

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
(повна назва)

Кафедра Медіасистеми та технології
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)
(рівень вищої освіти)

Дослідження та розробка віртуальної поліграфічної лабораторії
для дистанційного навчання
(тема)

Виконав:
студент 2 курсу, групи ТЕМВм-21-1




Богданов Д.О.

Спеціальності 186 Видавництво та поліграфія

Тип програми Освітньо-професійна

Освітня програма
Технології електронних мультимедійних видань

Керівник  проф. Левикін І.В.

Допускається до захисту
Зав. кафедри МСТ

_____ (підпис)

Дейнеко Ж.В.
(прізвище, ініціали)

2022 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
Кафедра Медіасистеми та технології
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
Спеціальність 186 Видавництво та поліграфія
Тип програми Освітньо-професійна
Освітня програма Технології електронних мультимедійних видань
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедри МСТ _____
(підпис)
« 31 » жовтня 2022р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

студентові Богданову Дмитру Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження та розробка віртуальної
поліграфічної лабораторії для дистанційного навчання»

затверджена наказом по університету від 31 жовтня 2022р. № 1432 Ст

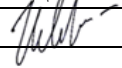
2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 14 грудня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи
Розроблений сайт «Віртуальна поліграфічна лабораторія для дистанційного навчання» і
прототип 1 сайту для порівняння
Вид сайту: Віртуальна лабораторія, тип видання: електронне видання (WEB-сайт);
Призначення: виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Теорія ростування»

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі
Аналітичний огляд досягнень у розробці та застосуванні ВЕБ-видань, аналіз методів та
засобів реалізації ВЕБ-ресурсу, порівняльний аналіз як метод дослідження, розробка
методики і реалізація UX дослідження, юзабіліті-тестування, проведення практичного
аналізу розробки, реалізація отриманих результатів дослідження, оцінка результатів
науково-дослідної роботи, розрахунок економічної ефективності результатів науково-
дослідної роботи; Економічна частина; Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних
ілюстрацій
Порівняльна характеристика сучасних веб-технологій, СУБД, середовищ розробки;
структура сайту; ER-діаграма бази даних; головна сторінка сайту; оціночно-бальна
система за всіма параметрами; результати анкетування; кошторис витрат на розробку
НДР; Висновки.

6 Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п. 1)

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Основна частина	Левикін І.В..		
Економічна частина	проф. Полозова Т.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний огляд досягнень у розробці та застосуванні WEB-видань	01.11.2022	
2	Мета та завдання атестаційної роботи	04.11.2022	
3	Аналіз методів та засобів реалізації WEB-ресурсу	11.11.2022	
4	Порівняльний аналіз як метод дослідження	15.11.2022	
5	Розробка методики і реалізація UX-дослідження	17.11.2022	
6	Реалізація отриманих результатів дослідження	20.11.2022	
7	Економічна частина	23.11.2022	
8	Оформлення пояснювальної записки	01.12.2022	
9	Оформлення графічної частини	06.12.2022	

Дата видачі завдання 31 жовтня 2022 р.

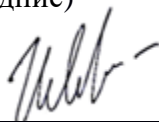
Студент



Богданов Д.О.

(підпис)

Керівник роботи



проф. Левикін І.В.
(посада, прізвище, ініціали)

(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 67 с., 7 рис., 15 табл., 8 дод., 35 джерел.

ВІРТУАЛЬНА ЛАБОРАТОРІЯ, WEB-ВИДАННЯ, ЕКСПЕРИМЕНТ, ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ, UX-ДОСЛІДЖЕННЯ, ОПИТУВАННЯ, АНАЛІЗ РОЗРОБКИ, ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ НДР.

Метою кваліфікаційної роботи є проведення науково-дослідної роботи і аналіз у розробленого сайту за допомогою відповідних методик з метою його оптимізації.

Об'єкт дослідження: розроблений сайт «Віртуальна поліграфічна лабораторія для дистанційного навчання»

Основним завданням при виконанні роботи було дослідження, виявлення недоліків та розробка удосконаленого сайту «Віртуальна поліграфічна лабораторія для дистанційного навчання».

В процесі виконання роботи проведено аналіз спеціальної науково-технічної літератури, проведено аналіз аналогічних сайтів, визначено мету та завдання дослідження, проаналізовано методи та засоби реалізації WEB-ресурсу, проведено порівняльний аналіз між віртуальною та реальною лабораторіями. Проведені А/В тестування та E-mail опитування як методи дослідження, визначено економічну ефективність НДР.

Результат виконання роботи: проведена НДР, яка дала можливість виявити слабкі місця в UX дизайні, виправити їх та отримати суттєвий результат – вдосконалений сайт «Віртуальна поліграфічна лабораторія для дистанційного навчання», котрий можна впровадити в учбовий процес.

ABSTRACT

Explanatory note: 67 p., 7 pic., 15 tabl., 8 app., 35 sources.

VIRTUAL LABORATORY, WEB-PUBLICATION, EXPERIMENT, COMPARATIVE ANALYSIS, UX-RESEARCH, SURVEY, DEVELOPMENT ANALYSIS, GDR DEVELOPMENT.

The purpose of the qualification work is to conduct research and analysis of the developed site in order to optimize it using appropriate techniques.

Object of study: the site "Virtual printing laboratory for distance learning" was developed.

The main task in the performance of the work was the research and development of a virtual printing laboratory for distance learning.

During the development, the target audience was determined and an analysis of similar sites was carried out. The goals and objectives of the study are defined, the methods and means of implementing the WEB-resource are analyzed, and a comparative analysis of virtual and real laboratories is carried out. Conducted A / B testing and E-mail survey as research methods, conducted research and determined economic efficiency.

The result of the work: research was carried out, which made it possible to identify weaknesses in UX design, correct them and get a significant result - improvements to the site "Virtual printing laboratory for distance learning", which can be implemented in the educational process.

ЗМІСТ

С.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ДОСЯГНЕНЬ У РОЗРОБЦІ ТА ЗАСТОСУВАННІ WEB-ВИДАНЬ.....	9
1.1 Актуальні тенденції у розвитку інтерактивних навчальних видань.....	9
1.2 Дистанційні платформи для навчання в Україні.....	11
1.3 Аналіз аналогів інтерактивних навчальних комплексів.....	14
1.4 Віртуальна лабораторія як складова сучасного експерименту.....	17
1.5 Висновки до розділу.....	20
2 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ РОБОТИ.....	22
2.1 Актуальність розробки.....	22
2.2 Мета та завдання дослідження.....	23
2.3 Опис предметної області.....	23
3 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ РЕАЛІЗАЦІЇ WEB-РЕСУРСУ	25
3.1 Обґрунтування вибору інструментальних засобів.....	25
3.1.1 Порівняльна характеристика сучасних веб-технологій.....	26
3.1.2 Обґрунтування вибору СУБД.....	26
3.1.3 Порівняльна характеристика середовищ розробки.....	27
3.1.4 Обґрунтування вибору технології розробки	28
3.2 Ієрархія ролей.....	30
3.3 Розмежування доступу користувачів до розділів навчального комплексу .	31
3.4 Особливості проектування бази даних.....	32
3.5 Висновки до розділу.....	35
4 ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЯК МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ.....	36
4.1 Основні поняття, сутність методу.....	36
4.2 Порівняльний аналіз віртуальної і реальної лабораторій	37
4.3 Висновки до розділу.....	40
5 РОЗРОБКА МЕТОДИКИ І ПРОВЕДЕННЯ UX-ДОСЛІДЖЕННЯ	41
5.1 Мета і методи UX-дослідження.....	41
5.2 А/В-тестування як метод UX-дослідження.....	41

5.3 Організація роботи робочої групи.....	42
5.4 UX-дослідження методом Email-опитування	44
5.5 Висновки до розділу	46
6 РЕАЛІЗАЦІЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	47
6.1 Проведення практичного аналізу розробки.....	47
6.2 Планування наступних заходів для удосконалення веб-ресурсу	50
7 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	53
7.1 Характеристика науково-дослідної роботи.....	53
7.2 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата.....	54
7.3 Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР	56
7.4 Оцінка результатів науково-дослідної роботи.....	60
7.5 Визначення економічної ефективності результатів НДР.....	61
7.6 Висновок.....	62
ВИСНОВОК.....	63
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	65
ДОДАТОК А Структура сайту	68
ДОДАТОК Б База даних.....	69
ДОДАТОК В Головна сторінка	70
ДОДАТОК Г Лабораторія	71
ДОДАТОК Д Код для сторінки реєстрації	72
ДОДАТОК Е Код для сторінки входу.....	73
ДОДАТОК Ж CSS код для стилізації сторінки входу та реєстрації.....	74
ДОДАТОК З Контролер Account, на який приходять запити	75

ВСТУП

У зв'язку зі швидким зростанням можливостей сучасних технічних засобів, телекомунікаційних та інформаційних технологій відбуваються суттєві зміни форм освіти в Україні і в усьому світі. Вирішення нових завдань, поставлених перед системою освіти України процесами державотворення, кардинальними змінами в суспільно-політичному житті суспільства, вимагає вироблення адекватної інноваційної структури системи освіти, що стає передумовою самореалізації особистості, сприяє підвищенню рівня конкурентоспроможності робочої сили та оптимізації її професійно-кваліфікаційної структури. Одним із ключових чинників реалізації зазначеного принципу є розвиток дистанційного навчання. Дистанційне навчання як форма навчання, рівноправна з традиційними: очною, заочною, вечірньою та екстернатом (ст. 42 Закону України «Про вищу освіту»). Впровадження інтерактивних форм навчання - одне з найважливіших напрямків вдосконалення підготовки студентів в сучасному вузі, де викладач показує не тільки свою компетентність і ерудицію, але і вміє заохочувати студентів новими формами навчально-пізнавальної діяльності. Лабораторні заняття можуть проводитись дистанційно, з використанням відповідних моделювальних програм (емуляторів), віртуальних лабораторій; за змішаною формою.

Створення веб-сайту для навчання (виконання лабораторних робіт в онлайн-форматі) було основною частиною даного проекту. Проект надасть змогу студентам в умовах дистанційного навчання виконувати лабораторні роботи з навчальної дисципліни «Теорія ростування». Актуальність теми обумовлена тим, що прилади, які студенти використовують під час лабораторних робіт, є занадто дорогими і їх недостатньо для навчання усіх студентів. Використовуючи створені моделювальні програми усі студенти під час дистанційного навчання своєчасно і якісно будуть виконувати лабораторні роботи згідно учбового плану в онлайн-форматі.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ДОСЯГНЕНЬ У РОЗРОБЦІ ТА ЗАСТОСУВАННІ WEB-ВИДАНЬ

1.1 Актуальні тенденції у розвитку інтерактивних навчальних видань

Вирішення нових завдань, поставлених перед системою освіти України процесами державотворення, кардинальними змінами в суспільно-політичному житті суспільства, вимагає вироблення адекватної інноваційної структури системи освіти, що стає передумовою самореалізації особистості, сприяє підвищенню рівня конкурентоспроможності робочої сили та оптимізації її професійно-кваліфікаційної структури. Одним із ключових чинників реалізації зазначеного принципу є розвиток дистанційного навчання. Дистанційне навчання як форма навчання, рівноправна з традиційними: очною, заочною, вечірньою та екстернатом. Дистанційне навчання визнано одним з ключових напрямків основних культурно-освітніх програм ЮНЕСКО, за останні десятиліття воно стало глобальним явищем освітньої та інформаційної культури. Правова основа дистанційного навчання міститься вчинному Законі України «Про освіту» № 2145-VIII від 05.09.2017 (зі змінами), в Положенні про дистанційне навчання, затверджене наказом МОН від 25.04.2013 № 466 (зі змінами).

За останні роки розвиток інформаційних технологій зробив актуальною проблему модернізації системи освіти. Суть такої модернізації найбільше відбилася в концепції дистанційної освіти (ДО), яка, завдяки такому глобальному явищу як Інтернет, охоплює широкі шари суспільства та стає найважливішим фактором його розвитку. Студентам і абітурієнтам пропонується програма онлайн-навчання, як по спеціальностях, так і по окремих курсах. Учбові заклади будують процес навчання на основі комп'ютерного забезпечення. Це означає, що викладач і студент в реальності не контактують один з одним, а отримують і передають інформацію по

електронній пошті. Серед науковців немає однозначного визначення поняття «дистанційна освіта». На думку В.М. Прибилової, «дистанційна освіта» – універсальна форма навчання, що базується на використанні традиційних і нових інформаційних технологій навчання, а також на технічних засобах, що створюють для здобувача вищої освіти умови вільного вибору освітніх дисциплін та діалогового обміну з викладачем; при цьому процес навчання не залежить від розташування його учасників у просторі й часі» [8].

Одним з етапів розвитку дистанційної освіти, безсумнівно, є підвищення інтерактивності електронних матеріалів, особливо це стосується дисциплін, що мають лабораторні роботи. Необхідно створювати умови, аби студент став активним учасником навчального процесу. Аналіз сучасного стану розвитку лабораторного практикуму показує, що поступово звичайні вимірювальні прилади замінюються більш перспективними приладами нового покоління, так званими віртуальними вимірювальними приладами [9]. Доступність віртуальних приладів через комп'ютерні мережі, зокрема і мережу Internet, відкриває широкі можливості для моніторингу, збирання даних і керування віддаленими об'єктами (у тому числі за допомогою локальної мережі). Електронні навчальні курси є раціональними, тому що вони мають такі переваги:

- розширюють можливості традиційного навчання;
- роблять навчальний процес більш різноманітним;
- дозволяють підвищити ефективність самостійної роботи студентів, рівень мотивації до навчання, стимулюють розвиток їх інтелектуального потенціалу;
- автоматизують процес контролю та оцінювання здобутків учнів.

Виходячи з цього, дистанційне навчання має низку переваг у порівнянні з традиційним навчанням: передові освітні технології, доступність джерел інформації, індивідуалізація навчання, зручна система консультування, демократичні стосунки між студентом і викладачем, зручний графік та місце роботи [12].

1.2 Дистанційні платформи для навчання в Україні

В Україні триває воєнний стан у зв'язку із вторгненням РФ на територію нашої держави. Команда Міністерства освіти та науки України зібрала перелік корисних ресурсів для дорослих та дітей щодо психологічної підтримки, навчання та інформування. За ініціативи Дарії Герасимчук Офіс Президента України спільно з ЮНІСЕФ та Міністерством соціальної політики України створили чат-бот "Дитина не сама", який орієнтований на допомогу неповнолітнім дітям у складних ситуаціях воєнного часу.

Крім того, відкрита онлайн-платформа Об'єднаний Український Університет (United Ukrainian University (UUU)), може надати лінію допомоги всім закладам, щоб допомогти їм організовано використати пропозицію та налаштувати процес реєстрації та можливу адаптацію курсів [3].

Команда МОН підготувала та опублікувала 17 березня 2022 року Перелік дистанційних платформ для навчання, саморозвитку та отримання допомоги й перевіреної інформації.

1. Дистанційна школа "Атмосферна школа" надає безкоштовний доступ до курсів "Слухач" із готовими навчальними матеріалами.

2. Дистанційна школа "Оптіма" відкрила безоплатний доступ.

3. Центр дистанційної освіти "Джерело" та "Джерело Плюс".

4. Дистанційна школа "DAR" відкрила навчальну платформу для учнів 7-11 класів

5. Академія сучасної освіти "А+" створила онлайн-проект для всіх дітей України, які можуть доєднатися до занять у Zoom.

6. Команда "Jamm School" організувала дистанційну школу для учнів платформа сучасної освіти "ThinkGlobal Online" доєднує до живих уроків, надає навчальні матеріали та проводить додаткові активності для дітей.

7. Дистанційна школа "Liko Education Online" для всіх охочих відкриває безплатний доступ до навчання на платформі "Liko Education Online".

8. "Alterra School" відкриває екстернат-платформу. Користувачі зможуть отримати доступ до матеріалів і тестів.

9. Комп'ютерна академія "ШАГ" організувала безкоштовну серію онлайн-мастер-класів і тематичних зустрічей для дітей 7-14 років: безпека в інтернеті, створення та перші кроки для заробітку на NFT, розробка ігор за допомогою Construct.

10. Науково-дослідницька школа "Базис" спільно з Viber-спільнотою "Школа інфо" проводять освітню ініціативу для учнів.

11. Всеукраїнський освітній проєкт для підлітків від We benefit together – компанії, яка займається поповненням кадрового резерву у сфері ІТ із метою створення продуктів для ІТ-компаній.

12. Alterra school відкриває екстернат-платформу ALTERRA ONLINE EXTERNAT і дає доступ до матеріалів та тестів.

13. Заснований Гарвардським університетом і Масачусетським технологічним університетом у 2012 році, EdX є центром онлайн-навчання та надає послуги МВОК на відкритій безкоштовній платформі OpenEdX, пропонуючи слухачам високоякісні курси за 24 напрямками. Онлайн-курси повторюють реальні лекції, які викладаються в Гарварді, університеті Корнуелла та інших відомих навчальних закладах.

14. Більшість курсів Udacity – технічного напрямку. В окремі розділи винесено матеріали з математики, бізнесу, дизайну, інших наук (фізика, біологія). Усього Udacity пропонує близько 30 курсів, які діляться за рівнем складності: новачок, досвідчений, профі. Наразі платформа співпрацює з корпорацією «Google», фінансовим гігантом «Bank of America», соціальною мережею Facebook та іншими.

15. Проєкт Canvas Network відрізняється великою різноманітністю курсів, які проводять різні за рівнем підготовки та напрямом діяльності люди: доктори наук, менеджери, письменники. Canvas Network пропонує безоплатні, умовно безоплатні та платні курси. Умовно безоплатні передбачають

придбання додаткових навчальних матеріалів (посібників, літератури), а платні дозволяють заробити кредити в системі безперервної освіти.

16. Udeу – платформа, що пропонує освітні проекти, розподілені на 16 категорій, які викладаються практиками. Udeу також пропонує можливість організаціям створювати власні навчальні проекти для корпоративного навчання. Після закінчення курсів слухачі можуть отримати сертифікат таких відомих компаній, як Cisco Systems, Microsoft Corporation, Financial Industry Regulatory Authority та інших.

17. Prometheus – українська безоплатна платформа онлайн-освіти, яка створена у 2014 році. Серед її партнерів найкращі заклади вищої освіти країни. Prometheus надає безкоштовну можливість університетам, провідним викладачам і компаніям-лідерам публікувати та розповсюджувати курси. Успішне завершення курсу дасть змогу отримати електронний сертифікат, який підтверджуватиме здобуті знання. Курси на Prometheus доступні в мережі у будь-який час, платформа також пропонує мобільний додаток для Android та iOS.

18. OpenupEd – перша й наразі єдина загальноєвропейська МВОК-ініціатива, заснована у 2013 році Європейською комісією та Європейською асоціацією університетів дистанційного навчання (EADTU). Завдяки співпраці партнерів OpenupEd із країнами Азії та Африки за посередництвом ЮНЕСКО, на сучасному етапі студенти можуть обрати понад 200 МВОКів 13 мовами.

19. Iversity – європейський освітній онлайн-ресурс, що від 2011 року спеціалізується на проведенні інтерактивних курсів і лекцій для закладів вищої освіти, є однією з небагатьох платформ, завдяки якій за проходження онлайн-курсів студенти з усього світу можуть отримати ECTS-кредити.

20. Stanford Open Edx – платформа, що пропонує різноманітний доступ до професійного освітнього контенту від численних шкіл і університетських кафедр, а також можливість безкоштовно брати участь у онлайн-курсах, які організують викладачі Стенфордського факультету.

21. Codecademy – інтерактивна онлайн-платформа з вивчення 7 мов програмування – Python, PHP, jQuery, JavaScript, Ruby, а також описових мов

зовнішньої розмітки сторінок HTML і CSS. Сайт дозволяє кожному створювати та публікувати нові курси, використовуючи Course Creator. Codecademy також запустила iOS-додаток «Hour of Code» для тих, хто прагне вивчати програмування в ігровій формі.

22. ВУМ (Відкритий Університет Майдану) -платформа громадянської освіти. Онлайн-проект пропонує понад 30 тем для безоплатного навчання. Курси сформовані з відеолекцій, практичних завдань і контрольних запитань.

23. Освітній онлайн-ресурс ITVDN надає українцям безкоштовний доступ до таких курсів програмування: C#, TypeScript, SQL, HTML5 і CSS3, Python, Django, JavaScript.

1.3 Аналіз аналогів інтерактивних навчальних комплексів

Основними інструментами спілкування у дистанційному навчанні є: електронна пошта, форум, чат, відеоконференція, блог, технології Wi-Fi та інші. Найбільш популярними є платформи (системи) дистанційного навчання Zoom, Moodle, Microsoft Teams, Google Classroom та Google Meet Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment). Вони являють собою модульне об'єктно-орієнтоване динамічне навчальне середовище, його ще називають системою управління навчанням, курсами, віртуальним навчальним середовищем або платформою для навчання, яка надає викладачам та студентам великий набір інструментів для навчання, особливо дистанційного. Ці платформи можна використовувати для навчання здобувачів освіти, підвищення кваліфікації, бізнес-навчання, як у комп'ютерних аудиторіях, так і вдома [11].

Система Moodle призначена для онлайн-навчання студентів у мережі Інтернет. Moodle – безкоштовна та відкрита система управління навчанням, яка забезпечує комунікацію між педагогами та студентами, що реалізується у формі Інтернет-конференцій, дискусій, форумів тощо. Ця система підходить

також і для організації традиційних дистанційних курсів, а також підтримки очного навчання. Система Moodle має захищений доступ.

Zoom – це сервіс для організації онлайн-зустрічей та відеозв'язку. Популярність цього сервісу зросла з початком карантину через пандемію COVID-19. Сервіс здебільшого використовують в закладах загальної середньої освіти та закладах вищої освіти для проведення дистанційного навчання, а також для проведення вебінарів для великої кількості користувачів та спікерів.

Microsoft Teams центр для командної роботи в Office 365, вона стала найпопулярнішою платформою для спільної роботи. Це спрощений варіант систем управління навчанням, який інтегрує користувачів, вміст і засоби, необхідні команді для ефективнішої роботи. Система також дозволяє академічній групі зустрічатися, спілкуватися, працювати разом, створювати контент та обмінюватися файлами. Дана програма об'єднує все в спільному робочому середовищі, яке містить чати для обговорення, нарад, файлообмінник та корпоративні програми. Бажано обмежувати кількість учасників для того, щоб сторонні люди не заважали ефективно працювати учасникам групи. Має захищений доступ.

Google Classroom – безкоштовний веб-сервіс для обміну файлами. У даному сервісі можна робити фото та прикріплювати їх до завдань, редагувати та робити копії. Можна ділитися файлами з інших додатків, також здобувач має офлайн доступ до інформації. Викладач може онлайн слідкувати за роботою студентів, проглядати документи з якими вони працюють, які виконують завдання або, навіть, виправляють помилки. У сервісі викладач має можливість коментувати отримані роботи та виставляти оцінки, також відправляти роботу студенту на доопрацювання та після внесення правок студентом оцінити роботу повторно. Також у Google Classroom можна публікувати та коментувати розміщені оголошення. У Google Classroom викладач може надсилати листи від одного до багатьох здобувачів освіти [10].

Спілкуючись онлайн зі здобувачами освіти використовуємо Skype, створюємо групові чати, дзвінки та конференції у Viber, Telegram, WhatsApp, а також користуємося електронною поштою, тобто використовуємо усі доступні сервіси та можливості для співпраці зі студентами. Нині хмарні сервіси – це повноцінні навчальні інструменти, що дозволяють викладачу створювати власний інформаційно-освітній простір. Саме завдяки цьому і формуються взаємини між викладачами та здобувачами освіти, а сучасні цифрові технології стають важливою передумовою успішності як освітнього процесу загалом, так і дистанційного навчання зокрема [11].

Дистанційне навчання відкриває студентам доступ до нетрадиційних джерел інформації, підвищує ефективність самостійної роботи, дає зовсім нові можливості для творчості, знаходження і закріплення різних професійних навичок, а викладачам дозволяє реалізовувати принципово нові форми і методи навчання із застосуванням концептуального і математичного моделювання явищ і процесів.

В Україні існує вільне та платне прикладне програмне забезпечення (ППЗ), за допомогою якого можна проводити демонстраційні досліди, фронтальні лабораторні роботи та фізичні практикуми (віртуальні моделі зі змінними параметрами), тестування. Переваги при використанні такого роду програмного забезпечення очевидні: можливість позбавитися від похибок вимірювань, що виникають внаслідок неможливості забезпечити ідеальні умови для проведення експерименту (вимірювання малих мас, теплообмін з навколишнім середовищем, деякі параметри реальних фізичних тіл), можливість проводити досліди в умовах недостатньої матеріально-технічної забезпеченості кабінету фізики, керування такими параметрами експерименту, які неможливо змінити у реальних умовах (наприклад, час). Техніка безпеки під час роботи за комп'ютером вища, ніж при роботі з реальним обладнанням. Однак, слід пам'ятати, що модель не спроможна дати вичерпних відомостей про перебіг явища чи процесу, тому, за можливості, бажано поєднувати роботу на комп'ютером з реальними приладами.

В даний час існує величезне різноманіття Online лабораторій, які цікаві, пізнавальні, наочні і легко доступні. Можна виділити декілька типів.

1. Віртуальні лабораторії (завантажені на комп'ютер, які працюють без підключення до мережі Інтернет).

2. Online лабораторії (працюють тільки при наявності підключення до мережі Інтернет).

3. Інтернет олімпіади.

Серед віртуальних лабораторій можна виділити два підкласи.

1. Лабораторії, в яких можна збирати установки в рамках запропонованого обладнання: дана лабораторія, в якій є вже певний набір обладнання; є лабораторії, в яких вже зібрані установки, тобто, учню необхідно натиснути тільки стартову кнопку; існують лабораторії, де із запропонованого обладнання необхідно зібрати установку для виконання конкретного досвіду.

2. Лабораторії, в яких набір обладнання вибирає сам користувач: студентам пропонується перелік обладнання, з якого вони самі обирають необхідні їм прилади для проведення того чи іншого досліду [13].

1.4 Віртуальна лабораторія як складова сучасного експерименту

З'явився такий термін як «віртуальна лабораторія», який характеризує залучення інформаційних технологій в сферу навчальної діяльності. Віртуальна лабораторія (ВЛ) – це віртуальне навчальне середовище, яке дозволяє моделювати поведінку об'єктів реального світу в комп'ютерному середовищі і допомагає в оволодінні новими знаннями та вміннями. Використання віртуальної лабораторії (ВЛ) дає змогу не лише спостерігати за певним експериментом, а й безпосередньо брати в ньому участь, а це в свою чергу сприяє засвоєнню знань на більш свідомому та глибокому рівні. Розроблено велику кількість віртуальних лабораторій, які візуалізують та

спрощують сприйняття навчального матеріалу [11], допомагають більш наочно та безпечніше провести різноманітні досліди та експерименти.

ВЛ – це віртуальне програмне середовище, в якому організована можливість поводження досліджень моделей об'єктів, їх сукупностей і похідних, заданих з певною часткою деталізації щодо реальних об'єктів, в рамках певної галузі знань. Під ВЛ будемо розуміти повну заміну лабораторної установки – коли всім процесом вимірювання та обробки даних займається комп'ютер, а дослідник потрібен тільки для правильного налаштування комп'ютера [11].

Розвиток віртуального лабораторного практикуму відбувається в основному за двома напрямками – так звані віртуальні симулятори і дистанційно виконувані лабораторні роботи.

Віртуальні симулятори – це реально виконувані лабораторні роботи, під час яких визначені дані можуть бути занесені до пам'яті персонального комп'ютера та дистанційно опрацьовані на віртуально представленій комп'ютером засобі. Це так званий тренажер – інструмент, що імітує експерименти, демонстрації чи процеси. Однією з головних особливостей віртуальних симуляторів є їх інтерактивні можливості. Інтерактивне моделювання набуває все більшого значення як засіб для вивчення і розуміння складних ідей. Інтерактивні тренажери можуть бути реалізовані при поєднанні комп'ютерів, графіки з високою чіткістю та програмних засобів [9].

При виконанні віртуальної лабораторної роботи у дослідника створюється ілюзія роботи на реальному обладнанні. Причому «експериментальні» значення вимірюваних величин визначаються самостійно на реальних установках певної роботи. Ці дані заносяться та відображаються у вигляді графіків або таблиць. Використання ВЛ може відбуватись як самостійно дослідником, так і в умовах взаємодії з керівником через систему дистанційного навчання при виконанні певних завдань. Дистанційно виконувані лабораторні роботи мають принципову відмінність від віртуальних симуляторів. Якщо при виконанні лабораторної роботи за допомогою

віртуального симулятора дослідник має можливість тільки навчатися, тобто отримувати навчальну інформацію як заздалегідь відомі результати, то виконувати лабораторні роботи являють собою автоматизовану лабораторну роботу з дистанційним керуванням. Тому основним завданням при організації віртуальних робіт є автоматизація процесу вимірювання [11].

Віртуальні лабораторні роботи дають можливість отримувати реальні умови для виконання експериментальних завдань, порівнювати виміряні дані експерименту із сучасним фізичним експериментом, який проведено на дорогому науково-дослідному обладнанні, і таким чином засвоювати нові інформаційні технології. Прикладом таких віртуальних робіт є система LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) компанії National Instruments, яка дає можливість створювати вимірювальні комплекси й системи автоматизації керування на базі віртуальних приладів [8].

Переваги віртуальних лабораторій в освіті:

- віртуальні лабораторії дозволяють студентам проводити безліч експериментів, які важко провести у реальних лабораторіях через ризики;
- допомагають викладачам та студентам економити час і сили, оскільки їм не потрібно дотримуватися певного часу, щоб увійти до лабораторії або переміщатися з одного місця до іншого;
- допомагають користувачам рухатись одночасно з технологічним розвитком цифрових технологій;
- дозволяють студентам проводити практичні експерименти, пов'язані з теоретичними курсами, що допомагають їм засвоювати курси;
- дають можливість проводити експеримент неодноразово;
- онлайн-лабораторії захищають студентів та викладачів від небезпек, оскільки немає прямого контакту з токсичними, чи радіоактивними, хімічними речовинами, а також немає поводження з вибуховими пристроями чи електрикою;
- дозволяють залишатися на зв'язку з Інтернетом, що допомагає їм шукати та збирати інформацію під час експерименту;

- дозволяють студентам записувати результати в електронному вигляді та ділитися ними з іншими для обміну досвідом;
- надають викладачам можливість відстежувати та оцінювати учнів в електронному вигляді;
- віртуальні лабораторії надають повну систему управління навчанням (LMS) навколо віртуальних лабораторій, де студенти можуть використовувати різні інструменти для навчання, включаючи додаткові вебресурси, відео, анімовані демонстрації та самооцінку.

Основні недоліки віртуальної лабораторії:

- для віртуальних лабораторій потрібні комп'ютерні пристрої з високими характеристиками, щоб моделювати точні явища з повною деталізацією та створювати тривимірну віртуальну лабораторію;
- потрібні професійні програмісти з сильними навичками у різних мовах програмування. Їм також потрібна команда спеціалістів з наукового матеріалу, викладачів та спеціалістів з психології;
- один із негативних ефектів віртуальних лабораторій полягає в тому, що вони скорочують пряму взаємодію між студентами та один з одним, а також між студентами та викладачами, враховуючи, що спілкування між ними більшу частину часу здійснюється в електронно-дистанційному вигляді;
- завдяки тому, що експеримент у віртуальній лабораторії може повторюватися стільки разів, скільки необхідно, студент стає нечутливим до невдач та небезпек у реальній ситуації.

1.5 Висновки до розділу

Аналіз та вивчення наявних віртуальних лабораторій в інформаційному середовищі нам дають змогу зробити наступні висновки: віртуальні лабораторії, як наочний засіб навчання мають багато можливостей та великі перспективи для застосування в навчально-виховному процесі; віртуальні лабораторії дають змогу студентам безпосередньо брати участь у

віртуальному експерименті, змінювати його параметри, тим самим, підвищуючи їх рівень активації та інтелектуалізації навчального процесу. Зрозуміло, що віртуальні лабораторії не призначені замінити реальні лабораторії, і можуть бути ефективними для підтримки практичної складової навчального процесу. Віртуальні лабораторні роботи дають можливість отримувати реальні умови для виконання експериментальних завдань, порівнювати виміряні дані експерименту із сучасним фізичним експериментом, який проведено на дорогому науково-дослідному обладнанні. Основна цінність віртуальних лабораторій полягає в її змістовному наповненні. Прекрасна навігація, колірна палітра, швидке завантаження і висока надійність роботи віртуальних експериментів є лише допоміжними елементами отримання та освоєння знань.

2 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1 Актуальність розробки

Об'єкт дослідження: розроблений сайт «Віртуальна поліграфічна лабораторія для дистанційного навчання»

Актуальність розробки на даному етапі часу полягає в тому, що лабораторні заняття можуть проводитись дистанційно, з використанням відповідних моделювальних програм (емуляторів). В процесі роботи над проектом були обрані та обґрунтовані необхідні інструментальні засоби та технології виготовлення інтерактивних електронних видань. Розподілені ролі користувачів на адміністраторів, викладачів, студентів та сформовані обмеження прав доступу відповідно до необхідних ним функцій. Спроектвана структура бази даних для зберігання інформації о користувачах, групах, дисциплінах, що викладаються, лабораторних заняттях в межах кожної дисципліни та результатів їх виконання студентами.

Під час тестування інтерактивний навчальний комплекс був інстальований на окремий сервер та були відтворені лабораторні роботи з дисципліни «Теоретичні основи растрування». Проект надає змогу студентам в умовах дистанційного навчання виконувати лабораторні роботи з навчальної дисципліни «Теорія растрування». Актуальність теми обумовлена тим, що прилади, які студенти використовують під час лабораторних робіт, є занадто дорогими і їх недостатньо для навчання усіх студентів. Використовуючи створений моделювальний навчальний комплекс, студенти під час дистанційного навчання своєчасно і якісно зможуть виконувати лабораторні роботи у режимі онлайн згідно учбового плану.

2.2 Мета та завдання дослідження

Мета роботи: за допомогою відповідних методик провести дослідження і аналіз розробленого сайту з метою його оптимізації.

Завданням дослідження є: в процесі роботи проаналізувати існуючі технології з точки зору зручності їх використання для реалізації управління навчанням та сформулювати стек технологій, які будуть використані для реалізації інтерактивного навчального комплексу; проаналізувати існуючі методи симуляції вимірювальних приладів та обрати з них ті, що відповідають критеріям прийнятної точності імітації та зручності у реалізації; визначити переваги і недоліки віртуальних лабораторій для освіти взагалі, провести порівняльний аналіз, організувати роботу робочої групи для проведення UX-дослідження, юзабіліті-тестування, узагальнити практичний аналіз розробки, розрахувати економічну ефективність результатів НДР.

2.3 Опис предметної області

Предметна область - це матеріальна система або система, що характеризує елементи матеріального світу, інформація, що зберігається і обробляється.

Це частина реального світу, що підлягає вивченню з метою організації управління і, в кінцевому рахунку, автоматизації. Предметна область розглядається як деяка сукупність реальних об'єктів і зв'язків між ними. Кожен об'єкт володіє певним набором властивостей (атрибутів). Проектування бази даних - це впорядкований процес створення такої моделі предметної області, яка зв'язує дані, що зберігаються в базі з об'єктами предметної області, що описуються цими даними. Проектування баз даних, як правило, відіграє одну з ключових ролей у більшості проектів. Грамотно спроектована база дозволяє без особливих проблем вносити зміни, змінювати структуру системи.

Перед початком розробки необхідно мати точне уявлення про те, що ж має виконуватися в нашій системі, які користувачі в ній будуть працювати, які завдання буде вирішувати кожен користувач. На жаль, часто по відношенню до баз даних вважається, що все можна визначити потім, коли проект системи вже створено. Відсутність чітких цілей створення бази даних може звести нанівець всі зусилля розробників, і проект вийде поганим, незручним, що не відповідає ні реально модельованого об'єкту, ні завданням, які мають вирішуватися з використанням даної бази даних.

Розглянемо предметну область «Виконання лабораторної роботи». У даній галузі нас цікавить обмежений обсяг інформації - це певні відомості про студентів, викладачів, читаються «предметах» і такому ставленні між студентами, викладачами і предметами як «лабораторна робота». У зв'язку з вищесказаним виділимо наступні сутності: СТУДЕНТ, ВИКЛАДАЧ, ПРЕДМЕТ. Для цих сутностей істотні наступні ознаки (атрибути): СТУДЕНТ (ПІБ, Номер групи); ВИКЛАДАЧ (ПІБ, Посада, Кафедра); ПРЕДМЕТ (Назва, Кафедра, Лабораторні роботи, Звітність, Семестр).

Між сутностями СТУДЕНТ, ВИКЛАДАЧ і ПРЕДМЕТ існує зв'язок, який ми назвемо «проведення лабораторних робіт - вимірювання на симуляторах». Зв'язок, як і сутність, може мати атрибути. Зв'язок «проведення вимірювань на симуляторах» характеризується, наприклад атрибутами (Дата проведення, Результати вимірювань, Оцінка). Проведення аналізу предметної області в інтересах подальшого проектування бази даних є завданням, що формує єдиний погляд на відомості, які в предметної області обробляються, враховуючи не тільки їх структури, а й правила зберігання і обробки, що відбивається в виділених функціях і завданнях. Аналіз предметної області спрямований на побудову моделі інформаційної взаємодії між окремими функціями і процесами предметної області з виділенням власників і користувачів інформації.

3 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ РЕАЛІЗАЦІЇ WEB-РЕСУРСУ

3.1 Обґрунтування вибору інструментальних засобів

Для оптимального вибору засобів реалізації веб-ресурсу проведемо аналіз деяких з них: HTML5, PHP, JavaScript.

HTML – стандартизована мова розмітки документів для переглядання веб-сторінок в браузері, або ще один спосіб зберігання інформації. HTML5 - це нова відкрита платформа для створення веб-додатків, які використовують аудіо, відео, графіку, анімацію тощо. Метою розробки HTML5 є підвищення рівня підтримки мультимедійних технологій при збереженні зворотної сумісності, простоти читання коду для людей та легкості аналізу для парсерів [14].

Переваги HTML такі:

- HTML легко вивчити та використовувати;
- HTML безкоштовний;
- HTML підтримується всіма браузерами;
- HTML - це найдружніша пошукова система;
- HTML простий для редагування;
- HTML може легко інтегруватися з іншими мовами;
- HTML - це легка мова. Він має високе співвідношення сигнал / шум порівняно з іншими формами зв'язку. Також швидше завантажувати HTML-код, а це означає, що він також дуже стислий;
- HTML є базовим для всіх мов програмування;
- відображення змін миттєво;
- HTML є зручним для користувачі.

Використання HTML 5 дозволить пришвидшити завантаження сторінок на сайті, додає нові функції на сайт. Якщо будь-яка з функцій HTML5 не підтримується браузером, це не шкодить веб-сайту, оскільки HTML5 базується на HTML4, а непідтримувані елементи просто ігноруються.

Для аналізу сучасних веб-технологій було зіставлено HTML, JavaScript та PHP. Характеристики сучасних веб-технологій представлені наступною таблицею.

3.1.1 Порівняльна характеристика сучасних веб-технологій

Таблиця 3.1 – Порівняльна характеристика сучасних веб-технологій

Перелік переваг	HTML	PHP	JavaScript
Об'єктивно орієнтована	1	1	1
Проста в керуванні	1	0	0
Уважний реєстр стосовно змінних	1	0	1
Оновленість файлів на сервері	0	1	0
Підтримка фреймворків	1	1	1
Підтримка бази даних	0	1	0
Загальний коефіцієнт	4	4	3

Враховуючи вищезазначені переваги HTML5 (легкість використання, безкоштовність, простота, зручність), було прийнято рішення використати HTML як основний тег.

3.1.2 Обґрунтування вибору СУБД

База даних MySQL - одна з найвідоміших, надійних і найшвидших у всьому сімействі існуючих баз даних. Однією з причин є його політика розповсюдження - вона безкоштовна і поширюється з оригінальним текстом, інша причина полягає в тому, що MySQL є відносно швидкою базою даних. Наприклад, PostgreSQL поширюється за аналогічною ліцензією, але вона не набула такого широкого поширення. Одна з причин - помітна повільність роботи. Отже, є дві основні причини популярності MySQL: ціна та продуктивність. MySQL створений приблизно для десяти типів операційних систем. Це включає FreeBSD, OPENBSD, MACOS, OS / 2, SUNOS, WinXP та Linux [32].

Якості бази даних MySQL:

- написано на C і C ++;
- протестовано на багатьох різних компіляторах;
- працює на багатьох різних платформах;
- використовує утиліти GNU для перенесення;
- API доступний для C, C ++, Eiffel, Java, Perl, PHP, Python, Ruby;
- сервер доступний як окрема програма для роботи в мережевому середовищі клієнт-сервер. Мережева підключеність до бази даних MySQL: клієнтське програмне забезпечення може працювати в Windows або UNIX.

Для порівняння проаналізуємо дві СУБДMySQL і ORACLE. Порівняльна характеристика СУБД (5 бальна) представлена в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Порівняльна характеристика СУБД

Критерії	MySQL	ORACLE
Кількість функцій	3	5
Ціна	5	3
Гнучкість	5	4
Надійність	4	5
Технічна підтримка	4	3
Сумарний коефіцієнт	21	20

Таким чином, проаналізував якості баз даних MySQL і ORACLE, підрахував сумарний коефіцієнт критеріїв, було обрано використовувати базу даних MySQL.

3.1.3 Порівняльна характеристика середовищ розробки

Sublime Text 3 - є хорошим крос-платформним редактором. Він швидкий та багатofункціональний майже для будь-якої мови програмування. Він підтримує декілька виділень, згортання коду, макроси, проекти та багато іншого. Також можливе повноекранне редагування, що чудово виглядає на

великих моніторах. Працює на Linux, Windows та OSX. Цей редактор доступний з необмеженим пробним періодом [16].

Концептуальні переваги редактора такі:

- швидка навігація (Goto Anything);
- кілька варіантів вибору;
- розділити редагування;
- переключення між проектами на льоту (миттєве перемикання проектів);
- побудувати систему;
- можливість розширити функціональність за допомогою API плагінів;
- мультиплатформність.

Особливою цінністю програми є можливість поєднання плагінів та пакетів. Порівняльна характеристика середовищ розробки (5 бальна система) представлена в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Порівняльна характеристика середовищ розробки (5 бальна)

Критерії	Aptana Studio	PhpDesigner	Sublime Text3
Зручне використання	3	4	5
Потужність	5	5	5
Розширення	5	5	5
Дизайн	3	4	5
Швидкість	2	4	5
Мультиплатформність	5	5	5
Загальний коефіцієнт	23	27	30

На основі порівняння характеристик середовищ розробки було обрано для роботи Sublime Text 3.

3.1.4 Обґрунтування вибору технології розробки

ASP.NET MVC є багатофункціональною платформою для створення веб-додатків та API-інтерфейсів за допомогою структури проектування Model-View-Controller. Структура архітектури MVC поділяє додаток на три основні

групи компонентів: моделі, уявлення та контролери. Це дозволяє реалізувати принципи розподілу завдань.

Розподіл обов'язків дозволяє масштабувати додаток у контексті складності, тому що простіше писати код, виконувати налагодження та тестування компонента (моделі, уявлення чи контролера) з одним завданням.

Переваги MVC: Швидкий процес розробки, підтримує швидке й паралельний розвиток. З MVC один програміст може працювати над виставою, а інший може працювати над контролером для створення бізнес-логіки. Додаток, розроблений з його застосуванням, в три рази швидше, ніж додаток, розроблений з іншими шаблонами розробки. Можливість надання декількох видів. У MVC можна створювати кілька вистав. Копіювання дублікатів дуже обмежено, оскільки воно відокремлює дані і логіку від дисплея. Підтримка асинхронної технології, яка допомагає розробникам швидко розробляти завантажувано додаток. Модифікація не впливає на всю модель, тому що частина моделі не залежить від частини переглядів. Тому будь-які зміни в Моделі не будуть впливати на всю архітектуру. Недоліки MVC: Підвищена складність. Складність використання MVC з сучасним інтерфейсом користувача. Вимагається знання декількох технологій. Розробник знає код клієнтської сторони і html-код [33].

Інфраструктура ASP.NET MVC Framework реалізує шаблон MVC і забезпечує істотно поліпшений поділ відповідальності. Насправді в ASP.NET MVC впроваджено сучасний варіант MVC, який особливо добре підходить для веб-додатків. За рахунок прийняття та адаптації шаблону MVC інфраструктура ASP.NET MVC Framework складає сильну конкуренцію Ruby on Rails та аналогічним платформам, виводячи модель MVC в авангард розвитку світу .NET. Узагальнюючи досвід та найбільш рекомендовані прийоми, виявлені розробниками, які використовують інші платформи, ASP.NET MVC багато в чому перевершила навіть те, що може запропонувати Rails.

Розглянуті технології забезпечують сучасну функціональність, ефективний супровід процесів створення сайтів та їх наповнення інформаційними ресурсами.

Проаналізував усі переваги і недоліки ASP.NET, PHP та JSP, було прийнято рішення використовувати саме ASP.NET MVC Framework.

Головними перевагами вбачаємо практичність, легкість в застосуванні, ефективність, гнучкість. Результати порівняння характеристик вищеназваних технологій надані в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Порівняння характеристик технологій ASP.NET, PHP та JSP

Характеристика	PHP	JSP	ASP.NET
Багатоплатформність	+	+	-
Продуктивність	+	+/-	+/-
Простота використання	+	+/-	+/-
Наявність доступних програмних бібліотек	+	+	+
Розподіл дизайну та логіки	+/-	+/-	+
Відкритий код	+	-	-

3.2 Ієрархія ролей

Основна ідея рольової моделі контролю за доступом (Role-Based Access системи до реального поділу функцій персоналу в організації. Основними перевагами рольової моделі управління доступом є простота адміністрування та розподілення обов'язків. Ієрархія ролей набагато ближче відображала реальні бізнес процеси за допомогою побудови ієрархії. Кожна роль поряд зі своїми власними привілеями може успадковувати привілеї інших ролей. Такий підхід також істотно спрощує адміністрування системи. Модель складається з наступних сутностей: користувачі, ролі і привілеї. Інтуїтивно зрозуміло, що користувач це або людина, яка програма працює від імені користувача. Роль це вид діяльності користувача в організації, а привілеї це дозвіл на певний доступ до одного або декількох об'єктів системи [20]. Користувач може мати кілька ролей і кілька користувачів можуть належати одній ролі. Аналогічно кілька привілеїв можуть належати одній ролі і кілька ролей можуть мати одну і ту ж

привілей. Також в цій моделі присутній частково впорядкована множина – ієрархія ролей: адміністратор, викладач, студент.

3.3 Розмежування доступу користувачів до розділів навчального комплексу

Для інтерактивного навчального комплексу обрано призначення прав доступу на основі ролей. В залежності від сценарію використання навчального комплексу, було сформовано три множини функцій, необхідних для користувачів. По рівню впливу на систему ці множини функцій були асоційовані з ролями: адміністратор; викладач; студент.

Для студента доступні сторінки курсу, головна сторінка та сторінка лабораторії, де він може пройти видане йому викладачем завдання. Завдання можуть бути:

- з використанням мікроскопа (масштабування), наприклад для визначення характеристик растру;
- з симуляцією приладів, таких як денситометр чи спектрофотометр.

Вибравши один з віртуальних приладів, користувач може кликнути по досліджуваному зображенні на потрібному кольорі, після чого праворуч в області «Результат» відображається результати вимірювання. Після проходження виданого йому викладачем завдання, дані відправляються на сервер, де формується звіт по проходженню завдання. Роль адміністратора необхідна для реєстрації нових користувачів в базі даних, видалення студентів з групи / курсу/ або редагування. Для того що б користувач зайшов на сайт, він повинен бути записаний базі даних, потім зможе заходити на сайт за допомогою своєї пошти, яку адміністратор записує на певній сторінці. Для адміністратора доступні наступні сторінки: користувачі; групи; курси. У адміністратора немає доступу до курсів або перегляду статистики, яка доступна викладачу. Щоб адміністратор бачив те, що може бачити викладач, він повинен бути доданий в роль «Викладач» і в таблицю «Teachers» додати курс, яким він володіє.

А для переглядання курсу від імені студента, адміністратору можна додати в роль «Студент», після чого йому будуть доступні курси, які у нього є, але для цього його слід записати також і в таблицю «UserGroups», де додаються групи для користувача, а далі, виходячи з таблиці «GroupsCourses» йому будуть доступні курси, що є у групи, в якій він перебуває. Таким чином, було гнучко розмежовано ролі для віртуальної лабораторії. Оскільки навіть невеликий сайт з декількох сторінок, може містити складну схему навігації з великою кількістю перехресних посилань, корисно зафіксувати схему навігації в графічному вигляді.

На рис. 3.1 представлена структура сайту залежно від ролі користувача.



Рисунок 3.1 – Структура сайту

3.4 Особливості проектування бази даних

Бази даних дозволяють організувати зберігання структурованих даних будь-якого типу. Для доступу і управління даними в різних базах даних використовується універсальна мова SQL.

Невід’ємною складовою БД є система, що забезпечує весь цикл робіт від її створення до отримання даних, яка має назву система управління базами даних (СУБД). Основними функціями СУБД є створення бази даних, опрацювання даних за відповідними алгоритмами, пошук потрібних даних, забезпечення цілісності даних, захист даних і забезпечення їх таємниці.

На рисунку 3.2 зображена ER-діаграма розробленої бази даних сайту «Віртуальна поліграфічна лабораторія для дистанційного навчання».

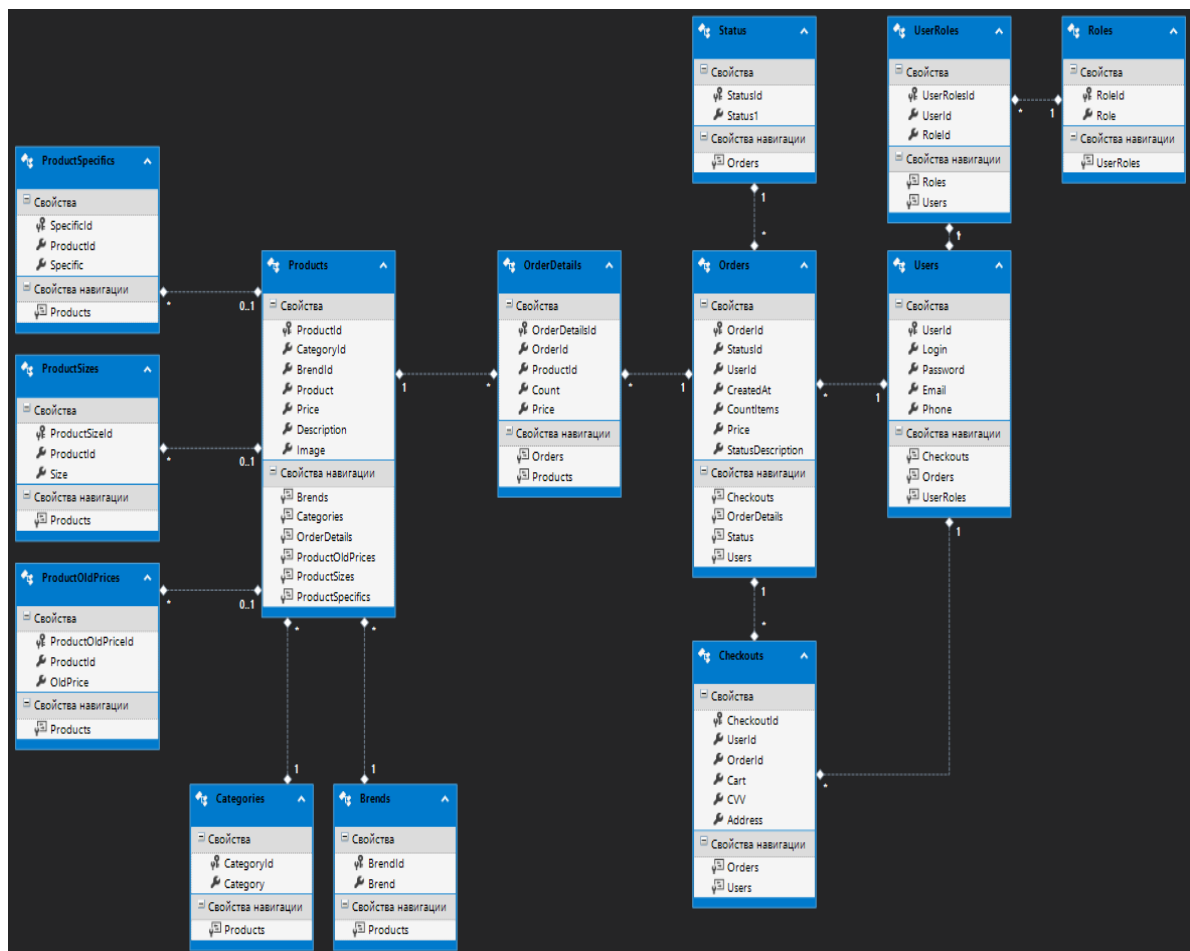


Рисунок 3.2 - ER-діаграма бази даних

Перша колонка призначена для навігації користувача по сайту, в ній містяться кнопки:

- головний;
- особистий кабінет;
- вхід на сайт / вихід;

– курси (якщо зайшов студент або викладач), показується перші чотири курси і кнопка «всі курси» – для перенаправлення користувача на сторінку йому доступних курсів; зона адміністратора (робота з базою даних).

Друга колонка – центральна. Для неї було виділено 70% ширини екрану, оскільки в ній розташовується головна інформація для користувача. Містить в собі блок навігації, яка записує вкладені сторінки і дозволяє зручно повертатися назад на сторінку, на якій був користувач до цього. Наприклад, Головна> Особистий кабінет > мої курси > TOP. Знизу від цього Третя колонка – допоміжна, для контенту. У ній містяться допоміжні інструменти, необхідні для даної сторінці, на якій знаходиться користувач. Наприклад, якщо активна сторінка з курсами, в ній буде відображатися «Майбутні події». Цей блок містить в собі завдання, які необхідно виконати незабаром. А якщо завдання вже закінчилося, або студент зазначив його як «Виконане», завдання пропадає з цього блоку. Якщо ми перейшли в зону адміністратора, то в цій колонці ми побачимо поле пошуку за таблицями, або якщо це область редагування користувачів – буде відображена кнопка «Додати».

Враховуючи правила композиції, кольорових гармоній та контрастів був розроблений дизайн сторінок (рис. 3.3) інтерактивного навчального комплексу. Обрана колірна схема не обтяжує та сприяє концентрації уваги на навчанні.

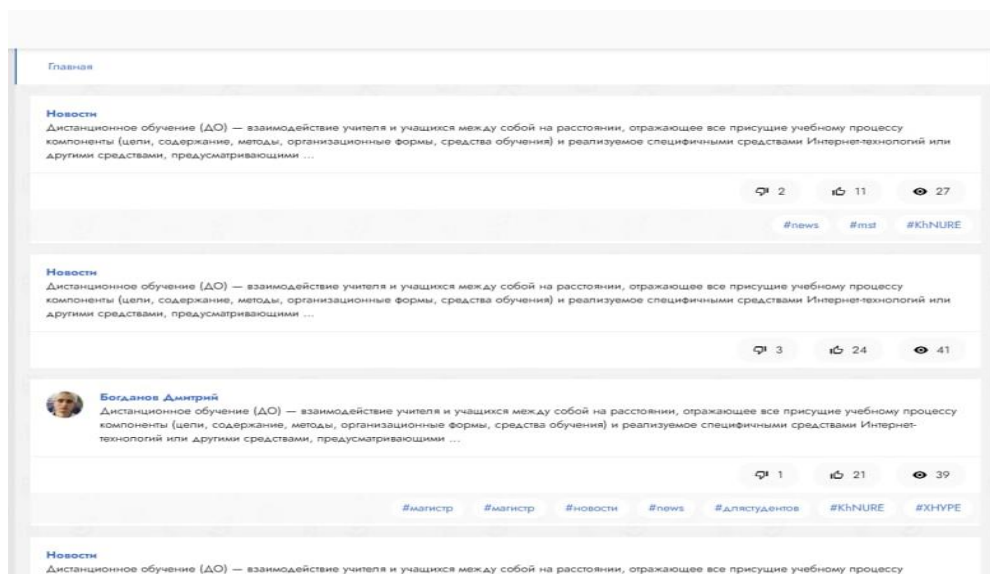


Рисунок 3.3 – Зовнішній вигляд головної сторінки сайту

3.5 Висновки до розділу

У третьому розділі проаналізовано методи та основні засоби реалізації веб ресурсу. Проведено варіантний аналіз мов програмування та середовищ програмування, а також систем управління базами даних, що використовуються при створенні Інтернет-ресурсів.

Після аналізу було вирішено розробити веб ресурс із використанням додатку ASP.NET- для розробки серверної частини сторінки, HTML5 - як основний тег та Bootstrap 3 - для проектування веб ресурсу та його адаптації на різних пристроях.

Проаналізувавши найпопулярніші бази даних для створення бази даних сайту було обрано MySQL, оскільки він безкоштовний, відносно швидкий і простий у використанні.

Sublime Text 3 був обраний середовищем розробки, адже, він достатньо швидкісний та легкий, а також сходиться з великою кількістю плагінів, які дуже полегшують та впорядковують процес розробки.

Враховуючи правила композиції, кольорових гармоній та контрастів був розроблений дизайн сторінок інтерактивного навчального комплексу. Обрана колірна схема не обтяжує та сприяє концентрації уваги на навчанні.

Для інтерактивного навчального комплексу обрано призначення прав доступу на основі ролей, було сформовано три множини функцій, необхідних для користувачів. Ці множини функцій були асоційовані з ролями: адміністратор; викладач; студент.

4 ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЯК МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ

4.1 Основні поняття, сутність методу

Формування змісту віртуальної освіти, як і в традиційній системі освіти, ґрунтується на обраній теорії організації змісту освіти та обліку відповідних принципів. Віртуальний студент по праву є головною фігурою віртуального освітнього процесу, оскільки він є головним «замовником та клієнтом» віртуальної системи освіти. Можна виділити основні відмінності та переваги віртуального студента, які концентровано відображаються у таких формулюваннях: “освіта без кордонів”, “освіта через все життя”, “освіта за меншу вартість”. З іншого боку, до віртуального студента пред'являються і специфічні вимоги у вигляді виняткової вмотивованості, дисциплінованості, здатності користуватися комп'ютерною та комунікаційною технікою тощо.

Віртуальні засоби навчання є одним із найсучасніших засобів, що використовуються для навчання, що відбувається, досвідом. Віртуальне представлення лабораторних робіт - це низка яскравих образів, що запам'ятовуються, рух - все це дозволяє побачити те, що важко уявити, спостерігати за явищем [10].

Експериментально встановлено, що при усному викладі матеріалу студент за хвилину сприймає та здатний переробити до 1 тисячі умовних одиниць інформації, а при підключенні органів зору до 100 тисяч таких одиниць. Застосування віртуальних засобів під час навчання - це потужний стимул. Вони не замінюють викладача та підручники, а створюють сучасні нові можливості для засвоєння матеріалу: підвищується наочність, розширюються можливості демонстрації дослідів, які важко або неможливо поставити в навчальному закладі.

Відмінною особливістю планової розробки має стати висока реалістичність експериментів у віртуальній лабораторії, точність проведення

вимірювань, а також унікально висока інтерактивність. У лабораторних роботах буде реалізована висока варіабельність проведення дослідів та отриманих значень, що збільшить ефективність використання віртуальної лабораторії в порівнянні з реальною лабораторією. В рамках проведення дослідження проведемо порівняльний аналіз віртуальної і реальної лабораторії.

Суть цього методу відносно проста: зіставлення окремих соціальних явищ і процесів з метою виявлення їх схожості та відмінностей. На основі виявлених подібностей робиться гаданий або достатньо обґрунтований висновок, наприклад, про їх соціальну однорідність, більш-менш аналогічний зміст, загальну спрямованість їх розвитку та інше.

Основне значення порівняльного аналізу - отримання нової інформації не тільки про властивості порівнюваних явищ і процесів, а й про їх прямих і непрямих взаємозв'язках і, можливо, про загальні тенденції їх функціонування та розвитку. Як справедливо вказують французькі дослідники М. Доган і Д. Пелассі, "хоча спочатку порівняння може бути викликане пошуком інформації, воно одночасно є ключем до пізнання. Саме це робить його одним з найбільш плідних напрямків мислення" [23].

4.2 Порівняльний аналіз віртуальної і реальної лабораторій

Для порівняльного аналізу ми маємо дві лабораторії для проведення лабораторних робіт: реальна з приборами для проведення вимірювань і віртуальна, тобто наш спроектований сайт. Як початок порівняльного аналізу проведемо сегментацію. Виділяємо три основних показника, які будуть брати участь в аналізі: витрати на утримання лабораторій, відвідуваність студентів, успішність студентів.

Дослідження напівкількісної моделі (з неявною математичною основою) є нетривіальною задачею, в яку залучаються різноманітні вміння: планувати експеримент, висувати або вибирати найбільш розумні гіпотези про зв'язок явищ, властивостей, параметрів, робити висновки на основі експериментальних

даних, формулювати завдання. Особливо важливим і доцільним є вміння вказувати межі (область, умови) застосування наукових моделей, включаючи вивчення того, які аспекти реального явища комп'ютерна модель відтворює вдало, а які виявляються за межею того, що моделюється.

Аналітичною основою процедур порівняння є метод абстрагування, який дає змогу визначати спільні властивості, окремі класи та можливі зв'язки; а також гіпотетико-дедуктивні, інтерпретативні методи, логіко-методологічні процедури екстраполяції, ідеалізації тощо.

Аналіз порівняльний є дієвим інструментом верифікації гіпотез та побудови теорій, оскільки дає змогу відрізнити загальні характеристики та фактори від унікальних [24].

Отже, розглянемо перший сегмент аналізу - витрати на перший та наступний роки роботи звичайної та віртуальної поліграфічної лабораторії.

Розрахунки надані в вигляді таблиці 4.1.

За економічними показниками (узагальнені витрати) віртуальна лабораторія найбільш економічніше чім реальна лабораторія.

Таблиця 4.1 – Орієнтовні витрати на перший рік

Витрати	Реальна лабораторія, грн	Віртуальна лабораторія, грн
Денситометри	250000	0
Спектрофотометри	50000	0
Електроенергія	1000	1000
Заробітна плата лаборанту (на рік)	110000	0
Витрати на матеріали	100000	0
Витрати створення web-додатка	0	100000
Підтримка сайту (домен, хостинг)	0	3000
Разом	511000	104000

В наступні роки роботи витрати становитимуть (таблиця 4.2).

Наступний сегмент аналізу – відвідуваність занять. Розглянемо орієнтовну відвідуваність студентів по семестрам.

Таблиця 4.2 – Орієнтовні витрати наступних років.

Витрати	Реальна лабораторія, грн	Віртуальна лабораторія, грн
Електроенергія	1000	0
Заробітна плата лаборанту (на рік)	110000	0
Витрати на матеріали	100000	0
Підтримка сайту (домен, хостинг)	0	3000
Разом	211000	3000

Таблиця 4.3 – Відвідуваність студентів

Відвідуваність студентів	Реальна лабораторія, %	Віртуальна лабораторія, %
I семестр	68	83
II семестр	52	76

I третій сегмент аналізу– успішність. Порівняємо середній бал успішності студентів по семестрам в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Успішність студентів

Середній бал студентів після закінчення	Реальна лабораторія, %	Віртуальна лабораторія, %
I семестр	7,6	9,4
II семестр	7,4	9,8

Створимо оціночно-бальну систему за всіма параметрами та зробимо розрахунок ефективності (таблиця 4.5).

Таблиця 4.5 – Оціночно-бальна система за всіма параметрами

Бали	Співвідношення	Група
Від 0 до 10	$1/x$, де $x = 100$ тис. грн	Витрати (перший рік)
	$1/x$, де $x = 100$ тис. грн.	Витрати (другий та наступні роки)
	$x/10$, де $x = \%$ відвідуваності	Відвідуваність (перший семестр)
	$x/10$, де $x = \%$ відвідуваності	Відвідуваність (другий та наступні семестри)
	$x/12*10$, де $x =$ середній бал студентів	Оцінка (перший семестр)
	$x/12*10$, де $x =$ середній бал студентів	Оцінка (другий та наступні семестри)

Проводимо відповідні розрахунки. Таким чином, отримуємо зведену таблицю балів по сегментам аналізу. Результат надано в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Зведені бали по сегментам

Бали	Реальна лабораторія	Віртуальна лабораторія
Витрати (перший рік)	0,196	0,962
Витрати (другий та наступні роки)	0,474	33,333
Відвідуваність (перший семестр)	6,800	8,300
Відвідуваність (другий та наступні семестри)	5,200	7,600
Оцінка (перший семестр)	6,333	7,833
Оцінка (другий та наступні семестри)	6,167	8,167
Загальна сума балів	25,170	66,195

4.3 Висновки до розділу

За результатами проведеного аналізу економічно найефективніша робота віртуальної лабораторії. За всіма іншими показниками (успішність, відвідуваність) віртуальна лабораторія також виграє.

Із зведеної таблиці, що створена шляхом введення бальної системи, маємо результат: віртуальна лабораторія набрала майже втричі більше балів, ніж реальна.

Загальний висновок: віртуальна лабораторія з точки зору економії та факторів навчання доцільна у порівнянні з реальною.

5 РОЗРОБКА МЕТОДИКИ І ПРОВЕДЕННЯ UX-ДОСЛІДЖЕННЯ

5.1 Мета і методи UX-дослідження

UX-дослідження або, дослідження дизайну, служить багатьом цілям у процесі проектування. Воно допомагає нам визначити та підтвердити чи спростувати наші припущення, знайти спільні риси в членах нашої цільової аудиторії, розпізнати їхні потреби, цілі та ментальні моделі. Основною метою дослідження дизайну є одухотворення процесу проектування з погляду кінцевого користувача. Саме дослідження не дає нам створити щось для себе самого, тому що метою UX є дизайн, орієнтований на кінцевого користувача. Дослідження складається з двох частин: збір даних, та їх узагальнення, яке покращить зручність та простоту використання [7].

На старті проекту дослідження дизайну зосереджено на вивченні того, що і кому взагалі від проекту потрібно, а також вивченню потреб і цілей кінцевих користувачів. Дослідники будуть проводити опитування, збирати дослідження, стежити за потенційними або поточними користувачами, а також переглядати літературу, дані чи аналітику. Потім, ітеративно, у процесі проектування, фокус дослідження зміщуватиметься у бік практичності та чуттєвості. Дослідники можуть проводити тести юзабіліті або А/Б тести, та головне, перевіряти припущення, які дозволять покращити дизайн. Проекти UX відрізняються один від одного, і ті завдання, які дослідник бере на себе, відрізнятимуться від тих, які доречні в іншій обстановці. Найбільш популярними формами дослідження є інтерв'ю, опитування та анкетування, сортування карток, юзабіліті тести, деревоподібні тести та А/Б тести.

5.2 А/В-тестування як метод UX-дослідження

А/В - тестування - це спосіб дізнатися, які дії робить користувач. Тест А/В зазвичай вибирають як відповідну форму дослідження, коли дизайнери

намагаються зробити вибір між двома конкуруючими елементами. Будь то два стилі змісту, кнопка vs посилання, або два підходи до домашнього екрану. Тест А/В передбачає випадковий показ кожного варіанта рівної кількості користувачів, а потім аналізується, який варіант краще підходить для досягнення поставленої мети. Тестування А/В особливо підходить при порівнянні переглянутого екрана з новішою версією, або при зборі даних, для доказу припущення.

А/В-тест – це порівняння двох варіантів веб сторінки. Інші варіанти назви: split testing – спліт-тестування, А/В-тестування. Спліт-тестування проводять, щоб виявити найефективніший варіант сторінки та підвищити коефіцієнт конверсії. В нашому випадку в А/В-тесті сайту бере участь:

- варіант А – сторінка без змін, «контрольний» варіант;
- варіант В – версія, як правило, з однією зміною.

5.3 Організація роботи робочої групи

Зазвичай, тестування проводять за допомогою реальних людей. Жодні автоматичні сервіси не зможуть на 100% оцінити, чи буде нашим сайтом зручно користуватися. Власними силами провести таке тестування складно, тому в рамках проведення дослідницької роботи було організовано юзабіліті-тестування. Переваги юзабіліті-тестування: ми бачимо як сайтом користуються реальні люди, а отже, не доведеться будувати здогадки та оцінювати зручність на основі лише свого досвіду. Тест допоможе знайти мінуси сайту, про які ми раніше не здогадувалися. Недоліки: власноруч провести таке тестування важко. Довелося витратити час на комплектування робочої групи.

Для виконання роботи було залучено 9 осіб, контролював процес керівник роботи, тобто робоча загальна чисельність на виконання НДР склала 10 осіб. До складу групи виконавців увійшли: керівник фокус-групи – 1 особа, керівник юзабіліті-тестування – 1 особа, учасники фокус-групи – 2 особи,

учасники юзабіліті-тестування – 2 особи, дизайнер інтерфейсів – 1 особа, спеціаліст в сфері обробки статистичних даних – 1 особа, спеціаліст для формування методики експерименту – 1 особа, керівник роботи – 1 особа.

Виділяємо етапи А/В тестування:

– вибудовується гіпотеза, що зміна одного елемента сторінки покращить показники;

– вибираються параметри для аналізу – кліки, конверсії тощо;

– підключаються метрики- системи проведення оцінки;

– проводиться тест (21 день);

– збираються та оцінюються результати.

Під час А/В-тестування експериментуємо з написами на кнопках заклику до дії, їх формою та розташуванням, щоб збільшити конверсії, аналізуємо колір фону, релевантність контенту, розташування блоків.

В результаті експерти робочої групи вимірюють, як впливає зміна одного параметра на ефективність – дочитування, час користувача на виконання завдання, використання форм зворотного зв'язку тощо.

Отже, робочою групою було проведено А/В-тестування. Вибірка експертів випадково була поділена на дві рівні групи. Для вивчення зміни ергономічності в результаті модифікації інтерфейсу користувача інформаційного сайту було використано 2 варіанти групи експертів, які не перетиналися і були ізольовані один від одного. Виміри в обох групах були проведені одночасно з метою унеможливлення впливу на результати експерименту зовнішніх факторів. Першій групі експертів демонструвався інтерфейс користувача до модифікації (варіант А - прототип 1). Другій групі експертів демонструвалася змінена версія інтерфейсу програмного продукту (варіант Б, гіпотетично більш ефективний варіант) і на основі даних з цієї вибірки експертів робилися висновки про ефективність змін. Результати А/В-тестування показали, що час, що витрачається експертами на виконання користувальницьких операцій в продукті, що вивчається, скоротився на 14 відсотків. Середня оцінка експертами зручності контрольованого варіанта користувальницького інтерфейсу склала 4,1 з 5

максимально можливих, для зміненого варіанту інтерфейсу користувача оцінка склала 4,8 з 5 максимально можливих.

Відповідно до теми даного дослідження у якості результату впровадження НДР визначено зменшення часу на досягнення мети користувача (час виконання завдання). Виходячи з того, що розроблені прототипи мають урізану функціональність форми, було вирішено отримувати час досягнення мети без урахування часу, використаного на введення текстової інформації в поля. Отримані результати тестування наведені у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Час досягнення мети користувачем

Показник	Існуючий сайт	Прототип 1
Час виконання завдання (хв.)	1,81	2,48

Підставивши відповідні значення до формули, визначимо результат від впровадження НДР у чисельному вигляді:

$$\Delta P_j = 2,48 - 1,81 = 0,67 \text{ (хв.)}$$

Існуючий сайт за результатами тестування виявився більш зручним та зрозумілим у користуванні, що дозволило скоротити час досягнення мети користувачем на 0,67 хвилини.

5.4 UX-дослідження методом Email-опитування

На етапі підведення підсумків роботи над проектом автором самостійно було проведено UX-дослідження методом Email-опитування (Email Survey).

Результати анкетування представлені у вигляді таблиці 5.2.

Анкетування потенційних користувачів по email, на відміну від збору зворотнього зв'язку, загальне та нетригерне. Email Survey стосується попередніх взаємодій із продуктом, тому оцінює лише його сприйняття аудиторією.

Таблиця 5.2 – Результати анкетування методом Email-опитування

Запитання	1	1	2	3	4	5
1. Ваша перша реакція на запропонований сайт (оцінка від 0 до 5), чол.	-	-	-	1	6	18
Процентне відношення до загальної кількості опитуємих (%)	-	-	-	4	24	72
2. Наскільки проект відповідає вашим очікуванням (оцінка від 0 до 5), чол.	-	-	2	2	7	14
Процентне відношення до загальної кількості опитуємих (%)	-	-	8	8	28	56
3. Потрібно щось змінити/додати/видалити, щоб вам було зручніше працювати на сайті(оцінка від 0 до 5), чол	11	5	3	2	2	2
Процентне відношення до заг. кількості опитуємих (%)	44	20	12	8	8	8
4. Наскільки корисним та зрозумілим вам здався проект (оцінка від 0 до 5), чол.	-	-	-	5	7	13
Процентне відношення до загальної кількості опитуємих (%)	-	-	-	20	28	52
5. Ви би користувались цим сайтом вже сьогодні (оцінка від 0 до 5), чол.	-	-	1	2	6	16
Процентне відношення до заг. кількості опитуємих (%)	-	-	4	8	24	64

Було розіслано на електронну пошту студентів (потенційних користувачів) презентацію удосконаленого сайту і анкету з 5 запитаннями. В анкетуванні брало участь 25 чоловік. Відповіді опитуваних надавались в вигляді оцінок від 0 до 5. Якщо відповідь склала «0» - це «ні», а відповідь в 5 балів – «впевнено так».

Аналіз анкетування показав, що у 72% опитуваних склалась висока оцінка від першої реакції на запропонований сайт, зовсім негативних оцінок не було. 56% опитуваних и 28% відповідно оцінили на “відмінно” та “добре” відповідність сайту своїм очікуванням. Корисним та зрозумілим виявився сайт для 56% студентів з групи. Більшість опитуваних (64% та 24%) виявили бажання користуватись запропонованим сайтом вже сьогодні, тобто цей проект корисний, зрозумілий, доступний і дуже необхідний для дистанційного навчання.

5.5 Висновки до розділу

Підсумки UX-дослідження довели, що проведення змін користувальницького інтерфейсу дає свої результати. І сайт за результатами тестування виявився більш зручним та зрозумілим у користуванні, що дозволило скоротити час досягнення мети користувачем на 0,67 хвилини.

Також, на підставі проведеного анкетування методом Email-опитування зробимо висновок, що сайт не має значних нарікань з боку користувачів і майже не потребує виправлень і доповнень, буде дуже доречним і корисним на даному етапі часу (дистанційне навчання).

6 РЕАЛІЗАЦІЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

6.1 Проведення практичного аналізу розробки

По результатам проведеного UX-дослідження детальніше розглянемо дії, які дали можливість прискорити час входу і реєстрації на сайті.

Куки (англ. Cookie) – це невеликий фрагмент даних, відправлений веб-сервером і зберігається на комп'ютері користувача. Веб-клієнт (зазвичай веб-браузер) щоразу під час спроби відкрити сторінку відповідного сайту пересилає цей фрагмент даних веб-серверу у складі HTTP-запиту. Протокол HTTP влаштований так, що при кожному оновленні сторінки браузер забуває про всі попередні дії на цьому сайті. Cookies вирішують цю проблему. Застосовується для збереження даних на стороні користувача, практично зазвичай використовується для: автентифікації користувача; зберігання персональних переваг та налаштувань користувача; відстеження стану сеансу доступу користувача; відомості статистики про користувачів [17].

Отже, користувач зробив запит у браузері, отримав відповідь та відвідав сайт. Але при цьому файли cookie не використовувалися. Коли користувач зробить інший запит і відвідає цей сайт повторно, він буде ідентифікований як новий відвідувач. Якщо зберегти cookie-запис про первинне відвідування, сайт зафіксує повторне відвідування конкретного користувача або продовження сеансу. Куки передаються наступним чином.

1. У своєму браузері вводимо URL-адресу сайту.
2. Браузер надсилає відповідний запит на сайт.
3. Браузер шукає на нашому пристрої файл cookie цього сайту.
4. Якщо cookie є, він надсилається разом з URL-адресою на сервер сайту.
5. Якщо файл не знайдено, cookie не надсилається.
6. Коли сервер сайту отримує дані cookie, він може використовувати їх.
7. У разі відсутності cookie сервер ідентифікує користувача як нового відвідувача.

Спочатку вхід на сайт (прототип 1) виглядав так – рис. 6.1. Застосувавши cookie, наш вхід на сайт (існуючий) став виглядати як на рис. 6.2.

Рисунок 6.1 Вхід на сайт – прототип 1

Рисунок 6.2 – Вхід на розроблений сайт

Аналогічні дії здійснили і з реєстрацією на сайті. Спочатку вікно реєстрації було таким – рис. 6.3. Після застосування cookie вікно реєстрації стало виглядати як на рис. 6.4.

Тобто, реєстрацію можна здійснювати за номером студентського білету, електронної пошти, або ім'я та прізвища.

Обязательно для заполнения

Имя

Фамилия

Почта

Пароль

Регистрация

Уже есть аккаунт?

Рисунок 6.3 – Вікно реєстрації на сайті - прототип 1

Обязательно для заполнения

Имя

Фамилия

Почта

Пароль

Подтверждение пароля

Если студент

Студенческий билет

Регистрация

Уже есть аккаунт?

Рисунок 6.4 – Вікно реєстрації на розробленому сайті

Застосування cookie дало можливість прискорити термін реєстрації на сайті і входу в програму на 0.67 хвилин. Технологія cookie безпечна та нешкідлива для користувача. Це не віруси чи шкідливе ПЗ, що створює дірки та вразливості в системі. Cookie корисні під час авторизації. Один раз вводимо

пару «логін-пароль», і більше їх сайт не запитає. Знижується навантаження на сервер, отже, сайти швидше відкриваються. Користувачеві також одні плюси: не потрібно щоразу вводити логін та пароль, налаштовувати сайт під себе та інше. Все швидко підвантажується із cookies.txt. Отже, кукі – це корисні текстові дані, за допомогою яких прискорюється завантаження сторінок та підвищується комфорт серфінгу в Інтернеті.

Адаптивна версія.

Сайт повинен коректно відображатись на будь-яких пристроях – це важливий принцип юзабіліті.

Адаптивним сайтом можна користуватися з будь-якого пристрою, що підвищує зручність пересування сторінками. Також з'являться очевидні вигоди:

- розробка та підтримка адаптивного сайту обходиться швидко, нескладно та недорого;

- всі сторінки сайту у разі гнучкої версії доступні за однією URL адресою, що спочатку позбавляє ряду проблем у SEO-просуванні, складному, подвійному наповненні та зручності для користувачів;

- адаптований під мобільні пристрої гаджети при завантаженні виглядає красиво, зберігає свій дизайн та структуру.

Наш сайт добре адаптований до всіх пристроїв: комп'ютер, планшет, смартфон, тому доопрацювання не потрібно.

6.2 Планування наступних заходів для удосконалення веб-ресурсу

В зв'язку з відсутністю технічних можливостей автору не вдалося провести цей запланований захід по удосконаленню сайту. Але з метою покращення роботи нашої віртуальної лабораторії рекомендується провести кешування в пам'яті ASP.NET Core.

ASP.NET Core підтримує кілька різних кешів. Найпростіший кеш заснований на `IMemoryCache`, представляє кеш, що зберігається у пам'яті веб-сервера. Оскільки ОЗП і сервіси, що працюють у пам'яті, забезпечують високі

показники швидкості обробки запитів, або IOPS (кількість операцій введення-виведення в секунду), кешування підвищує швидкість вилучення даних і скорочує витрати при роботі у великих масштабах. Щоб забезпечити аналогічний масштаб роботи за допомогою традиційних баз даних та обладнання на базі жорстких дисків, потрібні додаткові ресурси.

За допомогою кешування можна значно скоротити затримки та підвищити продуктивність операцій введення-виведення в секунду для багатьох робочих навантажень додатків з великим навантаженням на читання, наприклад, порталів для запитань та відповідей. Кешувати можна результати запитів до баз даних, обчислень, які вимогливі до ресурсів, запити до API та відповіді на них, а також веб-артефакти, наприклад файли HTML, JavaScript та зображень. При реалізації рівня кешу необхідно брати до уваги достовірність даних, що кешуються. Ефективний кеш забезпечує високу частоту попадань, тобто наявності в кеші даних, що запитуються. Промах кешу відбувається, коли даних, що запитуються в кеші немає. Для видалення з кешу неактуальних даних використовуються такі механізми, як TTL (час життя) [25].

Застосувавши кешування, ми отримуємо:

- підвищення продуктивності додатків. Оскільки пам'ять працює в рази швидше за диск (магнітний або SSD), читання даних з кешу в пам'яті проводиться вкрай швидко (за частки мілісекунди). Це значно прискорює доступ до даних та підвищує загальну продуктивність програми;

- скорочення витрат на бази даних. Один інстанс кешу може обробляти тисячі операцій введення-виводу в секунду, потенційно замінюючи кілька інстансів бази даних, що в результаті дає зниження загальних витрат;

- зниження навантаження на серверну частину. Завдяки звільненню серверної бази даних від значної частини навантаження на читання, що спрямовується на рівень пам'яті, кешування може скоротити навантаження на базу даних та захистити її від зниження продуктивності під навантаженням і навіть від збоїв при пікових навантаженнях;

– підвищення пропускної спроможності операцій читання (кількість операцій введення-виведення на секунду). Крім скорочення затримок, системи в пам'яті забезпечують набагато більшу швидкість виконання запитів (кількість операцій введення-виведення в секунду) порівняно з базами даних на диску. Один інстанс, який використовується як розподілений додатковий кеш, може обслуговувати сотні тисяч запитів за секунду;

– усунення проблемних місць у базах даних. За рахунок зберігання загальних ключів у кеші в пам'яті можна позбавитися необхідності надмірного виділення ресурсів і забезпечити швидку і передбачувану роботу системи при зверненні до затребуваних даних [25].

7 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

7.1 Характеристика науково-дослідної роботи

В економічній частині кваліфікаційної роботи обґрунтовано економічну доцільність проведення науково-дослідної роботи дослідження розробки сайту для дистанційного навчання. У роботі дослідженої проаналізовано основні принципи розробки та створення інтерактивного навчального комплексу для виконання лабораторних робіт, склад учасників, які беруть участь у розробці методики оцінювання, покращенні реінжинірингу існуючого сайту, проведений розрахунок економічної ефективності. Реалізація науково-дослідної роботи дозволяє:

- отримати результати аналізу сайтів-аналогів;
- вибрати сучасні методи створення веб-ресурсу;
- отримати оцінку і переваги користувачів віртуальної лабораторії;
- вибрати оптимальне меню для інтерфейсу віртуальної лабораторії.

Економічна ефективність проекту розраховується перед проектуванням і розробкою, у результаті чого можна спрогнозувати потенційний ефект і доцільність впровадження даного проекту на підприємстві.

Розглянуто переваги спроектованого сайту. Впроваджений сайт має максимально просту структуру й може бути розроблений мінімальною кількістю інструментальних засобів.

У процесі виконання науково-дослідної роботи був проведений огляд існуючих інструментальних засобів створення веб-додатку, проведено порівняльний аналіз середовищ розробки, СУБД, сучасних технологій для розробки веб-додатків, розглянуто методи UX-дослідження. На етапі підведення підсумків роботи над проектом проведено Email-опитування (Email Survey).

7.2 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата

Під час виконання науково-дослідної роботи був проведений огляд існуючих засобів для оцінки сайту, на основі аналізу спеціальної літератури розглянуті принципи, на яких будується тестування сайтів та принцип формування критеріїв для їх оцінки. Після чого проведено експеримент, засобами юзабіліті-тестування та на основі отриманих даних розроблено методику оцінки якості веб-сайту. У результаті оцінено ефективність розробленої методики оцінки якості сайту.

Умовно науково-дослідну роботу (НДР) можна розділити на такі етапи: підготовчий, основний і заключний.

На стадії виконання підготовчого етапу здійснено підбір критеріїв оцінки якості існуючого сайту і розроблених прототипів. Проаналізовано цільову аудиторію і проведено аналіз сайтів-аналогів.

На етапі виконання основної частини НДР були виконані такі роботи:

- оцінка якості існуючого інтерфейсу сайту, визначення його переваг і недоліків;
- розробка прототипів удосконаленого інтерфейсу існуючого сайту;
- оцінка якості розроблених прототипів;
- обробка та аналіз результатів експерименту;
- розробка методики.

У заключній частині здійснюється оцінка ефективності виконання НДР, складання звіту з НДР, захист звіту.

Одній із відповідальних частин при плануванні НДР є розрахунок трудомісткості робіт, тому що трудові витрати часто становлять основну частину вартості науково-дослідних робіт і безпосередньо впливають на строки розробки.

Для виконання роботи було залучено 9 осіб, контролював процес керівник роботи, тобто робоча загальна чисельність на виконання НДР склала 10 осіб.

До складу групи виконавців увійшли:

- керівник фокус-групи – 1 особа, заробітна плата 12000 грн/міс.;
- керівник юзабіліті-тестування – 1 особа, заробітна плата 10000 грн/міс.;
- учасники фокус-групи – 2 осіб, заробітна плата 6000 грн/міс.;
- учасники юзабіліті-тестування – 2 осіб, заробітна плата 6000 грн/міс.;
- дизайнер інтерфейсів – 1 особа, заробітна плата 14000 грн/міс.;
- спеціаліст в сфері обробки статистичних даних – 1 особа, заробітна плата 15000 грн/міс.;
- спеціаліст для формування методики експерименту – 1 особа, заробітна плата 15 000 грн/міс.;
- керівник роботи – 1 особа, заробітна плата 7 000 грн/міс.;

Проведемо розрахунок трудовитрат і заробітної плати виконавців робіт.

Середньоденна заробітна плата виконавця робіт ($Z_{\text{ср.дн.}}$) розраховується:

$$Z_{\text{ср.дн.}} = \frac{Z_{\text{ср.міс.}}}{n}, \quad (7.1)$$

де $Z_{\text{ср.міс.}}$ – середньомісячна зарплата виконавця роботи;

n – число робочих днів у місяці, ($n = 22$).

Етапи виконання НДР, перелік і зміст робіт, трудомісткість їх виконання, заробітна плата виконавців робіт представлені в табл. 7.1.

Таблиця 7.1 – Розрахунок трудовитрат і заробітної плати виконавців робіт

Перелік робіт	К-ть виконавців	Посада виконавця	Трудо-місткість робіт, люд.-днів	Середньоденна з.п., грн.	Сума заробітної плати, грн.
1	2	3	4	5	6
1. Підготовчий етап					
1.1.Розробка та затвердження ТЗ	1	Керівник роботи	1	318,18	318,18
1.2 Підготовка довідкових матеріалів та даних для виконання НДР	1	Керівник роботи	1	318,18	318,18

Продовження таблиці 7.1

1	2	3	4	5	6
2. Основний етап					
2.1 Постановка задачі	1	Керівник роботи	1	318,18	318,18
2.2 Проведення опитування (фокус-група)	1	Керівник фокус-групи	1	545,45	545,45
2.2.1 Група фокус-групи	2	Учасник фокус-групи	1	272,73	545,46
2.3 Обробка результатів фокус-групи	1	Керівник фокус-групи	1	545,45	545,45
2.4 Розробка прототипів	1	Дизайнер інтерфейсів	5	636,36	3181,8
2.5 Проведення юзабіліті-тестування	1	Керівник юзабіліті-тестування	1	454,54	454,54
2.5.1 Група юзабіліті-тестування	2	Учасники юзабіліті-тестування	1	272,73	545,46
2.6 Обробка результатів експерименту	1	Статист	2	681,82	1363,64
3. Заключний етап					
3.1 Формування рекомендацій до використання методики	1	Керівник роботи	2	318,18	636,36
3.2 Технічне оформлення звіту про виконання НДР	1	Керівник роботи	2	318,18	636,36
Всього			21		9409,05

Таким чином, сума витрат на заробітну плату в межах виконання НДР складає 9409,05 грн.

7.3 Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР

Калькуляція собівартості розраховується відповідно до існуючих нормативних актів України. До складу калькуляції входять такі статті витрат:

- матеріальні витрати;
- витрати на оплату праці;

- єдиний соціальний внесок;
- амортизація основних засобів (вартість машинного часу);
- витрати на спожиту електроенергію;
- інші витрати.

До інших витрат відносяться адміністративні витрати (водопостачання, водовідведення, опалення, освітлення) та вартість послуг зв'язку.

Матеріальні витрати визначаються витратами на матеріали, визначені їх потребою для виконання робіт, і цін, що діють на момент складання калькуляції.

Матеріальні витрати розраховуються за такою формулою:

$$M = \sum_{j=1}^n Q_j \times C_j, \quad (7.2)$$

де M – сумарні витрати на матеріали, в тому числі малоцінні предмети, що швидко зношуються (носії, папір, канцелярське приладдя тощо), або на літературу, яка необхідна для проведення роботи, тощо;

Q_j – кількість використаних одиниць j -го виду матеріалів, $j=(1 \div n)$;

C_j – ціна одиниці j -го виду матеріалів.

Розрахунок матеріальних витрат представлено в табл. 7.2.

Таблиця 7.2 – Розрахунок матеріальних витрат

Найменування	Од. вим.	Кількість, од.	Ціна, грн	Сума, грн.
Олівець механічний	уп.	2	30,00	60,00
Ручки	уп.	2	40	80,00
Папір	уп.	1	200,00	200,00
Степлер	шт.	2	25,00	50,00
Скріпки для степлеру	уп.	2	7,00	14,00
Заправка для катриджу	шт.	1	238,00	238,00
Всього				642,00

Витрати на оплату праці розраховуються, виходячи з необхідного для виконання робіт складу й кількості працівників, а також із середньомісячної заробітної плати. Відповідно до проведених розрахунків витрати на оплату праці виконавців роботи дорівнюють 9409,05 грн.

Єдиний внесок на загальнодержавне соціальне страхування (ЄСВ) – консолідований страховий внесок, збір якого здійснюється в систему загальнообов’язкового державного соціального страхування в обов’язковому порядку і на регулярній основі з метою забезпечення захисту у випадках, передбачених законодавством, прав застрахованих осіб і членів їх сімей на отримання страхових виплат (послуг) за діючими видами загальнообов’язкового державного соціального страхування.

Ставка єдиного соціального внеску складає 22 % від витрат на оплату праці, тобто розмір ЄСВ дорівнює 2069,99 грн.

Під час виконання НДР застосовувалось наступне обладнання: комп’ютер вартістю 25000 грн та принтер вартістю 4500 грн.

Вищенаведене устаткування є власністю організації виконавця, тому доцільно розрахувати суму амортизаційних відрахувань на період виконання НДР. Амортизація основних засобів розраховується за формулою:

$$AB = \sum_{k=1}^L \frac{BO_k}{TE_k} \times T, \quad (7.3)$$

$$AB = 848,63 \text{ (грн).}$$

де AB – сума амортизаційних відрахувань, нарахованих під час проведення науково-дослідної роботи;

BO_k – вартість основних засобів k -го виду;

TE_k – термін експлуатації основних засобів k -го виду, днів;

T – термін науково-дослідницької роботи, днів;

L – кількість видів обладнання.

Витрати на використану обладнанням електроенергію (B_e) розраховуються за формулою:

$$B_e = M \cdot t \cdot T_{кВт}, \quad (7.4)$$

Де M – потужність устаткування, тобто кількість енергії, споживаної за одиницю часу (кВт/година);

t – кількість годин використання устаткування за період проведення науково-дослідницької роботи;

$T_{кВт}$ – тариф, тобто вартість використання 1 кВт електроенергії.

Споживна потужність комп'ютера складає 0,5 кВт та принтера 0,8 кВт за годину. Тариф споживачів за першим класом напруги, тобто 35 кВт та більше), складає 1,7808 грн./кВтгодин (без ПДВ). Підставивши значення у формулу, визначимо величину витрат (B_e) на спожиту електроенергію:

$$B_e = 0,5 \cdot 280 \cdot 1,7808 + 0,8 \cdot 5 \cdot 1,7808 = 249,312 + 7,1 = 256,4 \text{ грн.}$$

До інших статей витрат відносяться такі:

- адміністративні витрати: (водопостачання, водовідведення, освітлення, опалення), які прийнято у розмірі 20% від витрат на оплату праці;
- вартість оплати послуг зв'язку.

Вартість оплати послуг зв'язку становитиме: Інтернет – 200 грн. на місяць (безлімітний пакет); 200 грн. за 21 день виконання НДР.

За період виконання НДР витрати на відрядження, аутсорсинг, інформаційні послуги та маркетингові заходи не мали місця.

Результати розрахунку кошторису витрат, тобто одноразових витрат на виконання НДР, наведені в таблиці 7.3.

Таким чином, кошторис витрат на виконання даної НДР відбиває сумарні витрати за статтями і складає 15307,88 грн.

Таблиця 7.3 – Кошторис витрат на розробку НДР

№ з/п	Стаття витрат	Сума, грн.
1	Заробітна плата	9409,05
2	Єдиний соціальний внесок (22,0 % від п.1)	2069,99
3	Матеріальні витрати	642
4	Амортизація основних засобів	848,63
5	Витрати на спожиту електроенергію	256,4
6	Інші витрати, у тому числі:	–
6.1	Адміністративні витрати (20,0 % від п.1)	1881,81
6.2	Вартість послуг зв'язку	200
7	Усього витрати	15307,88

7.4 Оцінка результатів науково-дослідної роботи

Результат – це наслідок послідовності дій, виконаних під час НДР, виражений якісно або кількісно. В загальному випадку оцінка результатів НДР – це визначення ефективності отриманих рішень порівняно з сучасним науково-технічним рівнем.

Відповідно до теми даного дослідження у якості результату впровадження НДР визначено зменшення часу на досягнення мети користувача (реєстрація студента в особистому кабінеті).

Результат від впровадження НДР визначається за формулою:

$$\Delta P_j = |X_{бj} - X_{нj}|, \quad (7.5)$$

де ΔP_j – покращення j -ої характеристики досліджуваного процесу за рахунок впровадження результатів НДР ($j=1, m$);

m – кількість досліджуваних характеристик;

$X_{бj}$ – базове значення j -ої характеристики;

$X_{нj}$ – нове значення j -ої характеристики після впровадження НДР.

У якості досліджуваної характеристики обрано час, використаний на досягнення мети користувачем (реєстрація студента, вхід у кабінет). Виходячи з того, що розроблені прототипи мають урізану функціональність форми, було вирішено отримувати час досягнення мети без урахування часу, використаного на введення текстової інформації в поля. Отримані результати тестування наведені у таблиці 7.4.

Таблиця 7.4 – Час досягнення мети користувачем

Показник	Існуючий сайт	Прототип 1
Час виконання завдання (хв.)	1,81	2,48

Підставивши відповідні значення до формули, визначимо результат від впровадження НДР у чисельному вигляді:

$$\Delta P_j = 2,48 - 1,81 = 0,67 \text{ (хв.)}$$

Існуючий сайт за результатами тестування виявився більш зручним та зрозумілим у користуванні, що дозволило скоротити час досягнення мети користувачем на 0,67 хвилини.

Далі проведено оцінку економічної ефективності отриманого результату виконаної науково-дослідної роботи.

7.5 Визначення економічної ефективності результатів НДР

Для визначення економічної ефективності результатів НДР необхідно порівняти витрати на розробку НДР з отриманими результатами.

Основним показником економічної ефективності науково-дослідної роботи є коефіцієнт «ефект-витрати», який розраховується за формулою:

$$K_{ев} = \frac{\Delta P_j}{B_p}, \quad (7.6)$$

де B_p – витрати (кошторисна вартість) на виконання НДР, грн;

$K_{ев}$ – коефіцієнт «ефект-витрати», який відбиває, наскільки кожна гривня витрат НДР змінює j -ту характеристику досліджуваного процесу.

Підставивши раніше визначені значення, розрахуємо чисельне значення коефіцієнту «ефект-витрати»:

$$K_{ев} = 0,67/15307,88 * 100 = 0,0044 (\%).$$

7.6 Висновок

У результаті проведених досліджень, можна зробити висновок про те, що кожна гривня витрат на розробку НДР забезпечує зниження витрат часу на реєстрацію студента в особистому кабінеті на 0,0044%.

Дана науково-дослідна робота має позитивний показник економічної ефективності. Роботу у цілому можна вважати ефективною або такою, що має науковий і технічний рівень.

ВИСНОВОК

Дистанційне навчання визнано одним з ключових напрямків основних культурно-освітніх програм ЮНЕСКО, за останні десятиліття воно стало глобальним явищем освітньої та інформаційної культури. Аналіз сучасного стану розвитку лабораторного практикуму показує, що поступово звичайні вимірювальні прилади замінюються більш перспективними приладами нового покоління, так званими віртуальними вимірювальними приладами. Віртуальні лабораторні роботи дають можливість отримувати реальні умови для виконання експериментальних завдань, порівнювати вимірні дані експерименту із сучасним фізичним експериментом, який проведено на дорогому науково-дослідному обладнанні.

Актуальність розробки на даному етапі часу полягає в тому, що лабораторні заняття можуть проводитись дистанційно, з використанням відповідних моделювальних програм (емуляторів). В процесі роботи над проектом були проаналізовані, обґрунтовані та обрані необхідні інструментальні засоби та технології виготовлення інтерактивних електронних видань; проведений аналіз спеціальної науково-технічної літератури по темі дослідження. Під час тестування інтерактивний навчальний комплекс був інстальований на окремий сервер та були відтворені лабораторні роботи з дисципліни «Теоретичні основи растрівання». Проект надасть змогу студентам в умовах дистанційного навчання виконувати лабораторні роботи з навчальної дисципліни «ТОР».

В процесі роботи над проектом було визначено переваги і недоліки віртуальних лабораторій для освіти взагалі; проведено порівняльний аналіз віртуальної та реальної лабораторій; сформована робоча група для проведення UX-дослідження, юзабіліті-тестування, узагальнені результати практичного аналізу розробки, розрахована економічна ефективність результатів НДР.

Проведено економічне обґрунтування доцільності проведення цієї науково-дослідної роботи. Дана робота має досить високий показник економічної ефективності, роботу в цілому можна враховувати ефективною або такою, що має достатній науковий та технічний рівень.

Результати показують, що віртуальна лабораторія з точки зору економії та факторів навчання доцільна у порівнянні з реальною. А результати анкетування методом Email-опитування підтверджують вищезазначене. Віртуальна поліграфічна лабораторія не має значних нарікань з боку користувачів і майже не потребує виправлень і доповнень, буде дуже доречною і корисною при дистанційному навчанні.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Закон України «Про освіту» № 2145-VIII від 05.09.2017 зі змінами.
2. Закон України «Про вищу освіту» № 1556-VII від 01.07.2014 зі змінами.
3. Дистанційні платформи. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/distancijni-platformi-dlya-navchannya-samorozvitku-ta-otrimannya-dopomogi-j-perevirenoyi-informaciyi> (дата звернення: 06.09.2022).
4. ДСТУ 7157:2010. Видання електронні. Основні види та вихідні відомості. К.: Держспоживстандарт України, 2010. 14 с.
5. Методичні вказівки з дипломного проектування для студентів для студентів спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія» освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліст / В.П. Ткаченко, В.Ф. Челомбітько, А.В. Бізюк, О.В. Вовк. Харків: ХНУРЕ, 2016. 80 с.
6. Єгорова І.М. Web-технології: методичні вказівки до практичних занять. Харків: ХНУРЕ, 2014. 84 с.
7. Роббінс Д. Web-дизайн. Довідник. «КУДИЦ-ПРЕС»: 2009. 816 с.
8. Прибилова В.М. Проблеми та переваги дистанційного навчання. URL: <https://periodicals.karazin.ua/issuesedu/article/download/> (дата звернення: 23.09.2022).
9. Клименко А.М., Стаднік В.В., Скорін Ю.І. Віртуальні прилади у вимірювальній лабораторії // Вісник НТУ «ХП». Інформатика та моделювання. 2012. № 38. С. 84-92.
10. Семеніхіна О.В., Шамоня В.Г. Віртуальні лабораторії як інструмент навчальної та наукової діяльності // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. 2011. №1(11). С. 340-346.
11. Юрченко А. Віртуальні лабораторії як актуальний засіб навчання // Фізикоматематична освіта. 2015. № 1 (4). С. 50-63.
12. Черемисіна, Е.Н., Антипов О.Е., Білов М.А. Роль віртуальної комп'ютерної лабораторії на основі технології хмарних обчислень в сучасному комп'ютерному світі // Дистанційне і віртуальне навчання. 2012 № 1. С. 53-60.

13. Чорний О.П., Родькін Д.Й. Віртуальні комплекси і тренажери – технологія якісної підготовки фахівців у галузі електромеханіки і автоматизації // Освітні технології. 2010. № 7-8. С. 23-34.
14. Хоган Б. HTML5 и CSS3. Web-розробка по стандартам нового покоління. СПб.: Пітер, 2012. 270 с.
15. Дронов В. HTML 5, CSS 3 и Web 2.0. Розробка сучасних Web-сайтів. СПб: «БХВ-Пітербург», 2011. 416 с.
16. Макфарланд Д. Велика книга CSS3: 3-є вид. СПб.: Пітер, 2014. 608 с.
17. Тренди створення сайтів 2020. While Web Production. URL: <https://whileweb.com/ru/blog/top-10-website-development-trends-2020/> (дата звернення: 06.11.2022).
18. Що таке PHP. URL: <https://www.php.net/manual/ru/intro-what-is.php#> (дата звернення: 03.10.2022).
19. Три засоба розробки веб-сайту. URL: <https://vc.ru/dev/78714-3-sposoba-razrabotki-veb-sayta> (дата звернення: 03.10.2022).
20. Девід Х. Розробка серверних веб-додатків на javascript. ДМКПрес, 2012. 146 с.
21. Кон М. Scrum: Гнучка розробка ПЗ. Київ: Діалектика, 2016. 576 с.
22. Кіт Дж. HTML5 для web-дизайнерів. М.: Манн, Іванов і Фербер, 2013. 80 с.
23. Доган М., Пелассі Д. Порівняльна політична соціологія. М.: Інститут соціально-політичних досліджень, 1994. 272 с.
24. Аналіз порівняльний. URL: <https://vue.gov.ua/Аналіз порівняльний.jpg> (дата звернення: 03.10.2022).
25. Caching. URL: <https://aws.amazon.com/ru/caching/> (дата звернення: 11.10.2022).
26. Ponimanie osnovnykh kontseptsii issledovaniy polzovatelei. URL: <https://coderlessons.com/articles/dizain/ponimanie-osnovnykh-kontseptsii-issledovaniy-polzovatelei> (дата звернення 11.10.2022).

27. Трапезон К.О., Власюк Г.Г. Технічні засоби виробництва мультимедійного контенту. Київ : КПІ ім. Сікорського, 2017. 101 с.
28. Грабченко А.І., Федорович В.О., Гаращенко Я.М. Методи наукових досліджень: навч. посібник. Х.: НТУ ХП, 2009. 142 с.
29. Бізюк А.В., Вовк О.В., Ткаченко В.П. Основи наукових досліджень: навч. посібник. Харків: ХНУРЕ. 2018. 180 с.
30. Шарко М.В., Мешкова-Кравченко Н.В., Радкевич О.М. Економіка підприємства: навч. посібник. для студ. ВНЗ. Херсон, 2014. 434 с.
31. Бабіна О.Є., Сітало А.С. Методичний підхід до ціноутворення на програмні продукти // Проблеми системного підходу в економіці. 2009. 104 с.
32. MySQL. Довідник MySQL АВ. М.: Вільямс, 2006. 521 с.
33. Леон А.Г. PHP5. Бібліотека професіонала. М.: Вільямс, 2006. 944 с.
34. Барнум К.М. Основи юзабіліті-тестування. Morgan Kaufmann, 2010. 408 с.
35. Usability Testing від А до Я. URL: <https://dou.ua/lenta/articles/usability-testing-guide/> (дата звернення 25.10.2022).