаткова заробітна плата по категоріях працівників становить:

Керівника проекту $З_{дод2} = 17\,100 * 0,1 = 1\,710$ грн.

Інженера (І2) $З_{дод3} = 9\,792 * 0,1 = 979$ грн.

Інженера (І1) $З_{дод4} = 7\,684 * 0,1 = 768$ грн.

Тестувальник $З_{дод4} = 1\,000 * 0,1 = 100$ грн.

Загальна додаткова заробітна плата становить:

$$З_{дод} = 1\,710 + 979 + 768 + 100 = 3\,557 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на оплату праці визначаються за формулою:

$$\begin{aligned} V_{о.п.} &= З_{осн.} + З_{дод.} \\ V_{о.п.} &= 35\,576 + 3\,557 = 39\,133 \text{ грн.} \end{aligned} \quad (4.3)$$

Єдиний соціальний внесок (ЄСВ – 22%) визначається за формулою:

$$\begin{aligned} V_{ЄСВ} &= V_{оп} * 0,22 \\ V_{ЄСВ} &= 39\,133 * 0,22 = 8\,609 \text{ грн.} \end{aligned} \quad (4.4)$$

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Проведені розрахунки витрат на оплату праці наведено у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Зведені розрахунки витрат на оплату праці

№ п / п	Категорія працівників	Основна заробітна плата, грн.			Додатков а заробітна плата, грн.	ЄСВ, грн.	Всього витрати на оплату праці, грн. 6 = 3+4+5
		Тарифна ставка, грн.	К-сть годин	Фактично нарах. Зарплати, грн.			
		1	2	3	4	5	6
1	Кер. Проєкту (Рм)	450	38	17 100	1 710		
2	Інженера (І2)	272	36	9 792	979		
3	Інженера (І1)	113	68	7 684	768		
4	Тестувальни к	100	10	1 000	100		
Разом				35 576	3 557	8 609	47 742

Отже, загальні витрати на оплату праці та відрахування на соціальні заходи становлять 47 742 грн.

4.3 Розрахунок витрат на електроенергію

Розрахуємо витрати на електроенергію, необхідну для розробки веб-застосунку «3DLearningSite». Затрати на електроенергію одиниці обладнання визначаються за формулою:

$$Z_{\text{в}} = W * T * S \quad (4.5)$$

де: W – необхідна потужність обладнання, кВт; T – кількість годин роботи обладнання; S – вартість 1 кВт·год електроенергії. Вартість 1 кВт·год електроенергії приймаємо: $S = 15,94$ грн

Для розробки програмного продукту використовується один персональний комп'ютер.

Час роботи обладнання визначається відповідно до загальної тривалості виконання робіт згідно таблиці 4.1 та становить: $T = 156$ год. Середня споживана потужність комп'ютера: $W = 0,82$ кВт

Тоді витрати на електроенергію становлять:

$$З_{ек} = 0,82 \cdot 156 \cdot 15,94 = 2038 \text{ грн.}$$

Отже, витрати на електроенергію для розробки програмного продукту становлять 2038 грн.

4.4 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань веб-застосунку «3DLearningSite»

Характерною особливістю застосування основних фондів у процесі виробництва є їх поступове зношення та необхідність відновлення. Для відновлення засобів праці у натуральному виразі необхідне їх відшкодування у вартісній формі, яке здійснюється шляхом амортизації.

Амортизація - це процес перенесення вартості основних фондів на вартість новоствореної продукції з метою їх повного відновлення.

Комп'ютери та оргтехніка належать до четвертої групи основних фондів. Амортизація на них нараховується за умови, що мінімально допустимий строк їх корисного використання становить не менше 2 років.

Для визначення амортизаційних відрахувань використовується формула:

$$A = \frac{B_B \cdot H_A}{100\%} \cdot T, \quad (4.6)$$

де: A – амортизаційні відрахування за звітний період, грн.; B_B – балансова вартість основних фондів, грн.; H_A – норма амортизації; T – частка використання обладнання у звітному періоді.

Для розробки та тестування веб-застосунку використовується один персональний комп'ютер вартістю $B_B = 50\,000$ грн. Норма амортизації: $H_A = 0,04$. Загальний час використання обладнання згідно таблиці 4.1 становить $T = 156$ год. Тоді сума амортизаційних відрахувань становить:

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

$$A = \frac{50\,000 \cdot 0,04}{150} \cdot 156 = 2\,080 \text{ грн.}$$

4.5 Обчислення накладних витрат

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням виробництва, утриманням апарату управління підприємства (фірми) та створення необхідних умов праці. В залежності від організаційно-правової форми діяльності господарюючого суб'єкта, накладні витрати можуть становити 20–60 % від суми основної та додаткової заробітної плати працівників.

Накладні витрати визначаються за формулою:

$$H_B = B_{o.п.} \cdot 0,2..0,6 \quad (4.7)$$

де: H_B – накладні витрати; $B_{o.п.}$ – витрати на оплату праці.

$$H_B = 39\,133 \cdot 0,4 = 15\,653 \text{ грн.}$$

4.6 Складання кошторису витрат та визначення собівартості розробки веб-застосунку

Для складання кошторису витрат та визначення собівартості розробки веб-застосунку «3DLearningSite» результати проведених вище розрахунків зведемо у таблицю 4.4.

Таблиця 4.4 – Кошторис витрат

№	Зміст витрат	Сума, грн.	В % до загальної суми
1	Витрати на оплату праці	47 742	70
2	Витрати на електроенергію	2 038	3
3	Амортизаційні відрахування	2 080	3
4	Накладні витрати	15 653	24
5	Собівартість	67 513	100

Собівартість науково-дослідної роботи визначається за формулою:

$$C_{\text{в}} = B_{\text{о.п}} + B_{\text{с.з}} + Z_{\text{е}} + A + H_{\text{в}} \quad (4.8)$$

де: $B_{\text{о.п}}$ – витрати на оплату праці; $Z_{\text{е}}$ – витрати на електроенергію; A – амортизаційні відрахування; $H_{\text{в}}$ – накладні витрати.

Тоді собівартість розробки становить:

$$C_{\text{в}} = 47\,742 + 2\,038 + 2\,080 + 15\,653 = 67\,513 \text{ грн.}$$

4.7 Розрахунок ціни розробки веб-застосунку

Розрахунок ціни науково-дослідної роботи включає врахування собівартості, рівня рентабельності та податку на додану вартість.

Ціна робіт визначається за формулою:

$$Ц = C_{\text{в}} * (1 + R_{\text{рен}}) * (1 + \text{ПДВ}), \quad (4.9)$$

де: $C_{\text{в}}$ – собівартість; $R_{\text{рен}}$ – рівень рентабельності; ПДВ – ставка податку на додану вартість.

$$Ц = 67\,513 * (1 + 0,3) * (1 + 0,2) = 105\,321 \text{ грн.}$$

4.8 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень

Ефективність виробництва – це узагальнене та повне відображення кінцевих результатів використання робочої сили, засобів та предметів праці на підприємстві за певний проміжок часу.

Для визначення ефективності програмного продукту розраховують чисту теперішню вартість (ЧТВ) та термін окупності (Ток).

Чиста теперішня вартість визначається за формулою:

$$\text{ЧТВ} = -C_{\text{в}} + \sum_{i=1}^t \frac{\Gamma_{\text{п}}}{(1+i)^i}, \quad (4.10)$$

де: $C_{\text{в}}$ – собівартість розробки; $\Gamma_{\text{п}}$ – грошовий потік за t – ий рік; t – відповідний рік проекту; i – величина дисконтної ставки (10...15%).

Розрахунок:

$$\text{ЧТВ} = -67\,513 + \frac{37\,808}{(1 + 0,1)^1} + \frac{37\,808}{(1 + 0,1)^2} + \frac{37\,808}{(1 + 0,1)^3} = 26\,530 \text{ грн.}$$

Оскільки $\text{ЧТВ} \geq 0$, проект є економічно доцільним для впровадження.

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Термін окупності визначається за формулою:

$$T_{\text{ок}} = T_{\text{пв}} + \frac{H_{\text{в}}}{\Gamma_{\text{пр}}} \quad (4.11)$$

де: $T_{\text{пв}}$ – період до повного відшкодування витрат; $H_{\text{в}}$ – невідшкодовані витрати на початок року; $\Gamma_{\text{пр}}$ – грошовий потік.

Розрахунок:

$$T_{\text{ок}} = 2 + \frac{1897}{37\,808} = 2,05 \approx 2,1 \text{ року}$$

Всі дані внесемо в зведену таблицю 4.5.

Таблиця 4.5 – Техніко-економічні показники

№	Показник	Значення
1	Собівартість, грн.	67 513
2	Плановий грошовий потік, грн.	37 808
3	Ціна, грн.	105 321
4	Чиста теперішня вартість, грн.	26 530
5	Термін окупності, років	2,1

Прибутковість проекту та термін окупності свідчать про його фінансову ефективність і здатність повернути вкладені ресурси протягом приблизно 2 років. Отже, на основі отриманих показників можна зробити висновок, що розробка веб-застосунку «3DLearningSite» є економічно доцільною.

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ, ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ВИМОГИ

5.1 Організація та фінансування проведення медичних оглядів працівників

Організація проведення медичних оглядів працівників є невід'ємною складовою системи охорони праці та спрямована на забезпечення належного стану здоров'я працівників, своєчасне виявлення професійних захворювань і запобігання негативному впливу шкідливих виробничих факторів.

Відповідно до вимог чинного законодавства України у сфері охорони праці, медичні огляди працівників поділяються на попередні, періодичні та позачергові. Попередні медичні огляди проводяться під час прийняття працівника на роботу з метою визначення його придатності до виконання професійних обов'язків. Періодичні огляди здійснюються в процесі трудової діяльності для контролю стану здоров'я та профілактики можливих професійних захворювань. Позачергові огляди організовуються у разі погіршення стану здоров'я працівника або за медичними показаннями.

У процесі розробки та експлуатації веб-платформи основним шкідливим виробничим фактором є тривала робота за комп'ютерною технікою, що може призводити до перевтоми зорового аналізатора, порушень опорно-рухового апарату та підвищеного психоемоційного навантаження. У зв'язку з цим періодичні медичні огляди працівників, які працюють із комп'ютерною технікою, є обов'язковими.

Організація медичних оглядів здійснюється роботодавцем із залученням закладів охорони здоров'я, що мають відповідну ліцензію на проведення таких заходів. Працівники проходять медичні огляди у строки, визначені чинними нормативно-правовими актами.

Фінансування медичних оглядів здійснюється виключно за рахунок роботодавця. До витрат належать оплата послуг медичних закладів, проведення

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

лабораторних та діагностичних досліджень, а також організаційні витрати, пов'язані з проведенням оглядів. Будь-які витрати працівників на проходження обов'язкових медичних оглядів не допускаються.

5.2 Вплив іонізуючого випромінювання та інших шкідливих факторів при роботі з комп'ютерною технікою

Іонізуюче випромінювання є фізичним фактором навколишнього середовища, здатним за певних умов негативно впливати на організм людини шляхом іонізації атомів і молекул живих тканин, що призводить до порушення нормального функціонування клітин.

Основними джерелами іонізуючого випромінювання є природні та техногенні фактори. До природних належать космічне випромінювання та природні радіоактивні елементи, що містяться в ґрунті та будівельних матеріалах. Техногенні джерела включають медичне обладнання, промислові установки та інші технологічні системи.

Ступінь впливу іонізуючого випромінювання залежить від дози опромінення, тривалості впливу та типу випромінювання. При перевищенні допустимих норм можливі функціональні порушення організму, ураження кровотворної системи, зниження імунного захисту, а також підвищення ризику розвитку онкологічних захворювань.

У межах роботи з веб-платформою прямий вплив іонізуючого випромінювання відсутній. Водночас під час роботи з комп'ютерною технікою працівник піддається впливу комплексу інших шкідливих факторів, зокрема:

1. електромагнітного випромінювання;
2. підвищеного зорового навантаження;
3. тривалого статичного навантаження на опорно-руховий апарат;
4. психоемоційної напруги.

З метою зниження впливу зазначених факторів передбачаються такі заходи охорони праці:

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

1. регламентований режим праці та відпочинку;
2. організація ергономічного робочого місця;
3. використання сучасних ергономічних меблів;
4. дотримання норм освітлення та мікроклімату;
5. регулярні перерви під час роботи за комп'ютером.

Екологічний аспект функціонування інформаційних систем полягає у раціональному використанні електроенергії, мінімізації електронних відходів та підвищенні енергоефективності програмного забезпечення і серверної інфраструктури. Використання хмарних технологій дозволяє зменшити навантаження на локальні обчислювальні ресурси та оптимізувати споживання енергії.

Дотримання вимог охорони праці, техніки безпеки та екологічних норм під час розробки та експлуатації веб-платформи забезпечує безпечні умови праці для користувачів і розробників, а також мінімізує вплив шкідливих виробничих факторів.

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи було розроблено адаптивну навчальну веб-платформу 3dlearningsite. Проєкт реалізовано відповідно до вимог технічного завдання та охоплює повний цикл розробки веб-застосунку: від проєктування структури до програмної реалізації клієнтської та серверної частин.

Під час виконання роботи було проведено аналіз предметної області, визначено функціональні вимоги до системи та спроектовано загальну архітектуру веб-платформи. Розроблено структуру сайту, визначено основні сторінки та логіку взаємодії користувача із системою. Особливу увагу приділено забезпеченню зручної навігації та адаптивності інтерфейсу для різних типів пристроїв.

У межах проєктування бази даних було створено логічну структуру з використанням MongoDB Atlas, яка включає основні сутності системи: користувачі, уроки, домашні завдання, результати виконання та повідомлення. Встановлені зв'язки між колекціями забезпечують цілісність даних та коректну реалізацію навчального процесу.

Програмна реалізація виконувалась із використанням технологій Node.js, Express.js, MongoDB, HTML, CSS та JavaScript. Було розроблено REST API для взаємодії між клієнтською та серверною частинами системи. Реалізовано механізми реєстрації та авторизації користувачів із використанням JWT-токенів, обробку навчальних матеріалів, виконання завдань та збереження результатів навчання.

Клієнтська частина забезпечує зручний інтерфейс користувача, перегляд навчальних матеріалів, виконання практичних завдань та контроль індивідуального прогресу. Серверна частина відповідає за бізнес-логіку, обробку запитів та взаємодію з базою даних.

У процесі виконання роботи були самостійно розроблені структура веб-платформи, логіка взаємодії компонентів системи, база даних, REST API, а також реалізовано основний функціонал навчального веб-застосунку. Також було

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

створено діаграми архітектури системи, UML-діаграми та блок-схеми, що відображають принцип роботи платформи.

Отримані результати повністю відповідають вимогам завдання на кваліфікаційну роботу. Розроблена система є функціонально завершеною та може бути використана як навчальна веб-платформа для дистанційного навчання.

Подальший розвиток проєкту може включати розширення функціоналу, зокрема інтеграцію штучного інтелекту для автоматичної перевірки завдань, впровадження системи рекомендацій навчального контенту та покращення аналітики навчального процесу.

Важливим результатом виконаної роботи є набуття практичних навичок проєктування та розробки сучасних веб-застосунків із використанням клієнт-серверної архітектури. Під час реалізації проєкту було закріплено знання з побудови REST API, роботи з базами даних та організації взаємодії між фронтенд-і бекенд-частинами системи.

Окрім технічної реалізації, у процесі виконання кваліфікаційної роботи було вдосконалено навички аналізу предметної області, формування вимог до програмного продукту та проєктування структури інформаційних систем. Це дозволило сформувати цілісне розуміння процесу розробки веб-платформ від етапу ідеї до готового програмного рішення.

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
						70
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Coursera : вебсайт. URL: <https://www.coursera.org> (дата звернення: 15.05.2024).
2. Udemy : вебсайт. URL: <https://www.udemy.com> (дата звернення: 12.03.2023).
3. Khan Academy : вебсайт. URL: <https://www.khanacademy.org> (дата звернення: 20.11.2022).
4. Moodle : вебсайт. URL: <https://moodle.org> (дата звернення: 01.06.2026).
5. Google Classroom : вебсайт. URL: <https://classroom.google.com> (дата звернення: 01.06.2026).
6. Node.js : вебсайт. URL: <https://nodejs.org> (дата звернення: 01.06.2026).
7. Express.js : вебсайт. URL: <https://expressjs.com> (дата звернення: 18.04.2024).
8. MongoDB : вебсайт. URL: <https://www.mongodb.com/docs> (дата звернення: 09.10.2023).
9. Mongoose : вебсайт. URL: <https://mongoosejs.com> (дата звернення: 27.02.2022).
10. JSON Web Tokens (JWT) : вебсайт. URL: <https://jwt.io> (дата звернення: 05.12.2021).
11. bcrypt.js : вебсайт. URL: <https://www.npmjs.com/package/bcryptjs> (дата звернення: 01.06.2026).
12. HTML Living Standard : вебсайт. URL: <https://html.spec.whatwg.org> (дата звернення: 01.06.2026).
13. CSS : вебсайт. URL: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/CSS> (дата звернення: 14.06.2024).
14. JavaScript : вебсайт. URL: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript> (дата звернення: 03.09.2023).
15. OpenAI Platform : вебсайт. URL: <https://platform.openai.com/docs> (дата звернення: 22.01.2024).

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

ДОДАТКИ

Додаток А. Серверна частина

```
require('dotenv').config();

const express = require('express');
const mongoose = require('mongoose');
const jwt = require('jsonwebtoken');
const bcrypt = require('bcryptjs');
const cors = require('cors');
const multer = require('multer');
const fs = require('fs');
const path = require('path');

const app = express();
app.use(express.json());

const SECRET_KEY = process.env.SECRET_KEY;
const ADMIN_EMAIL = process.env.ADMIN_EMAIL;
const ADMIN_PASS = process.env.ADMIN_PASS;

/* ===== МОДЕЛІ ===== */

const User = mongoose.model('User', new mongoose.Schema({
  name: String,
  email: { type: String, unique: true },
  passwordHash: String,
  avatarUrl: String,
  courseEndDate: Date,
  progress: { type: Map, of: Number, default: {} },
  language: { type: String, enum: ['uk', 'en'], default: 'uk'
}
}));

const Lesson = mongoose.model('Lesson', new mongoose.Schema({
  lessonId: String,
  lessonNumber: Number,
  title: String,
  description: String,
  videoUrl: String,
  openDay: Number,
  closeDay: Number,
  language: { type: String, enum: ['uk', 'en'], default: 'uk'
}
}));

const Homework = mongoose.model('Homework', new
mongoose.Schema({
```

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

```

    userEmail: String,
    lessonNumber: String,
    filename: String,
    storedFilename: String,
    path: String,
    comment: String,
    adminComment: String,
    isAdminCommentRead: { type: Boolean, default: true },
    uploadedAt: { type: Date, default: Date.now, expires: 37 *
24 * 60 * 60 },
    language: String
  }));

/* ===== JWT MIDDLEWARE =====
*/

function authMiddleware(req, res, next) {
  const token = req.headers.authorization?.split(' ')[1];
  if (!token) return res.status(401).json({ message: 'No
token' });

  jwt.verify(token, SECRET_KEY, (err, user) => {
    if (err) return res.status(403).json({ message: 'Invalid
token' });
    req.user = user;
    next();
  });
}

function adminMiddleware(req, res, next) {
  if (!req.user.isAdmin) return res.status(403).json({
message: 'Only admin' });
  next();
}

```

					2026.KBP.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

Додаток Б. Авторизація та користувачі

```
app.post('/api/register', async (req, res) => {
  const { name, email, password } = req.body;

  const hash = await bcrypt.hash(password, 10);

  const user = new User({
    name,
    email,
    passwordHash: hash
  });

  await user.save();
  res.json({ message: 'Registered' });
});

app.post('/api/login', async (req, res) => {
  const { email, password } = req.body;

  if (email === ADMIN_EMAIL && password === ADMIN_PASS) {
    const token = jwt.sign({ email, isAdmin: true },
SECRET_KEY);
    return res.json({ token, isAdmin: true });
  }

  const user = await User.findOne({ email });
  if (!user || !(await bcrypt.compare(password,
user.passwordHash))) {
    return res.status(400).json({ message: 'Invalid data' });
  }

  const token = jwt.sign({ email, isAdmin: false },
SECRET_KEY);
  res.json({ token, isAdmin: false });
});
```

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Додаток В. Уроки (CRUD + відео)

```
const videoStorage = multer.diskStorage({
  destination: (req, file, cb) => {
    const dir = path.join(__dirname, 'uploads/videos');
    if (!fs.existsSync(dir)) fs.mkdirSync(dir, { recursive:
true });
    cb(null, dir);
  },
  filename: (req, file, cb) => {
    cb(null, Date.now() + path.extname(file.originalname));
  }
});

const uploadVideo = multer({ storage: videoStorage });

app.post('/api/admin/lesson',
  authMiddleware,
  adminMiddleware,
  uploadVideo.single('video'),
  async (req, res) => {

    const lesson = new Lesson({
      lessonNumber: req.body.lessonNumber,
      title: req.body.title,
      description: req.body.description,
      videoUrl: '/videos/' + req.file.filename,
      language: req.body.language
    });

    await lesson.save();
    res.json({ message: 'Lesson added' });
  }
);

app.get('/api/lessons', authMiddleware, async (req, res) => {
  const lessons = await Lesson.find({});
  res.json(lessons);
});

app.delete('/api/admin/lesson/:id', authMiddleware,
  adminMiddleware, async (req, res) => {
    await Lesson.findByIdAndDelete(req.params.id);
    res.json({ message: 'Deleted' });
  });
```

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Додаток Г. Домашні завдання + прогрес)

```
const homeworkStorage = multer.diskStorage({
  destination: (req, file, cb) => {
    const dir = path.join(__dirname, 'uploads/homeworks');
    if (!fs.existsSync(dir)) fs.mkdirSync(dir, { recursive:
true });
    cb(null, dir);
  },
  filename: (req, file, cb) => {
    cb(null, Date.now() + '-' + file.originalname);
  }
});

const uploadHomework = multer({ storage: homeworkStorage });

/* ===== UPLOAD HOMEWORK ===== */
app.post('/api/homework',
  authMiddleware,
  uploadHomework.single('file'),
  async (req, res) => {

    const hw = new Homework({
      userEmail: req.user.email,
      lessonNumber: req.body.lessonNumber,
      filename: req.file.originalname,
      storedFilename: req.file.filename,
      path: req.file.path,
      comment: req.body.comment
    });

    await hw.save();
    res.json({ message: 'Homework uploaded' });
  }
);

/* ===== PROGRESS ===== */
app.post('/api/progress', authMiddleware, async (req, res) =>
{
  const { lessonNumber, percent } = req.body;

  const user = await User.findOne({ email: req.user.email });

  user.progress.set(lessonNumber.toString(), percent);
  user.markModified('progress');

  await user.save();

  res.json({ message: 'Progress updated' });
});
```

					2026.КВР.122.423.18.00.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

Справа.	
Перв. Примен.	

Инов. Дубл.	
Взаим. Инов.	
Подп. и дата	
Инов. подл.	

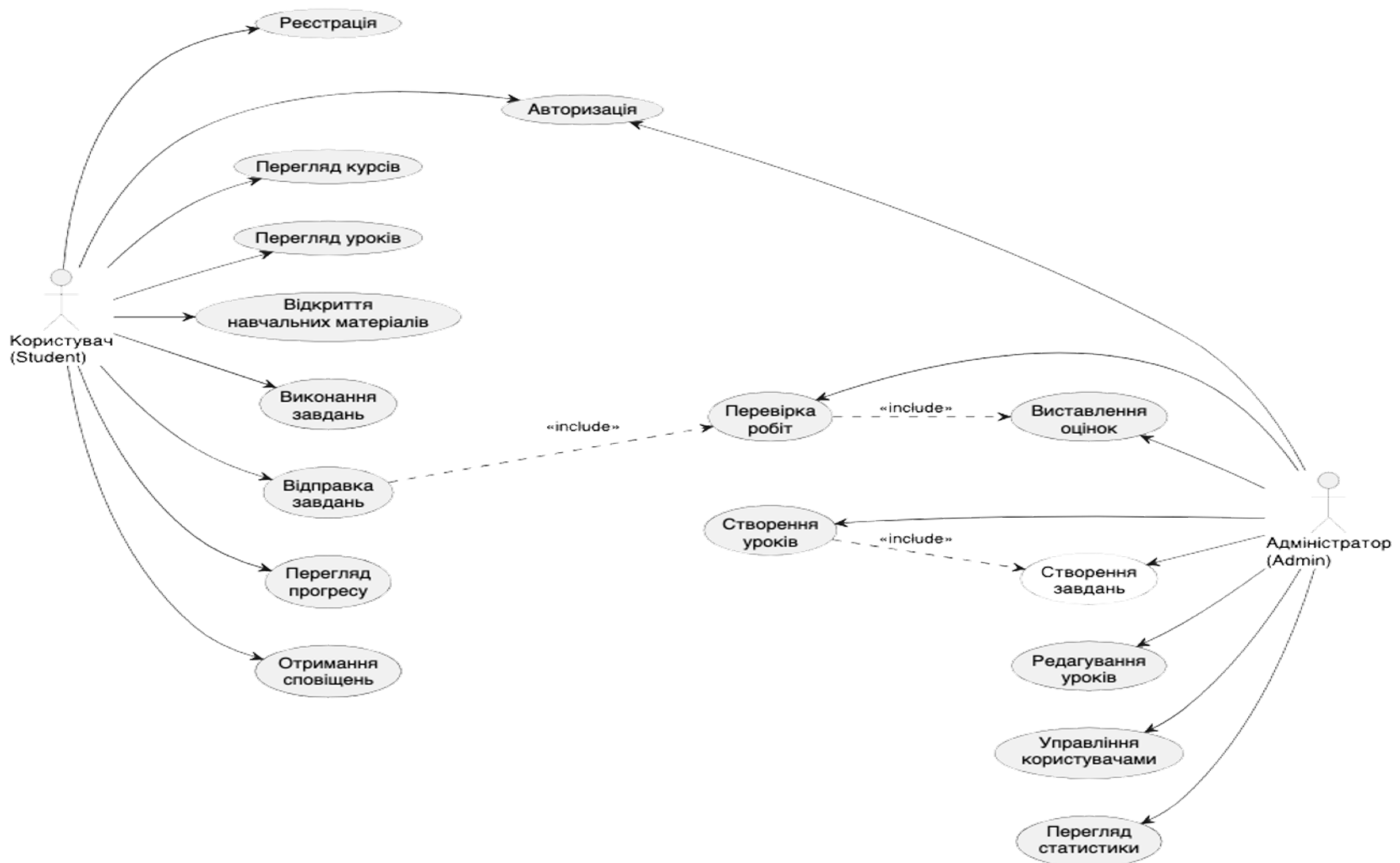
2026.KBP.122.423.18.01.00 ТБ

Таблиця техніко-економічних показників проекту.

№	Показник	Одиниці вимірювання	Значення
1	Назва програмного продукту	—	3dlearningsite
2	Тип системи	—	Адаптивна навчальна веб-платформа
3	Призначення	—	Навчання основам штучного інтелекту
4	Архітектура системи	—	Клієнт-серверна
5	Мови програмування	—	HTML5, CSS3, JavaScript
6	Серверні технології	—	Node.js, Express.js
7	База даних	—	MongoDB Atlas
8	Трудомісткість розробки	люд.-міс.	3
9	Тривалість розробки	міс.	3
10	Собівартість розробки	грн	67 513
11	Річний грошовий потік	грн/рік	37 808
12	Термін окупності	міс.	2,1

					2026.КВР.122.423.18.01.00 ТБ					
					Розробка адаптивної навчальної платформи з основ штучного інтелекту Таблиця техніко-економічних показників	Літ.			Маса.	Масштаб.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		Н			-	-
Розроб.		Руда Л.І.								
Перев.		Сербін В.В.								
Т.контр.						Аркуш		Аркушів 1		
Реценз.						ВСП “ТФК ТНТУ”, гр. КН-423 М.Тернопіль				
Н. Контр.		Приймак В.А.								
Зат.										

UML-діаграма варіантів використання платформи «3DLearningSite»

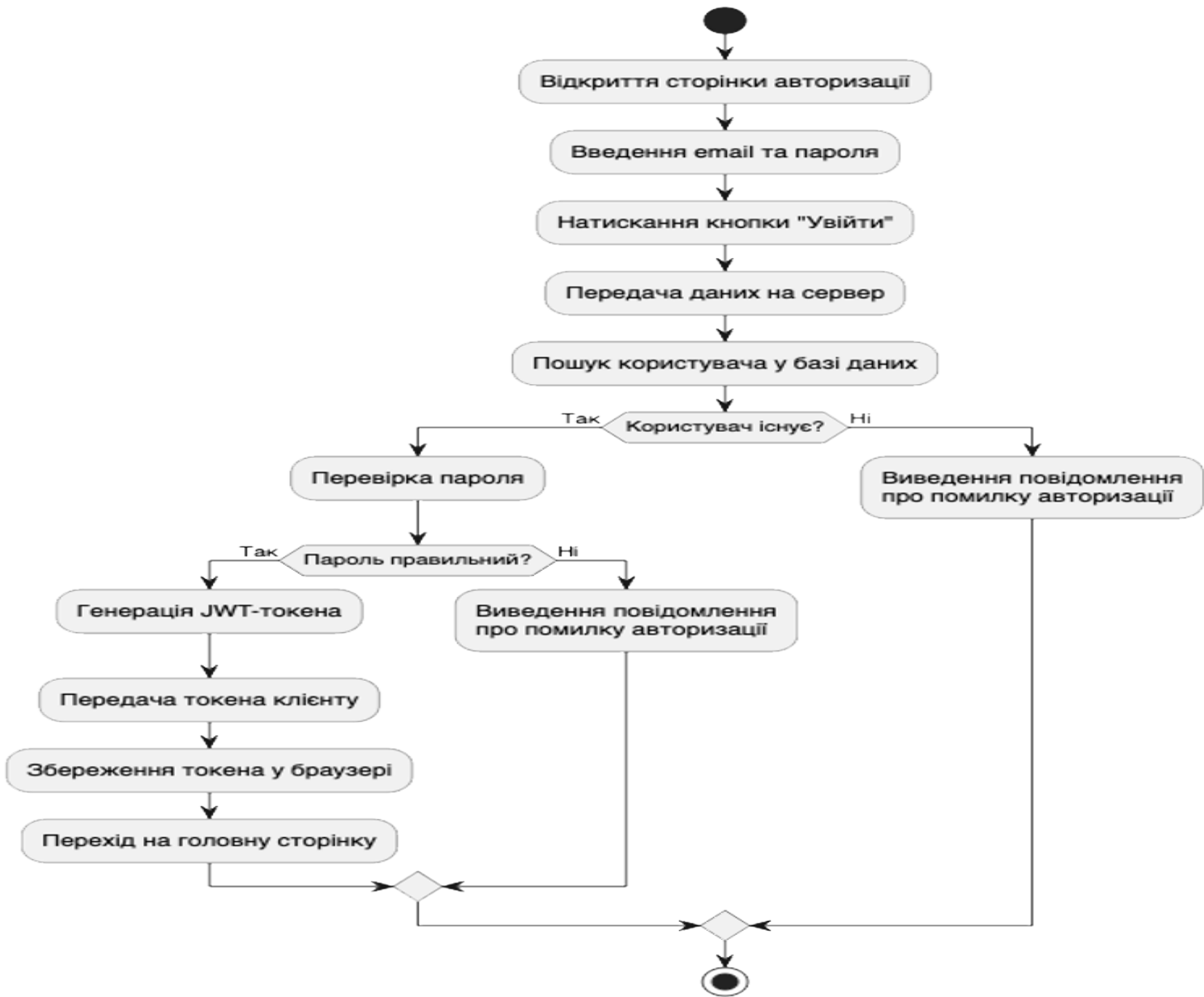


Перв. Примен.	
Справ.	

Подп. и дата	
Инов. Дубл.	
Взаим. Инов.	
Подп. и дата	
Инов. подл.	

					2026.КВР.122.423.18.02.00 ДВ					
					Розробка адаптивної навчальної платформи з основ штучного інтелекту Діаграма варіантів використання	Літ.			Маса.	Масштаб.
						Н			-	-
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата						
Розроб.	Руда Л.І.									
Перев.	Сербін В.В.									
Т.контр.					Аркуш			Аркушів 1		
Реценз.					ВСП “ТФК ТНТУ”, гр. КН-423 М.Тернопіль					
Н. Контр.	Приймак В.А.									
Зат.										

Алгоритм авторизації користувачів у системі.

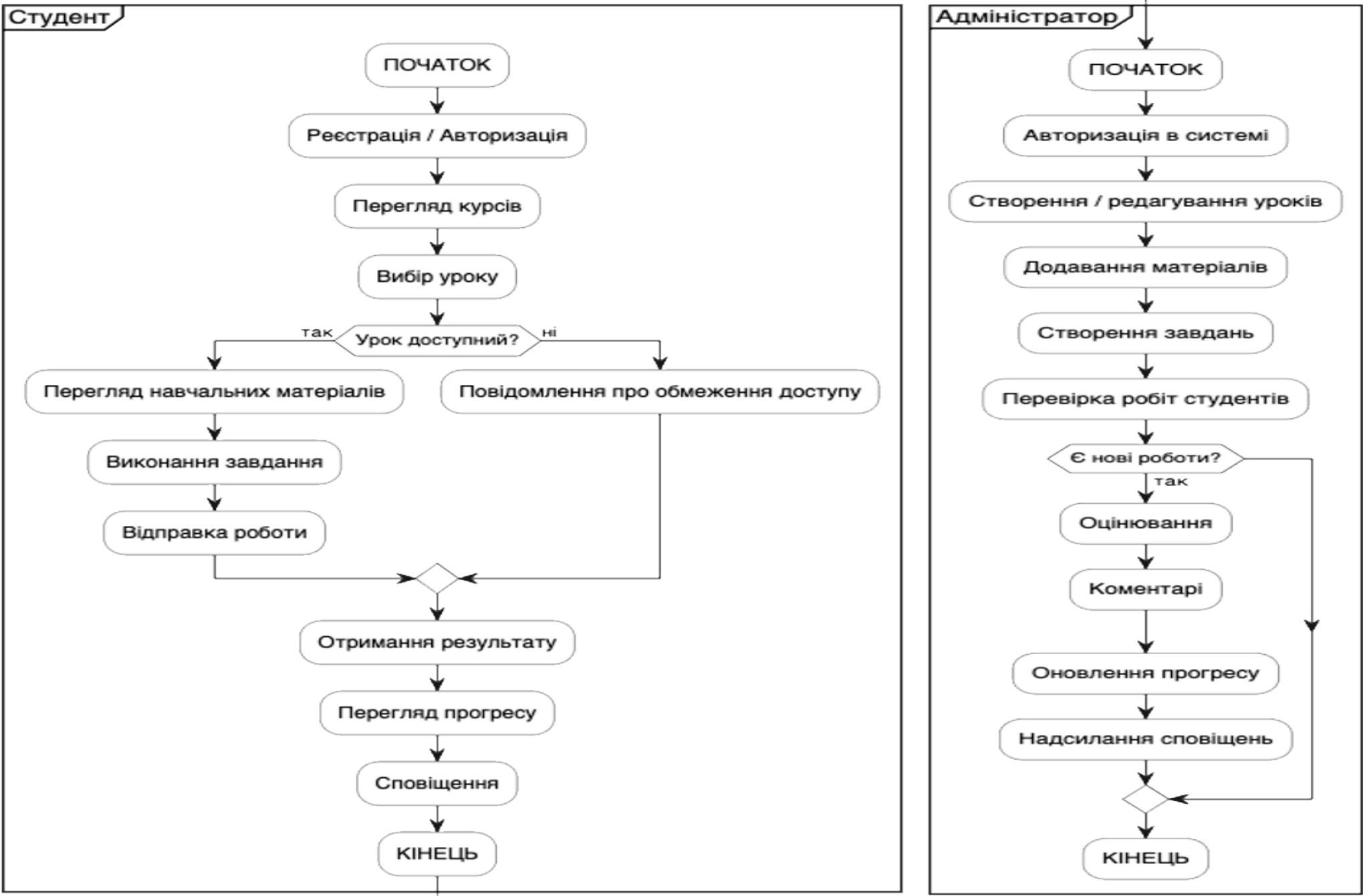


Перв. Примен.	
Справ.	

Подп. и дата	
Инв. Дубл.	
Взам. Инв.	
Подп. и дата	
Инв. подл.	

					2026.KBP.122.423.18.03.00 AA					
					Розробка адаптивної навчальної платформи з основ штучного інтелекту	Літ.			Маса.	Масштаб.
						Н				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Алгоритм авторизації користувачів у системі	Аркуш			Аркушів 1	
Розроб.	Руда Л.І.					ВСП “ТФК ТНТУ”, гр. КН-423 М.Тернопіль				
Перев.	Сербін В.В.									
Т.контр.										
Реценз.										
Н. Контр.	Приймак В.А.									
Зат.										

UML-діаграма діяльності користувачів та адміністратора.



Пера. Примен.	
Спраа.	

Подп. и дата	
Инв. Дубл.	
Взаим. Инв.	
Подп. и дата	
Инв. подл.	

					2026.KBP.122.423.18.04.00 ДД			
					Розробка адаптивної навчальної платформи з основ штучного інтелекту Діаграма діяльності користувачів та адміністратора	Літ.	Маса.	Масштаб.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		Н	-	-
Розроб.		Руда Л.І.						
Перев.		Сербін В.В.						
Т.контр.						Аркуш	Аркушів	1
Реценз.						ВСП "ТФК ТНТУ", гр. КН-423 М.Тернопіль		
Н. Контр.		Приймак В.А.						
Зат.								

Перв. Примен.	
Справ.	

Подп. и дата	
Инв. Дубл.	
Взаим. Инв.	
Подп. и дата	
Инв. подл.	

2026.KBP.122.423.18.04.00 БД

ER-діаграма бази даних веб-платформи 3dlearningsite



					2026.KBP.122.423.18.05.00 БД				
					Розробка адаптивної навчальної платформи з основ штучного інтелекту ER-діаграма бази даних веб-платформи 3dlearningsite	Літ.		Маса.	Масштаб.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		Н		-	-
Розроб.	Руда Л.І.								
Перев.	Сербін В.В.								
Т.контр.						Аркуш		Аркушів	1
Реценз.						ВСП "ТФК ТНТУ", гр. КН-423 М.Тернопіль			
Н. Контр.	Приймак В.А.								
Зат.									