

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет комп'ютерної інженерії та управління
(повна назва)

Кафедра електронних обчислювальних машин
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Методи та алгоритми оцінки цифрової інфраструктури
закладів вищої освіти

(тема)

Виконав:

студент II курсу, групи СПМ-21-2
Лега Є.С.
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-наукова
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Системне програмування
(повна назва освітньої програми)

Керівник: проф. Фесенко Т.Г.
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри ЕОМ

(підпис)

Коваленко А.А.

(прізвище, ініціали)

2023 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ комп'ютерної інженерії та управління _____

Кафедра _____ електронних обчислювальних машин _____

Рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____

Спеціальність _____ 123 «Комп'ютерна інженерія» _____
(код і повна назва)

Тип програми _____ освітньо-наукова _____
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма _____ Системне програмування _____
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____
(підпис)

“ _____ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студенту _____ Лезі Євгенії Сергієвні _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Методи та алгоритми оцінки цифрової інфраструктури закладів вищої освіти

затверджена наказом по університету від “ 03 ” квітня 2023 р. № 318 Ст

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 17 травня 2023 р.

3. Вхідні дані до роботи 1) літературні джерела; 2) методи для оцінки цифрової інфраструктури; 3) цифрова інфраструктура підприємства для дуальної освіти.

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати у роботі _____

1) аналіз джерел по темі цифрової інфраструктури для закладів вищої освіти;

2) визначення критеріїв для оцінки;

3) вибір та обґрунтування обраних методів;

4) реалізація алгоритму для оцінки цифрової інфраструктури у закладах вищої освіти;

5) проведення апробації даного методу;

б) висновки;

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (слайдів) _____

Слайд-презентація – 21 слайд _____

6. Консультанти розділів роботи (заповнюється 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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літератури та наукових джерел	04.04.23-11.04.23	
2	Визначення критеріїв для розробки алгоритму	12.04.23 -15.04.23	
3	Вибір методу для дослідження	16.04.23-22.04.23	
	Розробка алгоритму	23.04.23-01.05.23	
	Апробація алгоритму на підприємстві	02.05.23-12.05.23	
	Оформлення матеріалів кваліфікаційної роботи	13.05.23-14.05.23	
	Подання кваліфікаційної роботи на рецензування	14.05.23-15.05.23	

Дата видачі завдання 03 квітня 2023 р.

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

проф. Фесенко Т.Г.
(посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 87 с., 4 рис., 2 дод., 54 джерел.

МЕТОД, ЦИФРОВА ІНФРАСТРУКТУРА, САЙТ, УНІВЕРСИТЕТ, МОНІТОРИНГ, ДИЗАЙН, СЕРВІС, СТРУКТУРА, КРИТЕРІЙ.

Метою кваліфікаційної роботи є розробити алгоритм для оцінки візуальної складової цифрової інфраструктури закладу вищої освіти.

У ході виконання кваліфікаційної роботи було проаналізовано існуючі методи оцінки цифрової інфраструктури університетів в цілому та окремого візуального компоненту. Були проаналізовані існуючі критерії для оцінки візуальної складової університетів. На основі результатів дослідження було удосконалено метод для моніторингу дизайну цифрової інфраструктури університету та запроваджено дані результати у європейську компанію. Даний метод допоміг у розробці освітнього компоненту на сайті компанії, що дає такі послуги.

ABSTRACT

Master's thesis: 87 pages, 4 figures, 2 appendices, 54 sources.

METHOD, DIGITAL INFRASTRUCTURE, WEBSITE, UNIVERSITY,
MONITORING, DESIGN, SERVICE, STRUCTURE, CRITERION.

The aim of this thesis is to develop or improve an existing method for assessing the visual component of the digital infrastructure of the university. During the research, existing methods for evaluating the digital infrastructure of universities as a whole and the individual visual component were analyzed. Existing criteria for assessing the visual component of universities were also examined. Based on the research results, a method for monitoring the design of the university's digital infrastructure was improved and these results were implemented in a European company. This method helped in developing the educational component of the company's website, which provides such services.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	8
ВСТУП	9
1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ	12
1.1 Цифрова інфраструктура.....	12
1.2 Цифрова інфраструктура закладів вищої освіти.....	14
1.3 Візуальна складова цифрової інфраструктури закладів вищої освіти	19
1.4 Постановка задачі.....	21
2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ТА АЛГОРИТМІВ	23
2.1 Методи оцінки візуальної складової цифрової інфраструктури.....	23
Далі кожен з методів розглянуто більш детально.	28
2.2 Критерії оцінки візуальної складової цифрової інфраструктури	31
3 АЛГОРИТМ ДЛЯ ОЦІНКИ ВІЗУАЛЬНОЇ СКЛАДОВОЇ ЦИФРОВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ	36
3.1 Уніфіковані критерій для оцінки.....	36
3.1.1 Надійність та достовірність інформації.....	37
3.1.2 Легкість використання та доступність інформації	39
3.1.3 Актуальність та своєчасність інформації	41
3.1.4 Інтерактивність та залучення користувачів	43
3.1.5 Інноваційність та технічні можливості.....	45
3.2 Загальний алгоритм оцінки візуальної складової цифрової інфраструктури закладу вищої освіти.....	48
3.3 Загальний метод оцінки візуальної складової цифрової інфраструктури закладу вищої освіти.....	52
4 АПРОБАЦІЯ АЛГОРИТМУ В РЕАЛЬНИХ УМОВАХ	54

4.1 Компанія Messingschlager GmbH & Co. KG як заклад дуальної освіти	54
4.2 Початкова точка візуальної складової цифрової інфраструктури	56
4.3 Апробація алгоритму. Оцінка цифрової інфраструктури.....	58
4.4 Аналіз проблем. Модифікація візуальної складової цифрової інфраструктури.....	62
4.5 Аналіз результатів дослідження. План подальшого розвитку	64
ВИСНОВКИ.....	67
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	69
ДОДАТОК А Графічний матеріал кваліфікаційної роботи.....	75
ДОДАТОК Б	86

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

WCAG – частина серії вказівок по веб-доступності (англ., Web Content Accessibility Guidelines)

HTTPS – розширення протоколу HTTP для підтримки шифрування з метою підвищення безпеки (англ., HyperText Transfer Protocol Secure)

ВСТУП

У сучасному світі цифрові технології займають все більше місця в різних сферах життя людини, в тому числі й у сфері освіти. Заклади вищої освіти активно впроваджують різні цифрові рішення та інфраструктуру, щоб забезпечити максимально комфортні умови навчання та розвитку своїх студентів та працівників. Через відсутність стандартів або уніфікованих критеріїв для цифрової інфраструктури у закладах вищої освіти, зараз кожна структура вирішує самостійно, яким чином її будувати цифрову інфраструктуру, іноді не враховуючи власну специфіку, користуючись існуючими методами.

Однак, для того, щоб цифрова інфраструктура була ефективною та зручною, необхідно постійно зважати на специфіку того чи іншого закладу, а також здійснювати постійний моніторинг та оцінку. Актуальність створення методів оцінки цифрової інфраструктури полягає в тому, що сучасний світ дедалі більше стає залежним від інформаційних технологій. Створення єдиного методу допоможе у формуванні реальних рейтингів закладів вищої освіти за цифровою інфраструктурою, а також допоможе закладам отримати об'єктивну картину розвитку інфраструктури. Цифрова інфраструктура університетів має бути надійною, ефективною та безперебійною, щоб забезпечити якісне здійснення освітніх та наукових процесів. Додатково, зростає значущість цифрової безпеки університетів та захисту від кібератак, адже цифрова інфраструктура закладів вищої освіти містить конфіденційну інформацію, таку як особисті дані студентів та викладачів, наукові дослідження тощо. В даній роботі найбільша увага буде приділена саме візуальній складовій цифрової інфраструктури. Адже візуальна складова – це перше, що бачать користувачі. Якісна та зручна візуальна складова дасть змогу отримати кращі показники продуктивності системи та полегшить комунікацію і документообіг всередині закладу вищої освіти. Отже,

створення ефективних методів оцінки цифрової інфраструктури університетів є важливим завданням, яке допоможе підвищити ефективність функціонування інформаційних систем та процесів закладів вищої освіти.

Об'єктом дослідження є цифрова інфраструктура закладу вищої освіти, що включає в себе різноманітні програмні рішення, акцентом є візуальна складова.

Метою дослідження є розробка методу та аналіз існуючих методів для оцінки цифрової інфраструктури закладу вищої освіти, що дозволить покращити якість надання освітніх послуг, за рахунок покращення візуальної складової та сприятиме ефективному використанню цифрових ресурсів.

Завдання дослідження полягають у аналізі літератури за даною темою, аналізі методів, що використовуються для оцінки цифрової інфраструктури, визначенні критеріїв для оцінки цифрової інфраструктури, розробці алгоритму для оцінки візуальної складової цифрової інфраструктури, визначенні вагових коефіцієнтів для кожного критерію, проведенні практичних експериментів на базі європейської компанії та аналізі результатів.

Наукова новизна даної роботи полягає в розробці методів та алгоритмів оцінки цифрової інфраструктури закладу вищої освіти, які дозволять забезпечити її ефективність та відповідність потребам користувачів. Робота зосереджується на використанні сучасних методів для оцінки і покращення цифрової інфраструктури, зокрема методів аналізу веб-метрик та тестування доступності, що дозволить забезпечити високу точність та об'єктивність отриманих результатів. Отже, робота є важливим кроком у вдосконаленні процесу оцінки та покращення цифрової інфраструктури закладів вищої освіти, що має значення для розвитку сучасної освіти та підвищення її якості.

Теоретична цінність дипломної роботи полягає у систематизації наукових підходів та методів оцінки цифрової інфраструктури закладу вищої освіти, що дозволяє досліджувати вплив цифрової інфраструктури на розвиток закладу вищої освіти та визначати її вагому роль у сучасному

освітньому просторі.

Практична цінність дипломної роботи полягає у можливості використання розроблених алгоритмів та методик оцінки цифрової інфраструктури закладу вищої освіти для підвищення її ефективності та конкурентоспроможності в умовах сучасного цифрового середовища. Отримані результати дослідження можуть бути використані для управлінських рішень у галузі розвитку цифрової інфраструктури закладів вищої освіти та підвищення якості освітніх послуг. Окрім цього алгоритми описані в даній роботі були протестовані на базі компанії, що дає можливість отримання професійної освіти. Такий алгоритм можна вважати апробованим та реалізованим у системах, що дають можливість отримати вищу освіту.

1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Цифрова інфраструктура

Цифрова інфраструктура – це комплекс інформаційних технологій, що забезпечують обмін даними та інформацією в онлайн режимі. Це може бути все, що стосується цифрового середовища, включаючи мережі передачі даних, хмарні сервіси, інтернет-провайдерів, різні програмні засоби, пристрої та обладнання. До цифрової інфраструктури відносяться всі засоби, що забезпечують доступність, збереження, обробку, збір, передачу та використання електронної інформації [1].

Серед складових цифрової інфраструктури можна виділити такі:

- комп'ютерні мережі, які включають локальні мережі, міжміські мережі та глобальну мережу Інтернет;
- хмарні технології та сервіси, що дозволяють зберігати та обробляти дані на віддалених серверах, забезпечуючи доступ до них з будь-якої точки світу;
- центри обробки даних (ЦОД), які забезпечують зберігання, обробку та передачу великих обсягів інформації;
- комп'ютерне програмне забезпечення та інструменти для розробки програмного забезпечення;
- веб-сайти, що забезпечують безперебійне користування системою;
- електронні пристрої, такі як комп'ютери, смартфони, планшети, ноутбуки та інші;
- електронні системи зберігання даних, такі як жорсткі диски, флеш-накопичувачі, карти пам'яті тощо;
- електронні системи забезпечення безпеки, такі як антивірусні програми, файрволи, системи шифрування даних тощо;
- електронні платформи та сервіси, такі як соціальні мережі, онлайн-

магазини, електронні банки тощо.

Цифрова інфраструктура є основою для розвитку електронного урядування, електронної комерції, електронної освіти, електронної медицини та інших сфер діяльності. Розвиток цифрової інфраструктури може сприяти підвищенню ефективності та прозорості в урядовому секторі, полегшити доступ до різних галузей знань та послуг, знизити витрати на обслуговування та покращити якість життя громадян [2].

Цифрова інфраструктура має велике значення для розвитку різних галузей, таких як медицина, освіта, транспорт, фінанси та інші. Вона дозволяє розробляти нові сервіси та рішення, що сприяють підвищенню ефективності та зручності надання послуг, а також забезпечують швидке та зручне доступ до інформації.

Наприклад, в медицині цифрова інфраструктура дозволяє збирати та аналізувати велику кількість даних про пацієнтів, що допомагає лікарям зробити більш точну діагностику та планувати ефективніші методи лікування. В освіті використання цифрової інфраструктури дозволяє створювати електронні навчальні матеріали, організовувати онлайн-курси та вебінари, що підвищують доступність та якість освіти [3].

У транспорті цифрова інфраструктура допомагає контролювати рух транспорту, управляти дорожнім рухом та зменшувати загрозу аварій. У фінансовій галузі використання цифрової інфраструктури дозволяє здійснювати безпечні та швидкі онлайн-транзакції, зменшує ризик шахрайства та підвищує рівень захисту фінансової інформації [4].

Проте, з розвитком цифрової інфраструктури постає ряд проблем та викликів. Одним із них є захист даних та інформації, оскільки цифрова інфраструктура може бути підвернена кібератакам та витокам даних. Тому, забезпечення кібербезпеки є однією з головних вимог до розвитку цифрової інфраструктури [5].

Іншим викликом є забезпечення доступності цифрової інфраструктури для всіх груп населення, включаючи тих, хто має обмеження в доступі до

технологій і тих, хто проживає в віддалених або недостатньо розвинутих районах. Забезпечення доступності цифрової інфраструктури для всіх може зменшити розрив у розвитку та забезпечити рівний доступ до можливостей.

Для розвитку цифрової інфраструктури необхідне планування та координація зусиль з боку держави, бізнесу та громадськості. У цьому процесі важливу роль відіграють правильно сформовані законодавчі акти та правила, що забезпечують захист прав користувачів та забезпечують кібербезпеку.

Отже, розвиток цифрової інфраструктури є важливим для забезпечення економічного зростання та підвищення конкурентоспроможності країн. Проте, необхідно пам'ятати про важливість забезпечення доступності цифрової інфраструктури для всіх груп населення, а також про захист приватності та безпеку даних користувачів.

1.2 Цифрова інфраструктура закладів вищої освіти

Цифрова інфраструктура закладів вищої освіти є важливим чинником в досягненні успіхів в навчанні та дослідженнях, а також в управлінні закладом в цілому.

Цифрова інфраструктура включає в себе комплекс технічних засобів, програмного забезпечення та інформаційних ресурсів, які забезпечують ефективну роботу закладів вищої освіти. Цифрова інфраструктура включає такі складові, як мережа зв'язку, системи зберігання та обробки даних, інформаційні ресурси для навчання та досліджень, веб-ресурси, системи відеоконференцій та інше.

Одним із ключових аспектів цифрової інфраструктури закладів вищої освіти є забезпечення доступу до інформації. Відкритість, доступність та швидкість передачі інформації є необхідністю в навчальному процесі та науковій діяльності. Цифрова інфраструктура дозволяє швидко та ефективно отримувати необхідну інформацію з будь-якого місця світу, проводити

навчання та дослідження дистанційно.

Другим важливим аспектом є автоматизація процесів адміністрування університету. Цифрові технології дозволяють забезпечити ефективну роботу адміністративних служб, зменшити витрати часу та коштів на рутинні операції, забезпечити безпеку даних та зменшити кількість помилок.

Третім аспектом є покращення комунікаційного процесу між всіма учасниками спільноти закладу вищої освіти. Цифрова інфраструктура забезпечує зручний та ефективний обмін інформацією між студентами, викладачами та адміністрацією. Завдяки цифровим платформам та інструментам, які дозволяють швидко та зручно комунікувати, студенти можуть легко зв'язатися з викладачами щодо консультацій, питань з навчання тощо. Викладачі в свою чергу можуть вести дистанційні консультації, спілкуватися зі студентами щодо роботи та контролювати їх успішність, адміністрація може повідомляти студентів про різноманітні події та новини університету. Крім того, цифрова інфраструктура дозволяє забезпечити високу якість навчання та досліджень завдяки доступу до великої кількості електронних ресурсів, які допомагають студентам та викладачам у підготовці до занять та проведенні наукових досліджень [6-7].

Цифрова інфраструктура охоплює широкий спектр технологій, програм та сервісів, що використовуються в закладах вищої освіти. Завдяки цим технологіям відбувається збільшення доступності навчання, покращення якості освіти та зручність для студентів і викладачів.

Однак, використання цифрової інфраструктури також має свої виклики та загрози. Наприклад, це можуть бути проблеми з безпекою інформації, такі як витік даних, хакерські атаки та інші. Тому, для успішного використання цифрової інфраструктури закладів вищої освіти, необхідно відповідне фінансування та технічна підтримка, а також захист конфіденційної інформації, яка зберігається на цифрових пристроях та передається через мережу Інтернет [8].

Дослідження показують, що цифрова інфраструктура може забезпечити

більш ефективну організацію процесу навчання та покращити результативність освіти. Цифрові технології можуть допомогти студентам отримати доступ до нових знань та навичок, покращити співпрацю між студентами та викладачами, та забезпечити більш інтерактивне та зручне навчання [9].

Крім того, використання цифрової інфраструктури дозволяє покращити ефективність управління університетом та спростити багато адміністративних процедур, що зменшує витрати часу та коштів. Наприклад, системи електронної реєстрації студентів та електронної звітності зменшують час, необхідний для проведення цих процесів, а також уникають помилок, що можуть виникати під час ручного ведення даних. Цифрова інфраструктура може також допомогти університетам збільшити ефективність наукових досліджень та сприяти розвитку інновацій. Наприклад, використання відео конференцій та спільних облікових записів для наукових груп може значно полегшити комунікацію та співпрацю між дослідниками з різних місць [10].

У світі існують приклади успішного впровадження цифрової інфраструктури для забезпечення дистанційного навчання та досліджень в закладах вищої освіти. Наприклад, університети США активно впроваджують цифрові технології для забезпечення дистанційної освіти та досліджень. Так, Массачусетський технологічний інститут (MIT) запустив власну онлайн-платформу MIT OpenCourseWare, де доступні безкоштовні лекції та матеріали для самостійного вивчення різних предметів. У Великобританії, цифрові технології вже давно використовуються в університетах для забезпечення якісної освіти та досліджень. Наприклад, Університет Лідса (University of Leeds) створив власну онлайн-платформу, що дозволяє студентам дистанційно вивчати курси та матеріали у зручний для них час. У Японії, Національний університет Кіото (Kyoto University) впроваджує систему цифрового навчання, що дозволяє студентам та викладачам спілкуватися та проводити заняття в онлайн-форматі [11].

Цифрова інфраструктура стає все важливішою для підприємств, які надають можливість отримати дуальну освіту. Це пов'язано з тим, що у процесі дуальної освіти студенти отримують необхідний теоретичний багаж знань та практичні навички на підприємстві. За допомогою цифрової інфраструктури підприємства можуть забезпечити студентам доступ до сучасних технологій та програмного забезпечення, що використовується у сфері їх діяльності. Також, цифрові інструменти можуть допомогти забезпечити ефективну комунікацію між студентами, викладачами та працівниками підприємства.

Завдяки використанню цифрової інфраструктури студенти можуть отримати доступ до віддалених навчальних ресурсів, зокрема до онлайн-курсів та вебінарів, що дозволяє підвищити якість їх освіти. Також, за допомогою цифрових інструментів можливо проводити віртуальні тренінги та симуляції робочих ситуацій, що допомагає студентам підготуватися до реальної роботи на підприємстві [12].

Застосування цифрової інфраструктури для дистанційного навчання було особливо важливим у період пандемії COVID-19, коли багато закладів вищої освіти були змушені переходити на дистанційну форму навчання. Використання цифрових технологій дозволяє забезпечувати навчальний процес та дослідження, незважаючи на обмеження, пов'язані з пандемією.

Для успішного впровадження цифрової інфраструктури університетів необхідне відповідне фінансування та технічна підтримка. Також важливим аспектом є забезпечення кваліфікованого персоналу, який зможе ефективно використовувати цифрові технології та розуміти їхні можливості. Підсумовуючи, важливими у впровадженні є такі аспекти:

- фінансування. Для впровадження цифрової інфраструктури університетам необхідне достатнє фінансування. Це може бути як державне, так і приватне фінансування. У деяких країнах державні органи можуть забезпечувати фінансування для розвитку цифрової інфраструктури університетів через спеціальні програми;

- технічна підтримка. Для ефективного впровадження цифрової інфраструктури необхідна висока якість технічної підтримки. Університети можуть використовувати як власні ІТ-ресурси, так і послуги зовнішніх постачальників;

- кваліфікований персонал. Університети повинні мати кваліфікований персонал, який зможе використовувати цифрові технології та ефективно управляти цифровою інфраструктурою. Крім того, необхідно забезпечити навчання персоналу та студентів цифровим технологіям;

- захист інформації. Університети повинні забезпечувати захист конфіденційної інформації, яка зберігається на цифрових пристроях та передається через мережу Інтернет. Для цього можуть використовуватися різноманітні засоби захисту, такі як шифрування трафіку, захист від шкідливих програм та інші;

- система моніторингу. Для ефективного управління цифровою інфраструктурою університетів необхідна система моніторингу, яка дозволяє відстежувати роботу мережі, серверів та комп'ютерів, а також виявляти та усувати можливі проблеми. Це дозволяє забезпечити стабільну та надійну роботу цифрової інфраструктури та запобігти виникненню важливих проблем;

- навчання та підтримка користувачів. Для успішного використання цифрової інфраструктури необхідно мати кваліфіковані кадри та забезпечувати їх навчання та підтримку. Університети можуть проводити тренінги, семінари та конференції для користувачів, а також надавати технічну підтримку через спеціальні служби.

Таким чином, цифрова інфраструктура є невід'ємною частиною сучасної вищої освіти, яка дозволяє забезпечити якість та доступність освіти, підвищити ефективність управління та досліджень, а також зменшити вплив пандемії чи воєнного стану на навчальний процес [13]. Однак, для успішного впровадження цифрової інфраструктури університетів необхідно забезпечити відповідне фінансування та технічну підтримку, захист інформації, систему

моніторингу та навчання та підтримку користувачів.

1.3 Візуальна складова цифрової інфраструктури закладів вищої освіти

Візуальна складова цифрової інфраструктури є невід’ємною складовою сучасної освіти. Дослідження показують, що використання візуальних інструментів та програм може значно поліпшити якість та ефективність навчання, забезпечити більш глибоке розуміння матеріалу та сприяти активному залученню студентів до навчального процесу [14].

Основна мета візуальної складової цифрової інфраструктури полягає в тому, щоб забезпечити студентам та викладачам зручну та ефективну взаємодію з освітніми матеріалами та інформацією. Це дозволяє покращити якість навчання, зменшити час на пошук потрібної інформації та забезпечити більш швидке та ефективне засвоєння матеріалу. Крім того, візуальна складова цифрової інфраструктури може покращити співпрацю студентів та викладачів та забезпечити можливість взаємодії в режимі реального часу.

Візуальна складова цифрової інфраструктури включає в себе наступні елементи:

- графічний дизайн та інтерфейс користувача – зовнішній вигляд цифрових інтерфейсів та елементів керування. Він займається виглядом елементів, що мають відношення до відображення тексту, зображень та інших медіа-елементів на екрані;
- дизайн та інтерфейс програмного забезпечення – розміщення елементів на сторінці, кольорові схеми, взаємодія користувача з додатком;
- відео та аудіо контент – відеоуроки, лекції, аудіо-записи, відеопрезентації тощо;
- текстове наповнення – статті, новини, якість текстового контенту, тощо;
- доступність для людей з різними видами обмежень – скрінрідери, конвертація тексту в мову жестів, можливість збільшення шрифту та інші;

- інтерактивність – можливість взаємодії користувача з контентом та інші елементи [15].

Візуальна складова цифрової інфраструктури є важливим фактором для підприємств, що надають можливість отримання дуальної освіти. Це пов'язано з тим, що візуальна складова дозволяє студентам отримувати доступ до навчальних матеріалів та інформації про підприємство в електронному вигляді, що сприяє зручності та ефективності навчального процесу.

Наприклад, візуальна складова цифрової інфраструктури може містити електронні підручники, відеоуроки, вебінари та інші навчальні матеріали, які студент може вивчати в будь-який час та в будь-якому місці. Крім того, візуальна складова може включати інструменти для відстеження прогресу студентів, тестування та оцінювання знань, що сприяє збільшенню ефективності навчання.

Однак, наразі існують проблеми з візуальною складовою цифрової інфраструктури в закладах вищої освіти, такі як недостатня доступність та неадекватність інструментів для користувачів з різним рівнем технічної освіти та вмінь, а також відсутність контролю над якістю навчальних матеріалів та їх відповідністю вимогам стандартів освіти [16].

Існує кілька проблем з візуальною складовою цифрової інфраструктури закладів вищої освіти, серед яких:

- недостатня адаптивність інтерфейсів до різних розмірів екранів та пристроїв. Ця проблема може призвести до того, що користувачі не зможуть відображати контент на своїх пристроях у правильному форматі;

- недостатня доступність для користувачів з обмеженими можливостями. Багато веб-сайтів та платформ не пристосовані для людей з різними видами інвалідності, що може ускладнити їх доступ до освітніх матеріалів;

- незручний інтерфейс та складність використання. Багато студентів та викладачів вважають, що багато інструментів та платформ занадто складні у

використанні, що призводить до зниження продуктивності та збільшення часу на виконання завдань [17].

Одним з рішень проблеми може бути розробка та впровадження інструментів для контролю якості навчальних матеріалів, а також додаткової підтримки користувачів з низьким рівнем технічної освіти та навичок. Крім того, важливо забезпечити зручний та доступний інтерфейс для користувачів з різними потребами та можливостями.

Отже, візуальна складова цифрової інфраструктури є важливою частиною сучасної освіти, яка дозволяє студентам та викладачам ефективно працювати з навчальними матеріалами та забезпечує їм доступ до різноманітних онлайн ресурсів. Однак, недоліками візуальної складової цифрової інфраструктури можуть бути технічні труднощі для користувачів з низьким рівнем технічної освіти та навичок, а також можливість неправильного використання навчальних матеріалів, що може вплинути на якість освіти.

Таким чином, візуальна складова цифрової інфраструктури закладів вищої освіти має великий потенціал для поліпшення якості та ефективності освітнього процесу, але потребує уваги до проблем, пов'язаних з її використанням, та пошуку рішень для їх вирішення.

1.4 Постановка задачі

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка алгоритму для оцінки рівня візуальної складової цифрової інфраструктури закладів вищої освіти та аналіз методів моніторингу візуального контенту та дизайну для сайтів закладів вищої освіти.

Завдання полягає в розробці ефективних методів та алгоритмів, які дозволять оцінювати якість візуальної складової цифрової інфраструктури в закладах вищої освіти та компаніях, що надають можливість дуальної освіти. Вона передбачає аналіз існуючих підходів до оцінки візуальної складової

цифрової інфраструктури, визначення критеріїв оцінки якості, розробку алгоритмів та методик їх застосування, а також практичне перевірку ефективності запропонованих методів на реальних даних.

Тож для досягнення мети необхідно вирішити наступні завдання:

- провести аналіз наукових досліджень та практичних досвідів з оцінки рівня візуальної складової цифрової інфраструктури закладів вищої освіти;

- визначити ключові показники та критерії оцінки візуальної складової цифрової інфраструктури, які відображають якість та ефективність освітнього процесу;

- розробити методику оцінки рівня візуальної складової цифрової інфраструктури, яка враховуватиме якість технічної бази, наявність програмного забезпечення та підтримку користувачів;

- розробити алгоритми для проведення оцінки рівня візуальної складової цифрової інфраструктури, які будуть враховувати взаємозв'язок між різними факторами;

- провести експериментальну перевірку розроблених методів та алгоритмів на прикладі закладу, що дає можливість отримати дуальну освіту.

Результатом дослідження буде розроблення інструменту оцінки цифрової інфраструктури закладів вищої освіти, який дозволить визначати рівень розвитку цифрової інфраструктури та рекомендувати заходи для покращення її функціонування. Розроблені методи та алгоритми можуть бути використані для оцінки цифрової інфраструктури будь-яких закладів вищої освіти.

2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ТА АЛГОРИТМІВ

2.1 Методи оцінки візуальної складової цифрової інфраструктури

Цифрова інфраструктура, включаючи веб-сайти та додатки, має бути не лише функціональною, але і візуально привабливою для користувачів. Для оцінки та аналізу візуальної складової цифрової інфраструктури використовуються різноманітні методи, які допомагають виявити можливі проблеми в дизайні та покращити користувальницький досвід.

Методи моніторингу візуального дизайну цифрової інфраструктури використовуються для оцінки естетичної складової дизайну та його відповідності потребам користувачів.

Візуальна складова цифрової інфраструктури є важливим елементом в управлінні закладами вищої освіти. Для того, щоб допомогти у розумінні та оцінці якості візуальної складової цифрової інфраструктури, існують різні методи та алгоритми оцінки. Методи та алгоритми необхідні для забезпечення доступності та для використання цифрових продуктів та сервісів для широкого кола користувачів, включаючи людей з обмеженими можливостями.

На сьогоднішній день, візуальний дизайн є однією з ключових складових цифрової інфраструктури, оскільки він має великий вплив на ефективність та зручність використання цифрових продуктів. Розуміння потреб та очікувань користувачів, а також використання сучасних технологій та методів оцінки візуальної складової є важливим елементом розробки та вдосконалення цифрових продуктів.

У цілому, розробка та вдосконалення візуального дизайну цифрової інфраструктури є невід'ємною складовою процесу розробки та підтримки цифрових продуктів. Застосування сучасних методів та технологій оцінки, а також врахування потреб та очікувань користувачів, дозволяє створювати

зручні та доступні цифрові продукти для широкого кола користувачів [18].

Окрім того, важливо забезпечити доступність візуальної складової цифрової інфраструктури для людей з обмеженими можливостями, що потребують спеціальних рішень для отримання інформації та взаємодії з цифровими продуктами. Для цього використовуються спеціальні методи та стандарти оцінки, такі як WCAG, які забезпечують доступність для людей з різними видами обмежень.

WCAG 2.0 (Web Content Accessibility Guidelines) – це стандарт, який містить рекомендації щодо створення доступних цифрових продуктів, зокрема веб-сайтів, веб-додатків та інших цифрових інтерфейсів. Метод перевірки відповідності стандартам доступності, таким як WCAG 2.0, полягає в тому, щоб перевірити, чи відповідає цифровий продукт вимогам, що визначені у цьому стандарті [19].

Для того, щоб перевірити відповідність стандарту WCAG 2.0, можна використовувати різноманітні інструменти та методи, зокрема:

- автоматичні інструменти. Ці інструменти допомагають виявляти проблеми доступності автоматично, використовуючи алгоритми, що базуються на визначених правилах. Прикладами таких інструментів є Web Accessibility Evaluation Tool (WAVE), Accessibility Checker, тощо;

- перевірка вручну. Перевірка доступності вручну дозволяє протестувати цифровий продукт відповідно до вимог WCAG 2.0. Цей метод передбачає перевірку кожної сторінки чи елемента вручну, щоб впевнитися, що вони відповідають вимогам.

Нижче перелічені кілька з таких інструментів, які можна використовувати для перевірки відповідності WCAG 2.0:

- Web Accessibility Evaluation Tool (WAVE) – це безкоштовний онлайн-інструмент, який допомагає виявляти проблемні області та надає рекомендації щодо їх виправлення. WAVE може використовуватися для сканування веб-сторінок, файлів PDF та інших цифрових продуктів [20];

- Accessibility Checker – це інструмент, що входить до складу

програмного забезпечення Adobe Acrobat Pro DC, який допомагає виявляти проблеми доступності в PDF-файлах та надає рекомендації щодо їх виправлення [21];

- AChecker – це онлайн-інструмент для перевірки доступності веб-сторінок та інших цифрових продуктів на відповідність WCAG 2.0. AChecker допомагає виявляти проблеми та надає рекомендації з їх виправлення [22].;

- ARC Toolkit – це набір інструментів, які допомагають виконувати оцінку доступності веб-сторінок та інших цифрових продуктів відповідно до WCAG 2.0. ARC Toolkit надає можливість використовувати різні методи оцінки, включаючи автоматизовану перевірку та ручну перевірку [23];

- Tenon.io – це хмарний сервіс, який допомагає виконувати оцінку доступності веб-сторінок та інших цифрових продуктів відповідно до WCAG 2.0. Tenon.io використовує автоматизовану перевірку та ручну перевірку, щоб виявляти проблеми та надавати рекомендації щодо їх виправлення [24].

Для кожного інструменту важливо зрозуміти його обмеження та здатність до виявлення певних типів проблем. Також важливо знати, що автоматизовані інструменти не зможуть виявити всі можливі проблеми з доступністю та використанням, тому ручна перевірка також є важливою складовою процесу оцінки цифрових продуктів.

Після перевірки відповідності цифрового продукту вимогам WCAG 2.0 можна скласти план виправлення проблем доступності. Цей план може містити такі етапи:

- ідентифікація проблем – перелік всіх проблем, які виявлені під час перевірки;

- пріоритезація проблем – проблеми розподіляються на три категорії за ступенем важливості: висока, середня та низька;

- план дій - для кожної проблеми визначається, як саме її виправляти, хто цим займеться і до якого терміну;

- виконання плану – відповідальні особи виправляють проблеми згідно з планом;

- перевірка результатів – після виправлення проблем потрібно знову перевірити відповідність цифрового продукту стандартам доступності;
- документування – після виправлення всі проблеми та їх виправлення документуються.

Цей план дозволяє розподілити роботу між відповідальними особами та забезпечити її вчасне та якісне виконання. Також цей план дозволяє підтримувати відповідність цифрового продукту стандартам доступності на постійній основі шляхом регулярної перевірки та виправлення проблем.

Отже, метод перевірки відповідності стандартам доступності, таким як WCAG 2.0, є важливим інструментом для забезпечення доступності цифрових продуктів для всіх користувачів. Цей метод дозволяє виявляти проблемні області та надавати рекомендації щодо їх виправлення, забезпечуючи тим самим доступність для користувачів з різними формами обмежень.

Використання методу перевірки відповідності WCAG 2.0 дозволяє забезпечити доступність цифрових продуктів для широкого кола користувачів, включаючи тих, хто має обмеження у зорі, кольоровій сприйнятливості та інших обмеженнях. Такий підхід підвищує якість продукту та дозволяє залучити більше користувачів, що в свою чергу може призвести до збільшення відвідуваності та прибутку.

Ще один з методів – експертний аналіз дизайну, який використовується для оцінки дизайну з точки зору естетики, функціональності та користувальницької зручності. Експерти у цьому методі можуть бути професійними дизайнерами, розробниками програмного забезпечення та іншими фахівцями. Вони оцінюють дизайн за рядом критеріїв, таких як відповідність бренду, взаємодія з користувачем, легкість використання та інші. Метод експертного аналізу дизайну може бути використаний на будь-якому етапі розробки дизайну, від оцінки першого ескізу до аналізу готового продукту. Експерти можуть проводити аналіз як індивідуально, так і в групі, обговорюючи результати та надаючи рекомендації для поліпшення дизайну.

Оцінка дизайну з використанням експертного аналізу може допомогти виявити потенційні проблеми, що впливають на його ефективність та сприйняття користувачами. Результати аналізу можуть бути використані для поліпшення дизайну та забезпечення оптимального досвіду користувачів [25].

Інший метод – користувальницькі тести дизайну. Користувальницькі тести дизайну – це метод моніторингу візуального дизайну, що полягає у прямому тестуванні дизайну з реальними користувачами. Цей метод забезпечує можливість отримати об'єктивну оцінку дизайну з точки зору користувача. Користувальницькі тести дизайну можуть бути проведені на різних етапах створення дизайну, від концептуальної стадії до закінчення проекту. У процесі тестування користувачам запропоновані завдання, що пов'язані з взаємодією з дизайном. Під час тестування фіксується реакція користувача на дизайн, включаючи його сприйняття, зручність використання, час виконання завдання тощо. Інформація, отримана в результаті користувальницьких тестів дизайну, дозволяє виявити потенційні проблеми в дизайні та внести необхідні зміни. Крім того, цей метод надає можливість отримати корисні відгуки від користувачів, що дозволяє вдосконалювати дизайн та підвищувати його ефективність. Одним з недоліків цього методу є високі витрати на проведення тестів та часові обмеження, оскільки для отримання надійних результатів необхідно проводити тести з великою кількістю користувачів. Крім того, інтерпретація результатів тестування може бути складною, оскільки суб'єктивність сприйняття користувачів може впливати на результати. Усі ці фактори потрібно враховувати при використанні користувальницьких тестів дизайну як методу моніторингу візуального дизайну [26]. Одним з прикладів методу користувальницьких тестів дизайну є метод «А/В тестування».

«А/В тестування» – це метод моніторингу візуального дизайну, який використовується для порівняння ефективності двох або більше версій дизайну, щоб визначити, який варіант працює краще. Цей метод полягає в

тому, щоб розділити трафік між двома версіями сторінки і порівняти їх ефективність на основі встановленого показника (наприклад, конверсії).

A/B тестування можна використовувати для визначення кращого варіанту дизайну для конкретної мети, наприклад, збільшення кількості підписників на сайті, покращення рівня залучення користувачів до додатку або покращення ефективності інтерфейсу користувача.

Для проведення A/B тестування необхідно виконати наступні кроки:

- вибрати метрику для вимірювання ефективності дизайну;
- визначити два або більше варіантів дизайну для порівняння;
- розділити трафік між двома версіями дизайну;
- виміряти ефективність кожної версії на основі вибраної метрики;
- визначити кращий варіант дизайну на основі результатів тестування.

Деякі з основних переваг A/B тестування включають зменшення ризику прийняття неправильного рішення, збільшення ефективності дизайну та збільшення конверсії.

Однак, A/B тестування має деякі обмеження, такі як високі витрати на проведення, необхідність проведення на достатньо великій аудиторії та часові затримки у виконанні тестів [27].

Також існують методи моніторингу візуального дизайну, які використовують аналіз даних взаємодії користувачів з інтерфейсом. Методи моніторингу візуального дизайну, які використовують аналіз даних взаємодії користувачів з інтерфейсом, дозволяють отримувати більш об'єктивну інформацію про те, як користувачі взаємодіють з цифровою інфраструктурою. Основні методи цього типу включають:

- Heatmap;
- Clickstream аналіз;
- Eye-tracking.

Далі кожен з методів розглянуто більш детально.

Heatmap – це метод моніторингу візуального дизайну, який дозволяє отримати інформацію про те, як користувачі взаємодіють з різними

елементами інтерфейсу. Цей метод використовується для збору теплової картки взаємодії користувача з інтерфейсом, де кольори відображають частоту взаємодії користувача з певним елементом інтерфейсу. Наприклад, у випадку веб-сторінок, теплові карти можуть відображати, які області сторінки найбільше привертають увагу користувачів, які кнопки та посилання найбільше використовуються, які елементи сторінки не використовуються взагалі, тощо. Heatmap дозволяє швидко отримувати інформацію про те, як користувачі взаємодіють з інтерфейсом, а також виявляти можливі проблеми та недоліки дизайну. Цей метод може бути використаний як самостійний, так і у поєднанні з іншими методами моніторингу візуального дизайну [28].

Clickstream аналіз – це метод моніторингу візуального дизайну, що полягає в аналізі послідовності дій користувача на веб-сайті. Clickstream аналіз дає змогу отримати інформацію про те, як користувачі взаємодіють з інтерфейсом, які сторінки вони переглядають, які кнопки натискають тощо. Одним з основних застосувань clickstream аналізу є виявлення проблемних місць у дизайні веб-сайту. Цей метод дозволяє виявити сторінки, на яких користувачі зазвичай зупиняються, які елементи інтерфейсу вони не користуються, та інші подібні проблеми. Для проведення clickstream аналізу використовуються спеціальні програмні засоби, які дозволяють зібрати інформацію про послідовність дій користувача на веб-сайті. Одним з найпоширеніших інструментів для проведення clickstream аналізу є Google Analytics. Важливо пам'ятати, що для правильного використання clickstream аналізу потрібно мати велику кількість даних та знати, як правильно їх інтерпретувати. Також, дані, отримані з clickstream аналізу, повинні бути використані в поєднанні з іншими методами моніторингу візуального дизайну для отримання більш повної карти взаємодії користувачів з інтерфейсом [29].

Eye-tracking – це метод моніторингу візуального дизайну, який використовується для аналізу того, як користувачі фіксують свій погляд на

екрані комп'ютера або мобільного пристрою. Для проведення eye-tracking використовують спеціальні пристрої, які відслідковують рухи очей користувача, записуючи їх на екрані. Eye-tracking може допомогти виявити недоліки в дизайні, пов'язані зі зосередженістю користувача на конкретних елементах інтерфейсу, труднощами в знаходженні необхідної інформації або проблемами з читабельністю тексту. Застосування eye-tracking може забезпечити значний приріст у розумінні поведінки користувачів та впливів на їх рішення, що може бути важливим для проектування та оптимізації веб-сайтів, мобільних додатків та інших додатків. Однак, проведення досліджень з використанням eye-tracking може бути досить складним і вимагати певного рівня спеціалізації та кваліфікації від дослідників. Крім того, цей метод моніторингу вимагає значних витрат часу та коштів [30].

Було розглянуто декілька методів моніторингу візуального дизайну цифрової інфраструктури, які можуть бути використані для університетських веб-сайтів. Кожен з цих методів має свої переваги та обмеження, тому вибір методу залежить від конкретних потреб інституції.

Eye-tracking є одним з найбільш точних методів для аналізу взаємодії користувача з веб-сайтом, але вимагає спеціального обладнання та проведення дослідження в лабораторних умовах. Clickstream аналіз може бути корисним для збору великої кількості даних, але його результати повинні бути інтерпретовані з обережністю.

Heatmap та A/B тестування є методами, що можуть бути використані в реальному часі. Heatmap дозволяє отримати інформацію про те, як користувачі сприймають сторінки веб-сайту, тоді як A/B тестування дозволяє порівняти ефективність різних дизайнів сторінок.

Університети можуть використовувати комбінацію цих методів для моніторингу візуального дизайну своїх веб-сайтів та забезпечення максимальної ефективності їхньої роботи. Застосування цих методів дозволить встановити, як краще організувати структуру веб-сайту та визначити, як покращити його дизайн для забезпечення максимальної

зручності користування для студентів, викладачів та інших зацікавлених осіб.

Отже, для університетських веб-сайтів можна рекомендувати використання технології heatmap та A/B тестування. Ці методи дозволять оцінити ефективність візуального дизайну в реальному часі та зробити відповідні зміни для поліпшення користувацького досвіду. Heatmap надає інформацію про те, як користувачі взаємодіють з веб-сайтом, визначаючи місця, на які вони звертають увагу, і що вони клікають. Це дає змогу знайти найбільші проблемні зони веб-сайту та внести необхідні зміни для поліпшення користувацького досвіду.

A/B тестування, з іншого боку, дозволяє порівнювати ефективність різних дизайнів сторінок, робити дизайн-зміни в реальному часі та перевіряти, який з них найбільш ефективний для користувачів. Це дозволяє знайти найкращий варіант дизайну веб-сайту для максимального задоволення користувачів.

Комбінування цих методів дозволяє закладам вищої освіти забезпечити максимальну ефективність їх веб-сайтів та зробити їх зручнішими для користування для всіх зацікавлених осіб. Однак, перед використанням будь-якого методу моніторингу візуального дизайну веб-сайту, варто ретельно розглянути його переваги та обмеження, щоб вибрати найбільш підходящий метод для конкретної інституції.

2.2 Критерії оцінки візуальної складової цифрової інфраструктури

Існує багато критеріїв, за якими можна оцінювати веб-сайти. Науковці та фахівці в цій галузі надають різні переліки таких критеріїв, але основні з них включають:

- зручність користування – це критерій, що визначає, наскільки легко користувачам знаходити потрібну інформацію та взаємодіяти з веб-сайтом;
- функціональність – оцінює, наскільки вірно працює веб-сайт та які функції він надає користувачам;

- дизайн – це критерій, що визначає, наскільки привабливим та естетичним є веб-сайт, які колори та шрифти використовуються, а також якість використаних зображень та графіки;

- швидкість завантаження – оцінює, як швидко веб-сайт завантажується на комп'ютер користувача;

- пошукова оптимізація – це критерій, що визначає, наскільки добре веб-сайт оптимізований для пошукових систем, що дозволяє підвищити його рейтинг в пошукових запитах.

Сучасний інформаційний простір став дуже великим, і користувачі мають безліч можливостей вибору між веб-сайтами для отримання необхідної інформації. Сайти університетів – не виключення. Для студентів, працівників, абітурієнтів та батьків кандидатів з кожного куточка світу веб-сайт університету є візитною карткою закладу, тому його якість грає важливу роль у створенні позитивного іміджу та приверненні нових користувачів.

Оцінка веб-сайтів університетів має свої особливості. Цільова аудиторія включає студентів, викладачів, науковців, працівників адміністрації, абітурієнтів та їхніх батьків, тому необхідно забезпечити максимальний комфорт та доступність веб-сайту для кожної групи користувачів. Основні критерії оцінки сайтів, такі як якість контенту, зручність користування, дизайн та інші, також застосовуються до сайтів університетів. Однак, окрім цих загальних критеріїв, є деякі особливості, які можуть бути важливими для оцінки сайтів університетів. Основними критеріями, які є особливо важливими для сайтів університету є:

- інформаційна структура та навігація. Один з найважливіших аспектів оцінки сайту університету – це його інформаційна структура та навігація. Веб-сайт повинен мати логічну та зрозумілу структуру, де користувач може легко знайти необхідну інформацію. Сайт повинен мати меню, яке дозволяє швидко та легко навігуватися по різних сторінках та розділах. Також, важливо мати пошукову функцію на сайті, щоб користувачі могли швидко знайти потрібну інформацію, не займаючись вручну переглядом всіх

сторінок сайту;

- актуальність інформації. Сайт університету повинен містити актуальну та свіжу інформацію про події, новини, навчальні програми та інші аспекти університетського життя. Актуальна інформація сприяє підтримці інтересу користувачів до сайту, а також допомагає залучати нових відвідувачів;

- адаптивність та мобільна сумісність. Сучасні веб-сайти повинні бути адаптивними та мобільно-сумісними. Це означає, що сайт повинен коректно відображатись на різних пристроях, включаючи комп'ютери, планшети та мобільні телефони. Це особливо важливо для сайтів університетів, оскільки більшість студентів та викладачів використовують мобільні пристрої для доступу до інформації;

- соціальні медіа. Сайт університету повинен мати посилання на свої сторінки в соціальних медіа, такі як Facebook, Twitter, Instagram та інші. Це дозволяє студентам та викладачам бути в курсі останніх новин та подій, які відбуваються в університеті. Також, соціальні медіа можуть бути використані для залучення нових студентів та викладачів до університету;

- оптимізація для пошукових систем. Сайт університету повинен бути оптимізований для пошукових систем, щоб бути легко знайденим студентами та іншими користувачами в Інтернеті. Оптимізація для пошукових систем означає використання правильних ключових слів у заголовках сторінок, тексті та метаданих. Також, сайт повинен мати правильну структуру та кодування, щоб забезпечити швидку завантаження сторінок та коректне відображення на різних пристроях;

- мобільна дружність. З ростом використання мобільних пристроїв для перегляду веб-сайтів, важливо, щоб сайт університету був мобільною дружнім. Це означає, що сайт повинен бути легко доступним та коректно відображатися на різних розмірах екранів мобільних пристроїв. Крім того, повинна бути забезпечена можливість швидкого та легкого переходу між різними сторінками сайту;

- безпека. Сайт університету повинен бути безпечним для користувачів. Це означає, що сайт повинен мати захист від хакерських атак та шкідливих програм. Крім того, сайт повинен мати правильно налаштований протокол HTTPS, щоб захистити конфіденційну інформацію користувачів, таку як дані авторизації та особисті дані.

Оцінка сайту університету повинна базуватися на тих же критеріях, що й оцінка будь-якого іншого веб-сайту, таких як якість контенту, зручність користування та дизайн. Однак, сайти університетів мають додаткові особливості, які також важливі для оцінки, такі як інформаційна структура та навігація, присутність посилань на соціальні медіа, оптимізація для пошукових систем, можливості комунікації зі студентами та викладачами, та інші [31]. Для того, щоб сайт університету був успішним, важливо враховувати потреби та очікування користувачів. Використання сучасних технологій та розуміння тенденцій у веб-дизайні та маркетингу можуть допомогти університету створити високоякісний та привабливий веб-сайт. Нарешті, оцінка сайту університету повинна бути періодичною та систематичною. Важливо слідкувати за тим, як користувачі взаємодіють з сайтом та вносити відповідні зміни, щоб забезпечити оптимальний досвід користувача та досягнути поставлених цілей.

Спираючись на описані вище дослідження можна зазначити, що на зараз не існує уніфікованих критеріїв для оцінки сайтів закладів вищої освіти. Звичайно, основні критерії можуть бути однаковими, але незважаючи на це необхідно враховувати специфіку сайтів. Існуючі рейтинги не оцінюють візуальну складову цифрової інфраструктури, а беруть лише такі критерії, як: кількості зв'язків, які вказують на університет в глобальному веб-просторі, а також на якості інформації, яка міститься на сайті [32].

Через це виникає проблема у створенні уніфікованих критеріїв для оцінки візуальної складової, за допомогою яких можна було б оцінити та порівняти будь-які веб-сайти закладів вищої освіти.

Для оцінки необхідно використовувати комплексний метод, адже

використовуючи лише один метод, неможливо отримати об'єктивну оцінку за усіма критеріями. Комплексний метод оцінки дасть можливість скористатися перевагами кожного з методів, уникнути можливої субективізації, а також буде більша вірогідність отримання об'єктивної оцінки зважаючи на специфіку закладу вищої освіти.

3 АЛГОРИТМ ДЛЯ ОЦІНКИ ВІЗУАЛЬНОЇ СКЛАДОВОЇ ЦИФРОВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

3.1 Уніфіковані критерій для оцінки

Зважаючи на дослідження можна зазначити, що для певних закладів освіти потрібні певні критерії. Так, якщо заклад більше займається науковою, а не практичною діяльністю, зазвичай необхідно оцінювати наявні наукові матеріали, їх якість та кількість. Через це була проблема у створенні саме уніфікованих критеріїв. Зважаючи на специфіку сайтів можна використовувати наступні критерії:

- надійність та достовірність інформації. Оцінка наявності довідників, статистичних даних, відомостей про викладацький склад та програми, які надаються на сайті;
- легкість використання та доступність інформації. Оцінка дизайну та структури сайту, наявності пошуку та фільтрів, доступності для людей з обмеженими можливостями;
- актуальність та своєчасність інформації. Оцінка оновлення та змін інформації на сайті, наявності розкладу занять та інших оновлюваних даних;
- інтерактивність та залучення користувачів. Оцінка можливості спілкування з представниками закладу, наявності форумів, відгуків студентів, онлайн-консультацій;
- інноваційність та технічні можливості. Оцінка наявності технічних засобів, таких як відео-тур по кампусу, віртуальні лекції, інтерактивні тести, а також застосування нових технологій для забезпечення доступності та зручності використання сайту.

Для кожного з критеріїв існують підкритерії, за якими і буде будуватися оцінка. Кожен підкритерій може бути оціненим від 1 до 5 балів. Очевидним є той факт, що кожен з цих підпунктів не може впливати на

загальну оцінку. Кожен заклад вищої освіти може варіювати вагові коефіцієнти відповідно до специфіки. Таким чином заклади вищої освіти зможуть підлаштуватися, але їх порівняння залишиться доцільним. Далі зважаючи на ваговий коефіцієнт створюється загальна оцінка по критерію. Після оцінки кожного з критеріїв можна отримати загальний середній бал за візуальну складову цифрової інфраструктури закладу вищої освіти.

3.1.1 Надійність та достовірність інформації

Для того щоб оцінити даний показник можна використовувати наступні підкритерії:

- відсутність помилок. Вища оцінка буде присвоєна сайтам, на яких інформація подана без помилок та друкарських помилок;
- актуальність. Сайти, на яких інформація оновлюється регулярно та містить актуальну інформацію про навчальні програми, викладачів, студентське життя тощо, отримують вищу оцінку;
- достовірність. Важливо, щоб інформація на сайті була перевірена та заснована на фактах, наукових дослідженнях, публікаціях в журналах, тощо;
- відповідність тематиці. Сайти, на яких інформація пов'язана з освітою та дослідженнями відповідного закладу вищої освіти, отримують вищу оцінку;
- наявність джерел. Сайти, на яких наведені джерела інформації та посилання на додаткові джерела, отримують вищу оцінку.

Застосування вагових коефіцієнтів допоможе врахувати важливість кожного критерію при оцінці надійності та достовірності інформації на сайті закладу вищої освіти. Наприклад, якщо наявність джерел є важливим для закладу вищої освіти, а дана інформація є основною для користувачів сайту, то її коефіцієнт повинен бути більшим, ніж коефіцієнт іншого критерію, який може бути менш важливим для користувачів.

За ваговими коефіцієнтами можна оцінити дані показники наступним чином:

- відсутність помилок – 0.2;
- актуальність – 0.25;
- достовірність – 0.25;
- відповідність тематиці – 0.15;
- наявність джерел – 0.15.

Ці вагові коефіцієнти вказують на те, яку вагу має кожен з показників при оцінці надійності та достовірності інформації на сайті. Загальний рейтинг сайту буде розраховуватися як середнє арифметичне оцінок за кожним з показників, з урахуванням їх вагових коефіцієнтів. Вони також можуть бути змінені залежно від потреб користувачів сайту та інших факторів. Після визначення вагових коефіцієнтів, кожен критерій можна оцінити за шкалою від 0 до 5, а потім обчислити загальну оцінку за формулою:

$$\text{Оцінка} = (W_1C_1 + W_2C_2 + W_3C_3 + W_4C_4 + W_5C_5) \quad (3.1)$$

де Оцінка – це загальна оцінка критерію «Надійність та достовірність інформації»;

W_1, W_2, W_3, W_4, W_5 – вагові коефіцієнти для кожного критерію, які відображають їх важливість;

C_1, C_2, C_3, C_4, C_5 – оцінки веб-сайту за кожним критерієм відповідно.

Для того щоб отримати оцінки за кожним підкритерієм, потрібно використовувати певні методи та алгоритми. Так для оцінки підкритеріїв «відсутність помилок», «актуальність» та «наявність джерел» необхідно використати метод спостереження, створити контрольну групу, яка б змогла перевіряти періодично дані показники у режимі реального часу використовуючи аналіз ключових слів та термінів на сайті, періодичність оновлення та розміщення нової інформації, використовуючи програмні

засоби, які здатні автоматично аналізувати сайти та визначати наявність джерел інформації, оновлюваність, достовірність та відповідність тематиці. Для оцінки «достовірність» та «відповідність тематиці» необхідно використати метод експертної оцінки. Група експертів перевірить наявні джерела та відповідність сайтів до тематики. Експерти можуть бути професійними журналістами, науковцями, викладачами та іншими особами з відповідним досвідом.

Використовуючи два методи оцінки критерію «Наявність та достовірність інформації», оцінка виявиться більш повною та більш об'єктивною.

3.1.2 Легкість використання та доступність інформації

Для оцінки показника «легкість використання та доступність інформації» необхідно використовувати наступні показники:

- інтуїтивність інтерфейсу. Оцінка критерію, наскільки легко користувачі можуть знайти необхідну інформацію на сайті, зважаючи на людей з обмеженими можливостями;

- доступність інформації. Оцінка наявності інтуїтивно зрозумілих елементів управління та навігації швидкості та простоти знаходження необхідної інформації на сайті, оцінка зручності та логічності розміщення інформації на сайті, наявність зрозумілих та логічних категорій та підкатегорій;

- перевіреність інформації. Оцінка достовірності інформації на сайті та наявності на сайті посилань на джерела цієї інформації;

- наявність та якість пошуку та фільтрів. Оцінка наявності можливості швидкого та зручного пошуку інформації на сайті за допомогою пошукової функції та фільтрів за різними параметрами;

- швидкість завантаження сторінок. Оцінка швидкості відкриття сторінки на сайті та виникнення помилок.

Задля визначення вагових коефіцієнтів для оцінки критерію можно скористатися наступними значеннями:

- інтуїтивність інтерфейсу – 0.3;
- доступність інформації – 0.25;
- якість інформації – 0.25;
- наявність пошуку та фільтрів – 0.1;
- швидкість завантаження сторінок – 0.1.

Оцінка кожного показника буде проводитися за 5-тибальною системою з можливими значеннями від 1 до 5, де 1 – найгірша оцінка, 5 – найкраща.

Після оцінки кожного показника, необхідно обчислити загальну оцінку для критерію «Легкість використання та доступність інформації». Для цього потрібно використати ваговий коефіцієнт, який був визначений раніше: 0.3 для показника «Інтуїтивність інтерфейсу», 0.25 для показника «Доступність інформації», 0.25 для показника «Перевіреність інформації», 0.1 для показника «Наявність пошуку та фільтрів» та 0.1 для показника «Швидкість завантаження сторінок».

Отже, формула для розрахунку загальної оцінки для критерію «Легкість використання та доступність інформації» буде наступною:

$$\text{Оцінка} = (0,3 * П_1) + (0,25 * П_2) + (0,25 * П_3) + (0,1 * П_4) + (0,1 * П_5), \quad (3.2)$$

де Оцінка – це загальна оцінка критерію «Легкість використання та доступність інформації»;

Показник 1 – оцінка показника «Інтуїтивність інтерфейсу»;

Показник 2 – оцінка показника «Доступність інформації»;

Показник 3 – оцінка показника «Перевіреність інформації»;

Показник 4 – оцінка показника «Наявність пошуку та фільтрів»;

Показник 5 – оцінка показника «Швидкість завантаження сторінок».

Оцінка легкості використання та доступності інформації може бути складною завданням, оскільки це питання досить суб'єктивне та залежить від

індивідуального досвіду користувачів. Проте, існують деякі загальні методи та алгоритми, які можуть допомогти оцінити ці показники. Для кожного з вищезазначених показників потрібно використовувати певний метод оцінки, щоб підвищити рівень об'єктивності по даному критерію. Для оцінки показників «Інтуїтивність інтерфейсу», «Наявність пошуку та фільтрів», «Швидкість завантаження сторінок» необхідно скористатися методом тестування користувачів, який полягає в виконанні різного роду завдань та завдань на тестування на ефективність використання сайту. Кількість помилок та час, витрачений на виконання завдань, може бути використаний для оцінки. Виконувати дані тести повинна група, яка складається з користувачів різного рівня підготовки та комп'ютерної грамотності.

Для оцінки показників «Доступність інформації» та «Перевіреність інформації» необхідно скористатися методом експертної оцінки. Адже наявність певних джерел та їх якість можуть перевірити фахівці. Експертна оцінка може бути корисною, оскільки вона дає можливість отримати думку відносно якісного аналізу зі сторони спеціалістів.

Така система оцінки дозволить зробити об'єктивні висновки про якість сайту щодо критерію «Легкість використання та доступність інформації» та надати рекомендації щодо подальшого його вдосконалення.

3.1.3 Актуальність та своєчасність інформації

Задля оцінки критерію «Актуальність та своєчасність інформації» можна використовувати такі показники:

- частота оновлення інформації на сайті. Оцінка наскільки часто інформація на сайті оновлюється;
- актуальність інформації. Оцінка наскільки інформація на сайті відображає поточний стан речей;
- наявність розкладу занять та інших оновлюваних даних. Оцінка наявності та якості оновлюваної інформації, такої як розклад занять або інші

деталі, що потребують регулярного оновлення;

- швидкість реакції на зміни. Оцінка наскільки швидко сайт реагує на зміни в інформації та оновлює її на сайті;

- наявність інструментів співпраці. Оцінка наявності інструментів, які дозволяють користувачам звернутися до адміністраторів сайту та повідомити про помилки або застарілу інформацію.

Оцінка кожного з цих показників може проводитись за 5-тибальною шкалою з можливими значеннями від 1 до 5, де 1 – найгірша оцінка, 5 – найкраща.

Вагові коефіцієнти стандартно встановлюються наступним чином:

- частота оновлення інформації на сайті – 0.25;
- актуальність інформації – 0.3;
- наявність розкладу занять та інших оновлюваних даних – 0.2;
- швидкість реакції на зміни – 0.15;
- наявність інструментів співпраці – 0.1.

Тоді формула для розрахунку критерію «Актуальність та своєчасність інформації» можна розрахувати наступним чином:

$$\text{Оцінка} = (0.25 * П_1) + (0.25 * П_2) + (0.2 * П_3) + (0.1 * П_4) + (0.2 * П_5), \quad (3.3)$$

де Оцінка – це загальна оцінка критерію «Актуальність та своєчасність інформації»;

$П_1$ – оцінка за показник «Частота оновлення інформації на сайті»;

$П_2$ – оцінка за показник «Актуальність інформації»;

$П_3$ – оцінка за показник «Наявність розкладу занять та інших оновлюваних даних»;

$П_4$ – оцінка за показник «Швидкість реакції на зміни»;

$П_5$ – оцінка за показник «Наявність інструментів співпраці».

Для оцінки кожного з критеріїв необхідно знову обрати комплексний метод оцінки. Для отримання результатів за показниками «Частота

оновлення інформації на сайті», «Актуальність інформації» та «Швидкість реакції сайту на зміни» необхідно скористатися певними програмними засобами, які можуть об'єктивно виміряти дані. Для цього повинна бути створена експертна група, яка за допомогою програмних засобів зробить заміри ефективності кожного показника. Для отримання оцінки за показниками «Наявність інструментів співпраці» та «Наявність розкладу занять та інших оновлювальних даних» необхідно скористатися методом анкетування або опитування, яке повинне бути проведене серед користувачів цифрової інфраструктури, тобто зі студентами та співробітниками.

Ці методи у симбіозі дають змогу отримати більш реальну оцінку та виявити проблеми або недоліки за пунктом «Актуальність та своєчасність інформації».

3.1.4 Інтерактивність та залучення користувачів

Система для оцінки критерію «Інтерактивність та залучення користувачів» може включати такі показники:

- можливість зв'язку з представниками закладу. Оцінка наявності та якості контактної інформації, такої як телефон, електронна пошта, адреса, форма зворотного зв'язку тощо;
- наявність форумів та відгуків студентів. Оцінка наявності можливості залишати відгуки про заклад та інші коментарі, такі як відгуки про викладачів, процес навчання тощо;
- онлайн-консультації. Оцінка наявності можливості звернутися до представників закладу за допомогою онлайн-чату, електронної пошти або інших засобів комунікації;
- інтерактивність. Оцінка наявності та якості інтерактивних елементів на сайті, таких як калькулятори, тести, відеокурси тощо;
- наявність соціальних медіа. Оцінка наявності та активності сторінок закладу в соціальних мережах, таких як Facebook, Instagram, Twitter,

LinkedIn, YouTube тощо.

Для кожного з цих показників можна встановити ваговий коефіцієнт, щоб збільшити або зменшити їх вплив на кінцеву оцінку.

Вагові коефіцієнти можуть бути різними, залежно від того, як важливими вважаються показники для конкретного закладу. Однак, можна запропонувати наступні вагові коефіцієнти:

- можливість зв'язку з представниками закладу – 0.2;
- наявність форумів та відгуків студентів – 0.25;
- онлайн-консультації – 0.2;
- інтерактивність – 0.2;
- наявність соціальних медіа – 0.15.

Таким чином, загальна оцінка критерію «Інтерактивність та залучення користувачів» буде обчислюватись як взважена сума оцінок за кожним з показників, де кожний показник множиться на відповідний ваговий коефіцієнт і потім сумується.

Алгоритм для оцінки критерію «Інтерактивність та залучення користувачів» може мати наступний вигляд:

$$\text{Оцінка} = (0.3 * П_1) + (0.2 * П_2) + (0.2 * П_3) + (0.2 * П_4) + (0.1 * П_5), \quad (3.4)$$

де Оцінка – це загальна оцінка критерію «Інтерактивність та залучення користувачів»;

$П_1$ – оцінка можливості зв'язку з представниками закладу

$П_2$ – оцінка наявності форумів та відгуків студентів

$П_3$ – оцінка наявності онлайн-консультацій

$П_4$ – оцінка наявності інтерактивних елементів на сайті

$П_5$ – оцінка наявності соціальних медіа

Коефіцієнти перед кожним з показників (0.3, 0.2, 0.2, 0.2 та 0.1) відповідають за важливість кожного з них у загальній оцінці критерію

«Інтерактивність та залучення користувачів». Вони можуть бути змінені в залежності від конкретних потреб та вимог оцінювача.

Для оцінки показників, пов'язаних з інтерактивністю та залученням користувачів, можна використовувати різноманітні методи. Найкращим методом стане саме комплексний підхід, коли для кожного показника або групи показників буде використовуватися свій метод. Для оцінки показників «наявність та якість контактної інформації» та «Наявність форумів та відгуків студентів» потрібно застосовувати метод аудиту контактної інформації, включаючи перевірку наявності та правильності вказання телефонів, електронної пошти, адрес, форм зворотного зв'язку тощо. Необхідно запросити експертів, які проведуть аудит за даними критеріями.

Для оцінки показника «Наявність та якість інтерактивних елементів» потрібно застосувати методи оцінки користувацького досвіду, такі як тестування користувачів та аналіз поведінки користувачів на сайті.

Для оцінки показників «Наявність та активність сторінок закладу в соціальних мережах» та «Наявність онлайн-консультацій» необхідно використати метод експертної оцінки та метод опитування. Користувачі та відвідувачі онлайн-консультацій можуть дати більш чітку оцінку наявним технологіям, також опитування користувачів соціальних мереж дасть більше результату, аніж запрошення експертів. Адже іноді експерти не зважають на специфіку закладу. Опитування студентів, виладачів та інших працівників закладів вищої освіти по показнику «Наявність та активність сторінок у соціальних медіа» дасть можливість визначити цільову аудиторію, який контент є цікавим, тощо. Аналіз результатів допоможе у розвитку закладу вищої освіти за даним критерієм.

3.1.5 Інноваційність та технічні можливості

Система оцінки критерію «Інноваційність та технічні можливості» може включати наступні показники:

- наявність відео-туру по кампусу. Оцінка наявності відео-туру, який може допомогти студентам отримати уявлення про кампус та його інфраструктуру;

- наявність віртуальних лекцій. Оцінка наявності віртуальних лекцій, які можуть бути доступні студентам з будь-якого місця, де є Інтернет-підключення;

- інтерактивні тести. Оцінка наявності інтерактивних тестів, які можуть допомогти студентам перевірити свої знання та отримати зворотний зв'язок про їх успішність;

- застосування нових технологій. Оцінка наявності та використання нових технологій, таких як штучний інтелект, віртуальна реальність, блокчейн тощо, які можуть поліпшити доступність та зручність використання сайту.

Зважаючи на важливість кожного з показників для оцінки критерію «Інноваційність та технічні можливості», можна встановити наступні вагові коефіцієнти:

- наявність відео-туру по кампусу – 0.2;
- наявність віртуальних лекцій – 0.3;
- інтерактивні тести – 0.3;
- застосування нових технологій – 0.2.

Ці вагові коефіцієнти можуть відрізнятися в залежності від конкретних потреб та характеристик вищого навчального закладу. Важливо також враховувати, що оцінка кожного показника повинна базуватися на об'єктивних даних та стандартизованій методології.

Алгоритм оцінки критерію «Інноваційність та технічні можливості» можна записати у вигляді формули:

$$\text{Оцінка} = (\Pi_1 * 0.3) + (\Pi_2 * 0.3) + (\Pi_3 * 0.2) + (\Pi_4 * 0.2), \quad (3.5)$$

де Оцінка – це загальна оцінка критерію «Інноваційність та технічні

можливості»;

P_1 – оцінка наявності відео-туру по кампусу, який може допомогти студентам отримати уявлення про кампус та його інфраструктуру, від 1 до 5;

P_2 – оцінка наявності віртуальних лекцій, які можуть бути доступні студентам з будь-якого місця, де є Інтернет-підключення, від 1 до 5;

P_3 – оцінка наявності інтерактивних тестів, які можуть допомогти студентам перевірити свої знання та отримати зворотний зв'язок про їх успішність, від 1 до 5;

P_4 – оцінка наявності та використання нових технологій, таких як штучний інтелект, віртуальна реальність, блокчейн тощо, які можуть поліпшити доступність та зручність використання сайту, від 1 до 5.

Кожен показник оцінюється від 1 до 5, де 1 – дуже погано, 5 – дуже добре. Коефіцієнти вагомості різних показників обрані наступним чином: відео-тур і віртуальні лекції мають найбільшу вагу, тому їх ваговий коефіцієнт дорівнює 0.3, інтерактивні тести і нові технології мають меншу вагу, тому їх ваговий коефіцієнт дорівнює 0.2.

Для оцінки показників, які відображають якість технічних можливостей та інноваційність сайту, можна використовувати різні методи.

Для оцінки показника «Наявність відео-туру» можна провести аналіз наявності відео-матеріалів на сайті та їх якості. Оцінити даний показник необхідно за допомогою експертної оцінки. Для оцінки «Наявності віртуальних лекцій» можна провести аналіз кількості та якості віртуальних лекцій на сайті, а також їх доступності для користувачів. Для цього необхідно провести анкетування серед студентів та викладачів закладу вищої освіти. Для оцінки параметру «Інтерактивні тести» можна використовувати метод тестування, щоб перевірити їх якість та корисність для студентів. Для оцінки показника «Наявність та використання нових технологій» можна провести аналіз технічних можливостей сайту за допомогою методу експертної оцінки та тестування контрольною групою.

Також можна провести опитування серед користувачів сайту, щоб

зібрати їхні відгуки та думки про доступність та зручність використання сайту, а також про наявність необхідних технічних можливостей та інноваційних рішень.

3.2 Загальний алгоритм оцінки візуальної складової цифрової інфраструктури закладу вищої освіти

Тож, для створення алгоритму необхідно використовувати основні критерії, які було описано вище, а саме:

- надійність та достовірність інформації;
- легкість використання та доступність інформації;
- актуальність та своєчасність інформації;
- інтерактивність та залучення;
- інноваційність та технічні можливості.

У математичному вигляді оцінка візуальної складової цифрової інфраструктури формується наступним чином.

- Спочатку необхідно визначити вагові коефіцієнти для кожного з п'яти показників. Позначимо їх як w_1 , w_2 , w_3 , w_4 та w_5 відповідно. Ці коефіцієнти повинні задовольняти умові: $w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5 = 1$. В даному випадку кожен коефіцієнт w буде мати вагу 0.2. Це дозволить отримати більш чітку оцінку, адже вагові коефіцієнти використовувались до цього.

- Далі необхідно зібрати дані про оцінки за кожен з показників, які мають критерії. Позначимо їх як n відповідно.

- Обчислимо ваговану суму оцінок за критерій «Надійність та достовірність інформації» (K_1) за формулою:

$$K_1 = w_{11}n_{11} + w_{12}n_{12} + w_{13}n_{13} + w_{14}n_{14} + w_{15}n_{15} , \quad (3.6)$$

де n_{11} – оцінка за відсутність помилок;

- n_{12} – оцінка за актуальність;
- n_{13} – оцінка за достовірність;
- n_{14} – оцінка за відповідність тематиці;
- n_{15} – оцінка за наявність джерел;
- w_{11} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.2;
- w_{12} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.25;
- w_{13} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.25;
- w_{14} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.15;
- w_{15} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.15.

- Проведемо аналогічні обчислення для кожного з інших показників, щоб отримати ваговану суму оцінок за кожен з них, наступним є критерій «Легкість використання та доступність інформації» (K_2):

$$K_2 = w_{21}n_{21} + w_{22}n_{22} + w_{23}n_{23} + w_{24}n_{24} + w_{25}n_{25} , \quad (3.7)$$

- де n_{21} – інтуїтивність інтерфейсу;
- n_{22} – доступність інформації;
- n_{23} – якість інформації;
- n_{24} – наявність пошуку та фільтрів;
- n_{25} – швидкість завантаження сторінок;
- w_{21} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.3;
- w_{22} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.25;
- w_{23} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.25;
- w_{24} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.1;
- w_{25} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.1.

- Актуальність та своєчасність інформації (K_3):

$$K_3 = w_{31}n_{31} + w_{32}n_{32} + w_{33}n_{33} + w_{34}n_{34} + w_{35}n_{35} , \quad (3.8)$$

- де n_{31} – частота оновлення інформації;

- n_{32} – актуальність інформації;
 - n_{33} – наявність розкладу занять та інших оновлюваних даних;
 - n_{34} – швидкість реакції на зміни;
 - n_{35} – наявність інструментів співпраці;
 - w_{31} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.2;
 - w_{32} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.25;
 - w_{33} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.2;
 - w_{34} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.2;
 - w_{35} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.15.
- Інтерактивність та залучення (K_4):

$$K_4 = w_{41}n_{41} + w_{42}n_{42} + w_{43}n_{43} + w_{44}n_{44} + w_{45}n_{45} , \quad (3.9)$$

- де n_{41} – можливість зв'язку з представниками закладу;
 - n_{42} – наявність форумів та відгуків студентів;
 - n_{43} – онлайн-консультації;
 - n_{44} – інтерактивність;
 - n_{45} – наявність соціальних медіа;
 - $w_{41} - 0.2$;
 - $w_{42} - 0.25$;
 - $w_{43} - 0.2$;
 - $w_{44} - 0.2$;
 - $w_{45} - 0.15$.
- Інноваційність та технічні можливості (K_5):

$$K_5 = w_{51}n_{51} + w_{52}n_{52} + w_{53}n_{53} + w_{54}n_{54}, \quad (3.10)$$

- де n_{51} – наявність відео-туру по кампусу;
- n_{52} – наявність віртуальних лекцій;
- n_{53} – інтерактивні тести;

n_{54} – застосування нових технологій;

$w_{51} = 0.2$;

$w_{52} = 0.3$;

$w_{53} = 0.3$;

$w_{54} = 0.2$.

- Після того, як були обчислені відповідні оцінки за кожним з показників, необхідно обчислити загальну оцінку візуальної складової цифрової інфраструктури, формула обчислення виглядає наступним чином:

$$\text{Visual_score} = w_1K_1 + w_2K_2 + w_3K_3 + w_4K_4 + w_5K_5, \quad (3.11)$$

де Visual_score – загальна оцінка за візуальну складову цифрової інфраструктури закладу вищої освіти;

K_1, K_2, K_3, K_4, K_5 – основні критерії для оцінки візуальної складової цифрової інфраструктури;

У повному вигляді формула має наступний вигляд:

$$\begin{aligned} \text{Visual_score} = & w_1(w_{11}n_{11} + w_{12}n_{12} + w_{13}n_{13} + w_{14}n_{14} + w_{15}n_{15}) + w_2(w_{21}n_{21} + w_{22}n_{22} \\ & + w_{23}n_{23} + w_{24}n_{24} + w_{25}n_{25}) + w_3(w_{31}n_{31} + w_{32}n_{32} + w_{33}n_{33} + w_{34}n_{34} + w_{35}n_{35}) + \\ & w_4(w_{41}n_{41} + w_{42}n_{42} + w_{43}n_{43} + w_{44}n_{44} + w_{45}n_{45}) + w_5(w_{51}n_{51} + w_{52}n_{52} + w_{53}n_{53} + \\ & w_{54}n_{54}), \end{aligned} \quad (3.12)$$

де Visual_score – загальна оцінка за візуальну складову цифрової інфраструктури закладу вищої освіти;

K_1, K_2, K_3, K_4, K_5 – основні критерії для оцінки візуальної складової цифрової інфраструктури;

w_1, w_2, w_3, w_4 та w_5 – вагові коефіцієнти критеріїв;

$w_{11}, w_{21}, w_{31}, w_{41} \dots w_{nn}$ – вагові коефіцієнти показників;

$n_{11}, n_{21}, n_{31}, n_{41} \dots n_{nn}$ – показники, які містяться у критеріях.

Отриману фінальну оцінку можна інтерпретувати на основі певної

шкали, наприклад, від 1 до 5 або від «поганої» до «відмінної» оцінки. Отримана загальна оцінка візуальної складової цифрової інфраструктури може бути використана для подальшого аналізу та планування розвитку цифрової інфраструктури закладу вищої освіти.

Даний алгоритм оцінки візуальної складової цифрової інфраструктури закладу вищої освіти дає можливість об'єктивно оцінити якість візуальної складової цифрової інфраструктури за певними критеріями та показниками. Це допоможе закладам вищої освіти зробити свої інформаційні ресурси більш доступними та зрозумілими для студентів та викладачів, покращити їхню якість та залучення до користування. Крім того, алгоритм може бути використаний для порівняння якості візуальної складової цифрової інфраструктури різних закладів вищої освіти та для встановлення рекомендацій щодо її поліпшення.

3.3 Загальний метод оцінки візуальної складової цифрової інфраструктури закладу вищої освіти

Основним методом для оцінки візуальної складової цифрової інфраструктури є комплексний підхід, який включає в себе декілька методів, таких як: метод експертної оцінки, метод анкетування, метод тестування, метод аудиту, метод спостереження та метод опитування. При використанні декількох методів для оцінки кожного з критеріїв можна уникнути суб'єктивізації оцінки та отримати переваги кожного з методів.

Такий підхід не витрачає більше коштів, аніж, наприклад, використання експертного аналізу для оцінки візуальної складової повністю. Навпаки, такий метод розподіляє підходи для оцінки кожного з критеріїв найкращим чином, що враховує не тільки переваги для отримання оцінки, але й затратені кошти.

Окрім цього перевагою комплексного методу оцінки є можливість виявити прогавини по кожному показнику. Результати оцінювання більш

розгорнуті, аніж при використанні лише одного методу, що дасть змогу збільшити ефективність та продуктивність цифрової інфраструктури, адже чітко будуть виявлені проблемні місця.

Недоліком використання комплексного підходу є затрачений час. Нажаль кожен із методів потребує певну кількість часу. Так метод анкетування потребує час на підготовку питань, вибір системи анкетування, збір даних та їх аналіз. А коли метод анкетування використовувати разом з методом опитування, то час затрачений на отримання реальних результатів може суттєво збільшитися, аніж, коли оцінити критерій виключно методом анкетування. Наступним недоліком можна назвати можливу суб'єктивну оцінку. Очевидно, що при використанні декількох методів вірогідність отримання суб'єктивної оцінки знижується, але все ж таки залишається.

Незважаючи на наявні недоліки можна зазначити, що комплексний підхід не ускладнює та не удорожчує проведення оцінювання візуальної складової цифрової інфраструктури. Проте результати, отримані за допомогою даного методу вартують затраченого часу та відплачують повною та розгорнутою оцінкою візуальної складової цифрової інфраструктури.

4 АПРОБАЦІЯ АЛГОРИТМУ В РЕАЛЬНИХ УМОВАХ

4.1 Компанія Messingschlager GmbH & Co. KG як заклад дуальної освіти

Дуальна форма здобуття професійної освіти – це спосіб навчання, за яким теоретичний матеріал опановується в закладі з педагогом, а практичне навчання проходить на виробництві. Такий підхід суттєво відрізняється від «практичних відпрацювань», оскільки в його основі не тільки закріплення теорії на практиці, а саме навчання в умовах виробництва. Після випуску учні, які навчалися за дуальною формою, вміють працювати з технікою, розуміють усі технологічні процеси та мають досвід взаємодії з досвідченими фахівцями підприємств. Часто їм потім пропонують відкриті вакансії на цьому ж підприємстві, тож їхнє працевлаштування є досить високим. Батьківщиною дуальної освіти вважають Німеччину, яка запровадила навчання у пропорції «30% теорії, 70% – практики» ще в минулому сторіччі. Далі цей підхід запозичили в Європі, Канаді, Південній Кореї та Китаї [33].

Коли в березні 2020 року був запроваджений загальнонаціональний карантин з метою запобігання поширенню COVID-19, закладам, які навчають учнів за дуальною формою рекомендували перевести таких учнів на дистанційне навчання. Серед ресурсів, які підприємство могло надавати для підготовки – онлайн-платформи, навчальні фільми, інструкції підприємств тощо.

По всій Німеччині існує майже мільйон кваліфікованих компаній, які дають можливість отримати дуальну освіту. Усі вони не зобов'язані нікого навчати, але кожна компанія, яка навчає і, таким чином, інвестує у власне майбутнє, повинна дотримуватися правил Навчального кодексу та Закону про професійне навчання. Для кожної професії, що потребує навчання, існують детальні правила навчання, які визначають момент, коли робітник,

який навчає, має навчати навичкам і знанням. Це має бути забезпечено та документально підтверджено компанією-роботодавцем. Також компанія сама надає робітника, який навчає студентів.

Учні отримують зарплатню від компанії. Перспективні молоді студенти працюють разом з усіма іншими в компанії з початком свого навчання, вступаючи в контакт зі своєю професійною сферою. Інструктори в компанії використовують метод навчання на практиці, щоб навчати студентів, професійним здібностям. Досвід показує, що при цьому соціальні компетенції також засвоюються протягом двох-трьох з половиною років професійно-технічної освіти. І ніщо так не мотивує, як тримати результат у власних руках наприкінці робочого блоку. Компанії також переплітаються з професійно-технічними школами, і вони тісно співпрацюють як партнери.

Дуальна система освіти має багато переваг для компаній. Найважливіший – це те, що компанії самі обирають своїх студентів, навчають їх, щоб отримати кваліфікацію, і тим самим вони також можуть цілеспрямовано задовольнити власні потреби у фахівцях.

Компанія Messingschlager [34] є традиційним сімейним бізнесом, який наразі розташований у м. Баунах та передається із покоління в покоління. За десятиліття компанія зазнала багатьох змін, через політичну ситуацію, через зміну світу бізнесу та багатьох інших чинників. Messingschlager GmbH & Co. KG є найбільшим європейським імпортером і експортером велосипедів. Понад 95 років розробляються, удосконалюються та продають у всьому світі велосипедні запчастини і аксесуари. Понад 2000 клієнтів у понад 60 країнах світу цінують «The Bike Experience» від Messingschlager, де працює понад 150 відданих співробітників.

Компанія пропонує свої послуги у якості закладу дуальної освіти вже понад 50 років. Компанія здійснює підготовку спеціалістів за такими напрямками, як: продажі, менеджмент, розробка додатків, робота на складі. Кожного року у компанії прагнуть навчатися все більше і більше людей. Через це виникає попит на спеціальну систему, де майбутні студенти могли б

дізнатися всю інформацію, що їх цікавить. Зараз у компанії немає спеціального розділу на сайті або системи, де висвітлюється вся інформація. На пошук опису та системи навчання витрачається багато часу, що знижує рівень зацікавленості студентів. Так як компанія росте та розвивається, керівництво хоче збільшити кількість студентів, що проходять навчання на базі компанії та забезпечити себе у майбутньому якісними та ефективними працівниками, що повністю занурені в систему компанії. Через це виникла ідея у створенні системи, або розділу сайту, які б допомогли зацікавленим людям отримати більше інформації стосовно навчання та подавати заявки на проходження освіти на базисі даної компанії.

4.2 Початкова точка візуальної складової цифрової інфраструктури

На момент початку роботи розділ для студентів був у розділі «Кар'єра». В самому низу даного розділу можна побачити оголошення про набір студентів (рисунок 4.1).



Рисунок 4.1 – Оголошення набору студентів

Оголошення можна знайти виключно у німецькому варіанті сайту, що одразу виключає можливість пошуку оголошення людям, які не володіють німецькою.

Розглянемо одне з оголошень для студентів, що цікавляться сферою ІТ. Оголошення для студентів, що хотіли би стати спеціалістами сфери ІТ містить таку інформацію (рисунок 4.2).

Über uns

Die Messingschlager GmbH & Co. KG ist Europas größter Im- und Exporteur von Fahrradartikeln. Seit über 95 Jahren besteht unsere Leidenschaft in der Entwicklung, Gestaltung und Produktion von Fahrradteilen und Zubehör aller Art. Mehr als 2.000 Kunden in über 60 Ländern weltweit schätzen „The Bike Experience“ von Messingschlager, welche tagtäglich von über 170 engagierten Mitarbeitern verkörpert wird.

Aufgaben

Von der benutzerfreundlichen Bedienoberfläche bis hin zum Skript für reibungslose, automatisierte Abläufe, konzipierst und entwickelst du neue Lösungen, um den Kollegen die Arbeit zu erleichtern. Auch die Weiterentwicklung und das Testen komplexer Applikationen oder der Bau von Schnittstellen zu Softwaresystemen gehören zu deinen Aufgaben. Des Weiteren arbeitest du mit Web- und Datenbankanwendungen im vielseitigen IT-Umfeld unserer Firma.

Profil

- Sehr guter bis guter Mittlerer Bildungsabschluss
- Hohes Interesse an IT-Themen und an Software-Entwicklung
- Gute kommunikative Fähigkeiten
- Ein hohes Maß an Eigenmotivation und Spaß am analytischen Denken
- Freude an Teamarbeit

Wir bieten

- Eine anspruchsvolle und vielseitige Ausbildung in einem traditionsreichen und weltweit agierenden Familienunternehmen
- Angenehme Arbeitsatmosphäre
- Eine leistungsgerechte Vergütung und gute Sozialleistungen
- Übernahme-Chancen

Du bist an einer Ausbildung bei uns interessiert?

Dann freuen wir uns auf Deine vollständigen Bewerbungsunterlagen per Mail an Herrn Sebastian Seelmann.

messingschlager

Ansprechpartner
Herr Sebastian Seelma
Hassbergstraße 45
96148 Baunach

+49 (0) 9544 9444-60
E-Mail senden

Рисунок 4.2 – Оголошення для студентів ІТ-фахівців

Опис навчання досить короткий без опису деталей, з набором стандартних речень. Перелік послуг, що пропонує компанія також досить короткий. Основним завданням є подальша розробка та тестування складних програм або побудова інтерфейсів програмних систем. Інші критерії написані досить стандартно: високий інтерес, вміння працювати в команді, зацікавленість в сфері ІТ. Відсутні контактні форми, які можна заповнити

одразу, є лише контакти за якими можна зв'язатися.

На цьому опис даного оголошення закінчується. Відсутня повністю інформація для студентів про навчання, методи, матеріали, тощо. Студент, який би хотів навчатися саме на цьому підприємстві, буде обмежений інформацією, і не зможе уявити весь шлях навчання.

4.3 Апробація алгоритму. Оцінка цифрової інфраструктури

Було вирішено випробувати алгоритм оцінки описаний вище. Щоб оцінити рівень візуальної складової цифрової інфраструктури.

- Спочатку необхідно визначити вагові коефіцієнти для кожного з п'яти показників. В даному випадку кожен коефіцієнт w буде мати вагу 0.2. Це дозволить отримати більш чітку оцінку, адже вагові коефіцієнти будуть використані далі.

- Далі необхідно зібрати дані про оцінки за кожен з показників, які мають критерії. Оцінки виставлялися за допомогою описаних вище методів. У якості експертної групи був ІТ-відділ компанії, у якості опитуваних були співробітники та студенти, що там навчаються.

- Обчислимо ваговану суму оцінок за надійність та достовірність інформації (K_1) за формулою (3.6).

$$K_1 = w_{11}n_{11} + w_{12}n_{12} + w_{13}n_{13} + w_{14}n_{14} + w_{15}n_{15} , \quad (3.6)$$

де n_{11} – оцінка за відсутність помилок;

n_{12} – оцінка за актуальність;

n_{13} – оцінка за достовірність;

n_{14} – оцінка за відповідність тематиці;

n_{15} – оцінка за наявність джерел;

w_{11} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.2;

w_{12} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.25;

w_{13} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.25;

w_{14} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.15;

w_{15} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.15.

За параметр n_{11} була виставлена оцінка – 4;

За параметр n_{12} була виставлена оцінка – 2;

За параметр n_{13} була виставлена оцінка – 2;

За параметр n_{14} була виставлена оцінка – 1;

За параметр n_{15} була виставлена оцінка – 1;

Отже $K_1 = 2.1$.

- Критерій «Легкість використання та доступність інформації» (K_2) було обчислено за формулою (3.7):

$$K_2 = w_{21}n_{21} + w_{22}n_{22} + w_{23}n_{23} + w_{24}n_{24} + w_{25}n_{25} , \quad (3.7)$$

де n_{21} – інтуїтивність інтерфейсу;

n_{22} – доступність інформації;

n_{23} – якість інформації;

n_{24} – наявність пошуку та фільтрів;

n_{25} – швидкість завантаження сторінок;

w_{21} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.3;

w_{22} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.25;

w_{23} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.25;

w_{24} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.1;

w_{25} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.1.

За параметр n_{21} була виставлена оцінка – 2;

За параметр n_{22} була виставлена оцінка – 2;

За параметр n_{23} була виставлена оцінка – 4;

За параметр n_{24} була виставлена оцінка – 3;

За параметр n_{25} була виставлена оцінка – 3;

Отже $K_2 = 2.7$.

- Критерій «Актуальність та своєчасність інформації» (K_3) було обчислено за формулою (3.8):

$$K_3 = w_{31}n_{31} + w_{32}n_{32} + w_{33}n_{33} + w_{34}n_{34} + w_{35}n_{35} , \quad (3.8)$$

де n_{31} – частота оновлення інформації;

n_{32} – актуальність інформації;

n_{33} – наявність розкладу занять та інших оновлюваних даних;

n_{34} – швидкість реакції на зміни;

n_{35} – наявність інструментів співпраці;

w_{31} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.2;

w_{32} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.25;

w_{33} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.2;

w_{34} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.2;

w_{35} – ваговий коефіцієнт, що дорівнює 0.15.

За параметр n_{31} була виставлена оцінка – 3;

За параметр n_{32} була виставлена оцінка – 2;

За параметр n_{33} була виставлена оцінка – 2;

За параметр n_{34} була виставлена оцінка – 2;

За параметр n_{35} була виставлена оцінка – 2;

Отже $K_3 = 2.2$.

- Критерій «Інтерактивність та залучення» (K_4) було обчислено за формулою (3.9):

$$K_4 = w_{41}n_{41} + w_{42}n_{42} + w_{43}n_{43} + w_{44}n_{44} + w_{45}n_{45} , \quad (3.9)$$

де n_{41} – можливість зв'язку з представниками закладу;

n_{42} – наявність форумів та відгуків студентів;

n_{43} – онлайн-консультації;

n_{44} – інтерактивність;

n_{45} – наявність соціальних медіа;

$w_{41} = 0.2$;

$w_{42} = 0.25$;

$w_{43} = 0.2$;

$w_{44} = 0.2$;

$w_{45} = 0.15$.

За параметр n_{41} була виставлена оцінка – 1.5;

За параметр n_{42} була виставлена оцінка – 0;

За параметр n_{43} була виставлена оцінка – 0;

За параметр n_{44} була виставлена оцінка – 1;

За параметр n_{45} була виставлена оцінка – 1;

Отже $K_4 = 0.65$.

- Критерій «Інноваційність та технічні можливості» (K_5) було обчислено за формулою (3.10):

$$K_5 = w_{51}n_{51} + w_{52}n_{52} + w_{53}n_{53} + w_{54}n_{54}, \quad (3.10)$$

де n_{51} – наявність відео-туру по кампусу;

n_{52} – наявність віртуальних лекцій;

n_{53} – інтерактивні тести;

n_{54} – застосування нових технологій;

$w_{51} = 0.2$;

$w_{52} = 0.3$;

$w_{53} = 0.3$;

$w_{54} = 0.2$.

За параметр n_{51} була виставлена оцінка – 3;

За параметр n_{52} була виставлена оцінка – 0;

За параметр n_{53} була виставлена оцінка – 0;

За параметр n_{54} була виставлена оцінка – 4;

Отже $K_5 = 1.4$.

Після того, як були обчислені відповідні оцінки за кожним з показників, можна оцінити загальну оцінку за формулою (3.11): $Visual_score = w_1K_1 + w_2K_2 + w_3K_3 + w_4K_4 + w_5K_5$

Тоді загальна оцінка візуальної складової цифрової інфраструктури дорівнює 1.81. Даний результат показує дуже низький рівень візуальної складової цифрової інфраструктури саме у сфері освіти. Необхідно проаналзувати кожен з критеріїв та визначити основні проблемні місця.

4.4 Аналіз проблем. Модифікація візуальної складової цифрової інфраструктури

Оцінивши результати роботи, було створено діаграму, яка висвітлює показники, та оцінку за кожен з показників. Таким чином можна зробити висновок в яких саме питаннях цифрова інфраструктура даної компанії має проблеми, де саме заховані найбільші проблеми, тощо. За допомогою діаграми також можна дізнатися і сильні показники цифрової інфраструктури, проте наразі необхідно зосередитися на пунктах, які мають найнижчі оцінки.

На діаграмі (рисунок 4.3) зображено 5 основних критеріїв за якими проводилася оцінка: Надійність та достовірність інформації, легкість використання та доступність інформації, актуальність та своєчасність інформації, інтерактивність та залучення, інноваційність та технологічні можливості. Важливо зазначити, що оцінки вказані до урахування вагових коефіцієнтів.



Рисунок 4.3 – Діаграма «Первинна оцінка стану візуальної складової цифрової інфраструктури на підприємстві»

П1, П2, П3, П4, П5 – це показники, за якими оцінювалися критерії. Для кожного критерію показник різний.

Проаналізувавши діаграму можна зазначити, що критерій «Інтерактивність та залучення» має найбільш низькі бали, то ж починати роботу з покращення необхідно саме з нього. Два показники, а саме «наявність форуму та відгуків студентів» та «онлайн-консультації» отримали по 0 балів. Це означає, що підприємство взагалі не надає такі можливості. Інші показники: «Можливість зв'язку з представниками закладу», «Інтерактивність» та «Наявність соціальних медіа» мають 1,5, 1 та 1 бал відповідно. Це дуже низький рівень для закладу, що надає можливість отримати дуальну освіту. Саме на ці показники потрібно звернути увагу в першу чергу.

Наступний критерій, де зазначається дві оцінки 0 це «Інноваційність та технічні можливості», даний критерій також потребує допрацювання.

Найнижчу оцінку отримали такі критерії як: «наявність віртуальних лекцій» та «інтерактивні тести». Впровадження даних можливостей для студентів дало б змогу отримати та закріпити теоретичні навички, яких вони навчаються на підприємстві. Таким чином, на зараз така можливість відсутня.

Після цього необхідно звернути увагу на критерій «Надійність та достовірність інформації», адже два показники отримали оцінку 1, це показники «відповідність тематиці» та «наявність джерел». Через відсутність розділу «Навчання» на офіційній сторінці, користувачам дуже важко знайти потрібний розділ. Створення даног розділу на офіційній сторінці залучить більше студентів на підприємство. Також нажаль майже повністю відсутні джерела освіти, які можна знайти на даному сайті.

Усі інші критерії мають оцінку 2 і вище, і нажаль жодний з критеріїв не має найвищу оцінку. Це дає можливість створити план розвитку візуальної складової цифрової інфраструктури та впровадити нові засоби спираючись на алгоритм і використовуючи вже відомі критерії.

4.5 Аналіз результатів дослідження. План подальшого розвитку

Дані результати були обговорені з ІТ-департаментом закладу, а також з керівниками закладу. Було вирішено створити стратегію розвитку за даним напрямом, для цього було вирішено зробити наступне:

- додати розділ «Навчання» на офіційний веб-сайт;
- додати певні матеріали, які необхідні для підвищення рівня інтерактивності (створити інтерактивні лекції, тести та додати їх до розділу, щоб студенти мали до них доступ у будь-який час, створити контактну форму, за допомогою якої студенти можуть контактувати з менторами та викладачами, додати у розділі більше інформації стосовно підприємства, задач для студентів та очікувань від їх роботи);
- створити стратегію розвитку даного розділу відповідно до норм та законів;

- створити контрольну групу, відповідальну за виконання стратегії та оновлення інформації;
- оцінити перспективу та вірогідну оцінку, яку можна буде досягти, виконавши норми.

Впродовж аналізу результатів була розроблена діаграма, з результатами, яких можна буде досягти до 2025 року, за умови впровадження даного алгоритму оцінювання на постійній основі та виправлення помилок.

За прогнозами, до 2025 року можна досягти наступних результатів (рисунок 4.4).

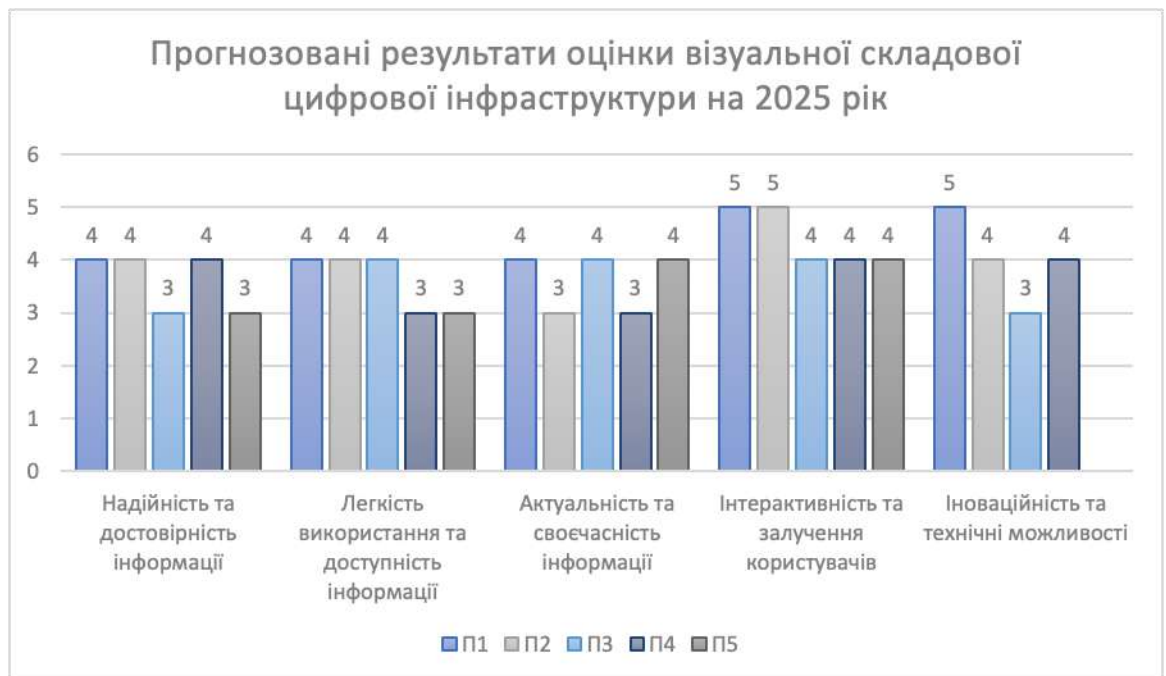


Рисунок 4.4 – Діаграма «Прогнозовані результати оцінки візуальної складової цифрової інфраструктури на 2025 рік»

Середня оцінка по кожному показнику становить 3.9, що значно більше порівнюючи з середньою оцінкою зараз. Оцінка візуальної складової цифрової інфраструктури з урахуванням вагових коефіцієнтів становить 3.86. Оцінка візуальної складової цифрової інфраструктури може вирости більш

ніж у два рази.

Таким чином, було створено стратегію, за допомогою якої навчальний сектор даного підприємства може бути покращено у два рази, що дасть змогу залучити більше студентів та мати у майбутньому більше кваліфікованих працівників.

ВИСНОВКИ

Дана робота була присвячена методам та алгоритмам цифрової інфраструктури закладів вищої освіти. Найбільша увага була приділена саме візуальній складовій цифрової інфраструктури. Впродовж роботи було проаналізовано методи, які можуть стати у нагоді для оцінки візуальної складової цифрової інфраструктури. Окрім цього було розроблено власний комплексний підхід, за допомогою якого оцінка носить більш об'єктивний характер. Окрім аналізу методів було проаналізовано критерії, за допомогою яких проводиться оцінка закладів вищої освіти зараз. Було виділено п'ять основних критеріїв, які охоплюють найбільшу кількість показників – це надійність та достовірність інформації, легкість використання та доступність інформації, актуальність та своєчасність інформації, інтерактивність та залучення, інноваційність та технічні можливості.

На основі проведеного аналізу було розроблено алгоритм оцінки візуальної складової цифрової інфраструктури, який включає в себе чотири кроки: визначення ключових показників, нормування показників, визначення вагових коефіцієнтів та обчислення результуючого значення.

Даний алгоритм було апробовано на європейському підприємстві, що дає можливість отримання дуальної освіти. Разом з підприємством було сформовано стратегію для подальшого впровадження алгоритму та удосконалення рівня показників. За прогнозами рівень візуальної складової цифрової інфраструктури може вирости у більш ніж два рази. Такі прогнози дають мотивацію впровадити методи оцінки та ефективно їх використовувати.

Регулярна оцінка візуальної складової цифрової інфраструктури дасть можливість бачити актуальний стан системи, відслідковувати та усувати проблеми, що можуть з'являтися під час роботи. Ефективна система оцінки дасть змогу налагодити процес удосконалення цифрової інфраструктури.

Застосування розробленого алгоритму може допомогти в оцінці та покращенні візуальної складової цифрової інфраструктури закладів вищої освіти, що в свою чергу може сприяти розвитку цілої сфери.

Отже, оцінка візуальної складової цифрової інфраструктури є важливим інструментом для визначення якості цифрової інфраструктури закладів вищої освіти, що є особливо важливою частиною сучасного цифрового світу. Результати оцінки можуть бути використані для вдосконалення та покращення інфраструктури, забезпечення кращої доступності та надійності інформації, підвищення рівня інтерактивності та залучення до процесу освіти.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Tilson, D., Lyytinen, K., & Sørensen, C. (2010). Research Commentary: Digital Infrastructures: The Missing IS Research Agenda. *Information Systems Research*, 21(4), 748–759. Режим доступу: <http://www.jstor.org/stable/23015642>.
2. Scholz, R. W., Kley, M., & Parycek, P. (2020) Digital infrastructure as a public good: A European perspective, Berlin: Fraunhofer FOKUS: Kompetenzzentrum Öffentliche IT, p. 44. Режим доступу: <https://www.oeffentliche-it.de/documents/10181/14412/Digital+infrastructure+as+a+public+good+-+A+European+perspective>
3. Gagnon, M. P., & Shaw, J. (2016). *Digital Health in the Americas: Advances and Challenges*. Springer. С. 306
4. Digital Infrastructure for Development, World Bank, 2017 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/26508/9781464809440.pdf>
5. Maurushat, A. & Tawfik, H. (2018). Understanding the Cybersecurity Risks in Critical Infrastructure. In *Cybersecurity - Attack and Defense Strategies*. С. 49-64
6. A. W. Bates. *Technology, e-Learning and Distance Education*, Routledge, New York, NY, 2015.
7. R. M. Hartshorne, H. E. Friedel, and E. P. Hill. Factors affecting faculty use of educational technology: A national study. *Journal of Educational Computing Research*, vol. 39, no. 4, с. 417-436, 2008.
8. Cheng, E.C.K.; Wang, T. Institutional Strategies for Cybersecurity in Higher Education Institutions. *Information* 2022, 13, 192. <https://doi.org/10.3390/info13040192>
9. Srivastava TK, Waghmare LS, Jagzape AT, Rawekar AT, Quazi NZ,

Mishra VP. Role of information communication technology in higher education: learners perspective in rural medical schools. *J Clin Diagn Res.* 2014 Jun;8(6) p.91-96

10. Alexei, Arina & Alexei, Anotolie. (2021). Cyber Security Threat Analysis In Higher Education Institutions As A Result Of Distance Learning. *International Journal of Scientific & Technology Research.* Volume 10. 128-133.

11. Fernández, A., Gómez, B., Binjaku, K. et al. Digital transformation initiatives in higher education institutions: A multivocal literature review. *Educ Inf Technol* (2023).

12. Kruger, J. & Böhle, F. (2017). The Role of Digitalization in Dual Vocational Education and Training in Germany. *European Journal of Training and Development*, 41(6), 527-540. doi: 10.1108/EJTD-12-2016-0096.

13. Bridgeman, A., & Shipps, B. (2017). Impact of Visual Design on Learning. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 29(1), 22-33.

14. Ghai, A., & Tandon, U. (2022). Analyzing Impact of Aesthetic Visual Design on Usability of E-Learning: An Emerging Economy Perspective. *Higher Learning Research Communications*, 12 (2). DOI:[10.18870/hlrc.v12.i2.1325](https://doi.org/10.18870/hlrc.v12.i2.1325)

15. Kruger, J., & Böhle, F. (2017). The Role of Digitalization in Dual Vocational Education and Training in Germany. *European Journal of Training and Development*, 41(6), 527-540.

16. Pralle, Mandi Jo, "Visual design in the online learning environment" (2007). *Retrospective Theses and Dissertations.* 15036. <https://lib.dr.iastate.edu/rtd/15036>

17. Samaniego Erazo, Gonzalo Nicolay & Esteve-González, Vanessa & Vaca, Byron. (2015). Teaching and Learning in digital worlds: strategies and issues in higher education.

18. Khaleghi, M., Noorhidawati, A., & Selamat, A. (2011). A review of visual design elements and usability in websites. *International Journal of New*

Computer Architectures and Their Applications, 1(1), 188-200.

19. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.w3.org/TR/WCAG20/>.

20. WAVE Web Accessibility Evaluation Tool. (2022). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://wave.webaim.org/>

21. Adobe Acrobat Pro DC Accessibility Checker. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.adobe.com/accessibility/products/acrobat/using-acrobat-pro-accessibility-checker.html/>

22. AChecker. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://achecker.achecks.ca/guideline/view_guideline.php?id=2

23. Digital Quality Group. ARC Toolkit. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.tpgi.com/arc-platform/arc-toolkit/>

24. Tenon LLC. Tenon.io. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tenon.io/>

25. S. J. Kim, M. J. Chen, and M. J. Merriman. Technology adoption in higher education: A typology of instructional technology users. *Journal of Computing in Higher Education*, vol. 23, no. 1, pp. 1-21, 2011.

26. P. S. P. Wang, D. Zhang, and C. V. Ramamoorthy, "Methodologies and frameworks for quality of service and quality of experience," *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 35, no. 1, pp. 357-370, Jan. 2012.

27. A. J. Al-Ani, N. Al-Aboodi, and A. T. Al-Taani, "A review of digital infrastructure monitoring," *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 70, pp. 55-73, Oct. 2016

28. S. Venkatesan, V. Mahendran, and M. Rajesh, "A novel approach for monitoring and enhancing the performance of digital infrastructure," *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 78, pp. 103-112, Jan. 2017.

29. Kumar, A., & Kumar, N. (2020). Monitoring and Evaluation of Digital Infrastructure in Universities: Issues and Challenges. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 15(13), 115-128.

30. Borodkin, L., Maksimenko, Y., & Yanovskaya, M. (2020). Evaluation of

the digital infrastructure of a university. *Journal of Physics: Conference Series*, 1669(1), 012053.

31. Nielsen Norman Group. (2012). *University Website Guidelines* [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.nngroup.com/training/>

32. Webometrics [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.webometrics.info/en/Methodology>

33. Дуальна освіта. Міністерство освіти та науки [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/profesijno-tehnicna-osvita/reforma-profesijnoyi-osviti/derzhavno-privatne-partnerstvo-ta-dualna-osvita/dualna-osvita>

34. Messingschlager GmbH & Co. KG – офіційний веб-сайт. Режим доступу: <https://www.messingschlager.com>

35. J. Bennedsen, M. Caspersen, and M. Kjærgaard. Challenges in the Digitalization of Danish Higher Education. 2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), San Jose, CA, 2018, pp. 1-9. doi: 10.1109/FIE.2018.8658939

36. T. B. Gold, A. Katz, and G. J. Natriello. Digital technology and education reform in the United States. In A. Gewirtz, S. Ball, and I. Bowe (Eds.), *Markets, Choice, and Equity in Education*, Open University Press, Buckingham, UK, 1995, pp. 162-183.

37. Чорна О. С. Впровадження систем моніторингу комп'ютерних мереж університету [Текст] / О. С. Чорна, О. В. Калініченко // Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – 2015. – Т. 5. – С. 56-62.

38. Rubin, J., & Chisnell, D. (2008). *Handbook of Usability Testing: How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests* (2nd ed.).

39. Liu, H., Selker, T., & Ma, L. (2019). A/B Testing for Mobile App Design: A Case Study. *IEEE Access*, 7, 116264

40. Tullis, T. S., & Albert, B. (2013). *Measuring the user experience: collecting, analyzing, and presenting usability metrics*. Newnes.

41. Tullis, T. S., & Albert, B. (2013). *Measuring the user experience:*

collecting, analyzing, and presenting usability metrics. Newnes.

42. Holmqvist, K., Nyström, M., Andersson, R., Dewhurst, R., Jarodzka, H., & Van de Weijer, J. (2011). *Eye tracking: a comprehensive guide to methods, paradigms and measures*. Oxford University Press.

43. Wiley. O'Brien, H. L., & Toms, E. G. (2008). The development and evaluation of a survey to measure user engagement. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 59(2), 250-263.

44. Поліщук, В. Моніторинг і логування в DevOps: практичні приклади використання [Текст] / Володимир Поліщук, Дмитро Болдирєв, Дмитро Проскур'яков. - К.: Книги XXI, 2019. - 368 с.: іл. - ДСТУ EN 62760:2017.

45. Колесник, І. В. Методи моніторингу інформаційних систем: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. [Текст] / І. В. Колесник, С. В. Голіков, О. Ю. Ковальова. - К.: Центр учбової літератури, 2011. - 272 с. - ДСТУ 2716:2011.

46. Дворецький, І. І. Інформаційна безпека: Моніторинг захищеності інформаційної інфраструктури: Навчальний посібник [Текст] / І. І. Дворецький. - К.: НТУУ "КПІ", 2003. - 192 с. - ДСТУ 4279:2003.

47. Дворецький, І. І. Інформаційна безпека: Системи моніторингу безпеки інформаційних технологій: Навчальний посібник [Текст] / І. І. Дворецький, В. В. Довбня. - К.: НТУУ "КПІ", 2002. - 168 с. - ДСТУ 4155:2002.

48. Kim, G., Behr, K., & Spafford, G. (2015). *Best practices for monitoring infrastructure, applications and networks*. Portland, OR: IT Revolution Press.

49. Limoncelli, T., Hogan, C., & Chalup, S. (2016). *The practice of network and system administration*. Boston, MA: Addison-Wesley Professional.

50. Kim, G., Behr, K., & Spafford, G. (2018). *The Phoenix Project: A Novel About IT, DevOps, and Helping Your Business Win*. Portland, OR: IT Revolution Press.

51. Turnbull, J. (2018). *Monitoring with Prometheus*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.

52. Ligus, S. (2012). *Effective Monitoring and Alerting: For Web*

Operations. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.

53. Allspaw, J. (2008). *The Art of Capacity Planning: Scaling Web Resources*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.

54. Snook, J. (2012). *Scalable and Modular Architecture for CSS*. Berkeley, CA: A Book Apart.