

Харківський національний університет радіоелектроніки

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедри МСТ _____
(підпис)
« 18 » листопада 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

здобувачеві Боровинській Юлії Дмитрівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження AI-driven плагінів для покращення веб-інклюзивності на платформі WordPress

Затверджена наказом по університету від 08 листопада 2024 р. 1191 Ст


2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 16 січня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи
AI-driven плагіни, платформа WordPress, Skynet Accessibility Checker

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі
Вступ; Постановка задач дослідження; Огляд літератури за темою дослідження; Роль конструктора Wordpress; Плагіни та їхня AI-driven складова; Вибір та обґрунтування методів дослідження; Вибір та обґрунтування критеріїв оцінювання; Експериментальна частина; Економічна частина; Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (п. 5 включається до завдання за рішенням випускової кафедри)
Вступ; Обґрунтування актуальності дослідження; Цільова аудиторія; Постановка задач дослідження; Визначення основної гіпотези дослідження; проблеми дослідження; Поняття веб-інклюзивності; Створення WCAG; Типи веб-інклюзивності; Аналіз існуючих методів забезпечення веб-інклюзивності; Роль конструкторів, зокрема CMS Wordpress; Плагіни, їх види та значення для платформи Wordpress; Плагіни на основі штучного інтелекту; Обрані AI-driven плагіни для проведення дослідження; Обґрунтування вибору методів дослідження; Обґрунтування обраних критеріїв; Впровадження та оцінка функціональних можливостей плагінів; Розробка та реалізація практичних рекомендацій; Аналіз результатів імплементації рекомендацій; Економічна частина; Висновки

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

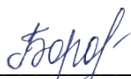
Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Основна частина	доц. Вовк О.В.		14.01.2025
Економічна частина	ас. Помогалова Н.В.		04.01.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Постановка задач дослідження, визначення цілей, гіпотези, обґрунтування актуальності.	1 листопада	виконано
2	Огляд літератури	5 листопада	виконано
3	Дослідження ролі AI-driven плагінів на платформі WordPress	9 листопада	виконано
4	Вибір AI-driven плагіни для проведення дослідження	14 листопада	виконано
5	Вибір та обґрунтування методів вирішення проблеми	17 листопада	виконано
6	Вибір та обґрунтування критеріїв оцінювання	18 листопада	виконано
7	Впровадження та оцінка функціональних можливостей плагінів	19 листопада	виконано
8	Розробка та реалізація практичних рекомендацій	8 грудня	виконано
9	Аналіз результатів імплементації рекомендацій	20 грудня	виконано
10	Економічна частина	04 січня	виконано
11	Оформлення пояснювальної записки	06 січня	виконано
12	Оформлення графічної частини	06 січня	виконано

Дата видачі завдання 18 листопада 2024 р.

Здобувач


(підпис)

Боровинська Ю.Д.

Керівник роботи


(підпис)

доц. Вовк О.В.
(посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи містить: 84 с., 14 табл., 23 рис., 35 джерел.

AI, ПЛАГІНИ, ВЕБ-ІНКЛЮЗИВНІСТЬ, WCAG, W3C, WORDPRESS, КОНСТРУКТОРИ, ІНВАЛІДНІСТЬ, WAI, ALL IN ONE ACCESSIBILITY, EQUALWEB ТА USERWAY, AI-DRIVEN, ДОСЛІДЖЕННЯ, КОНТЕНТ-АНАЛІЗ, ЕКСПЕРТ, АЛЬТЕРНАТИВА, РЕКОМЕНДАЦІЇ.

Метою дослідження є визначення оптимальних налаштувань веб-сайтів під час впровадження AI-driven плагінів на платформі WordPress для підвищення рівня інклюзивності.

Об'єктом дослідження є процес впровадження AI-driven плагінів для забезпечення інклюзивності веб-сайтів на платформі WordPress.

Предметом дослідження є вплив функціональних особливостей AI-driven плагінів на доступність веб-сайтів і задоволеність користувачів із різними потребами.

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи містить дослідження щодо впливу AI-driven плагінів на покращення веб-інклюзивності веб-сайтів на платформі WordPress для людей з інвалідністю та ситуативними обмеженнями. У кваліфікаційній роботі розглянуто наступні питання: визначено актуальність, цілі та задачі дослідження; розглянуто поняття веб-інклюзивності, її типи, проаналізовано існуючі методи забезпечення веб-інклюзивності, обрано та впроваджено AI-driven плагіни, розроблено та впроваджено рекомендації, проаналізовано результат, в ході якого доведено сформульовану гіпотезу дослідження.

Результатом роботи є розроблені рекомендації щодо забезпечення веб-інклюзивності на WordPress під час впровадження AI-driven плагінів.

ABSTRACT

The explanatory note to the qualification work includes: 84 p., 14 tab., 23 pic., 35 sources.

AI, PLUGINS, WEB ACCESSIBILITY, WCAG, W3C, WORDPRESS, WEBSITE BUILDERS, DISABILITY, WAI, ALL IN ONE ACCESSIBILITY, EQUALWEB, USERWAY, AI-DRIVEN, RESEARCH, CONTENT ANALYSIS, EXPERT, ALTERNATIVE, RECOMMENDATIONS.

The aim of the research is to determine the optimal configurations for websites when implementing AI-driven plugins on the WordPress platform to increasing web accessibility.

The object of the research is the process of implementing AI-driven plugins to ensure web accessibility on the WordPress platform.

The subject of the research is the impact of the functional features of AI-driven plugins on the accessibility of websites and the satisfaction of users with disabilities.

The explanatory note for the qualification work contains: a study on the impact of AI-driven plugins on improving the web accessibility of WordPress websites for individuals with disabilities and situational limitations. The qualification work addresses the following issues: the relevance, objectives, and tasks of the research are identified; the concept of web accessibility is examined; existing methods for ensuring web accessibility are analysed; AI-driven plugins are implemented; recommendations are developed and implemented; and the results are analysed, substantiating the formulated research hypothesis.

The result of the work is a set of recommendations for ensuring web accessibility on the WordPress platform through the implementation of AI-driven plugins.

ЗМІСТ

	С.
СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	8
ВСТУП.....	9
1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	10
1.1 Обґрунтування актуальності дослідження.....	10
1.2 Цільова аудиторія	11
1.3 Постановка задач дослідження	11
1.4 Визначення основної гіпотези дослідження	13
2 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	14
2.1 Поняття веб-інклюзивності.....	14
2.2 Дослідження веб-інклюзивності. Створення WCAG	16
2.3 Типи веб-інклюзивності.....	18
2.4 Аналіз існуючих методів забезпечення веб-інклюзивності	19
2.5 Роль конструкторів, зокрема CMS WordPress, у забезпеченні веб-інклюзивності	21
3 ПЛАГІНИ ТА ЇХНЯ AI-DRIVEN СКЛАДОВА	24
3.1 Плагіни, їх види та значення для платформи WordPress.....	24
3.2 Плагіни на основі штучного інтелекту.....	26
3.3 Обрані AI-driven плагіни для проведення дослідження.....	27
4 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	31
4.1 Обґрунтування вибору методів дослідження.....	31
4.2 Обґрунтування обраних критеріїв	32
5 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ	38
5.1 Впровадження та оцінка функціональних можливостей плагінів	38
5.2 Розробка та реалізація практичних рекомендацій щодо забезпечення веб-інклюзивності, впроваджуючи AI-driven плагіни	55
5.3 Аналіз результатів імплементації рекомендацій	59

6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	72
6.1 Характеристика науково-дослідного рішення	72
6.2 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата	72
6.3 Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР	75
6.4 Оцінка результатів науково-дослідної роботи.....	78
ВИСНОВКИ	80
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	81

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

W3C – World Wide Web Consortium або Консорціум Всесвітньої павутини.

WAI – Web Accessibility Initiative або Ініціатива з веб-інклюзивності.

WCAG – Web Content Accessibility Guidelines або керівництво з доступності веб-контенту.

ADA – Americans with Disabilities Act або Закон про американців з інвалідністю.

EN 301 549 – європейський стандарт, який визначає вимоги, яким повинні відповідати продукти та послуги, засновані на інформаційно-комунікаційних технологіях, щоб ними могли користуватися люди з обмеженими можливостями.

CSR – Corporate social responsibility або Корпоративна соціальна відповідальність.

UX – User experience, це те, як користувач взаємодіє з продуктом, системою або послугою та отримує від них досвід.

AI – Artificial intelligence або штучний інтелект, це набір технологій, які дозволяють комп'ютерам виконувати різноманітні складні функції

SEO – search engine optimization, це практика орієнтації веб-сайту на вищі позиції на сторінці результатів пошукової видачі (SERP), щоб обрані веб-сайти отримували більше трафіку.

ВСТУП

Актуальність даного дослідження у 2025 році є надзвичайно високою з огляду на вирішальне значення доступності цифрових ресурсів у правовій, етичній та практичній сферах. За даними WHO за 2023 рік, понад 1 мільярд людей у світі (15% населення) живуть із формою інвалідності, а в Європі, згідно з даними Eurostat, ця цифра сягає 27 мільйонів осіб, або 27% від населення континенту. Це потребує інклюзивних рішень для веб-платформ, адже забезпечення доступності веб-сайтів дозволяє всім користувачам, включаючи людей із порушеннями зору, слуху чи когнітивних функцій, мати рівний доступ до інформації. AI-driven плагіни для WordPress здатні автоматизувати функції інклюзивності, як перетворення тексту в мовлення, зчитувачі тексту з екранів та генерація альтернативного тексту для зображень, що сприяє зручності користування для широкої аудиторії, включно з користувачами із ситуативними обмеженнями.

Крім того, забезпечення веб-інклюзивності стає критичним фактором для бізнесу, зокрема завдяки законодавчим вимогам, таким як WCAG, ADA та EN 301 549, які зобов'язують компанії забезпечувати доступність або наражають їх на ризики судових позовів і репутаційних втрат. Інклюзивні сайти не лише підвищують SEO-показники завдяки структурованості контенту, але й залучають більше трафіку, підвищують конверсію та зміцнюють корпоративну соціальну відповідальність (CSR), що позитивно впливає на репутацію бренду в очах сучасних свідомих споживачів. Використання AI-driven плагінів для створення інклюзивного контенту на WordPress, на якому побудовано 43% світових сайтів, дозволяє малим та середнім бізнесам відповідати нормативним вимогам та виділятися серед конкурентів, орієнтуючись на інновації та адаптацію до технологічного прогресу.

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Обґрунтування актуальності дослідження

За оцінкою World Health Organization (WHO) у 2023 році понад мільярд людей, або близько 15% світового населення, живуть з тією чи іншою формою інвалідності, що підкреслює значну потребу в інклюзивних цифрових рішеннях та підкреслює нагальність питання [1]. Оскільки понад 43% усіх веб-сайтів у світі створено на WordPress, покращення доступності на цій платформі може широко вплинути на інклюзивність користувачів [2]. В цей час WordPress плагіни на основі штучного інтелекту обіцяють автоматизувати такі важливі інклюзивні функції, як перетворення тексту на мову в режимі реального часу, згенерований штучним інтелектом альтернативний текст для зображень і адаптивна навігація, зменшуючи ручне навантаження на розробників і роблячи Інтернет більш зручним для різноманітної аудиторії.

Крім того, нормативно-правова база, що регулює питання доступності, наприклад, європейський стандарт EN 301 549 та Керівництво з доступності веб-контенту (WCAG 2.1), встановлює все більш суворі стандарти, які важко виконати власноруч, особливо для малих підприємств і приватних осіб. Лише у Європі, де на WordPress працює приблизно 35% усіх бізнес-сайтів, інструменти доступності на основі ШІ могли б спростити дотримання вимог, зменшивши щорічний ризик судових позовів щодо інклюзивності.

Корпоративна соціальна відповідальність (CSR) за останні роки набрала неабиякого обговорення. Оскільки споживачі стають все більш свідомими і віддають перевагу брендам, які активно підтримують соціальні ініціативи, в тому числі інклюзивність, дотримання вимог інклюзивності може допомогти бренду виділитися серед конкурентів, покращити його репутацію та сприяти підвищенню лояльності користувачів.

Дане дослідження охоплює не лише технічні рішення, але й надає інформацію про можливість ефективного дотримання нормативних вимог.

1.2 Цільова аудиторія

Цільова аудиторія – це визначена група осіб, які мають спільні потреби, інтереси або характерні риси поведінки і є потенційними споживачами продукту, послуги чи інформації [3].

Цільова аудиторія даного дослідження охоплює веб-розробників, дизайнерів користувацького досвіду (UX), фахівців з доступності та власників малого та середнього бізнесу (SMB), які підтримують або керують веб-сайтами, створеними на платформі WordPress, не зважаючи на стать, вік, чи рівень кваліфікації.

Обрана цільова аудиторія безпосередньо зацікавлена у забезпеченні доступності цифрового контенту для широкого кола користувачів, зокрема для людей з інвалідністю, включаючи людей з порушеннями зору, слуху, опорно-рухового апарату, когнітивними та ситуативними порушеннями.

До цієї аудиторії також належать політики та юридичні консультанти, які займаються питаннями дотримання стандартів доступності, таких як WCAG 2.1 та EN 301 549. Характерними рисами цієї аудиторії є потреба в практичних і економічно ефективних рішеннях, що відповідають вимогам законодавства.

Крім того, дослідження охоплює організації, які прагнуть зменшити ризики, пов'язані з судовими позовами за невідповідність вимогам, і підвищити загальне задоволеність користувачів.

1.3 Постановка задач дослідження

Зважаючи на нагальність даного дослідження, а також його правове, етичне та практичне значення, було сформульовано мету, об'єкт та предмет

дослідження. Надалі також сформовано перелік завдань для досягнення поставленої мети кваліфікаційної роботи.

Метою дослідження є визначення оптимальних налаштувань веб-сайтів під час впровадження AI-driven плагінів на платформі WordPress для підвищення рівня інклюзивності.

Це спрямовано на розширення доступності веб-ресурсів для різноманітної аудиторії та підвищення рівня користувацького задоволення.

Об'єктом дослідження є процес впровадження AI-driven плагінів для забезпечення інклюзивності веб-сайтів на платформі WordPress.

Предметом дослідження є вплив функціональних особливостей AI-driven плагінів на доступність веб-сайтів і задоволеність користувачів із різними потребами.

Для досягнення поставленої мети в ході виконання кваліфікаційної роботи магістра слід вирішити наступні завдання:

- провести дослідження наявних наукових матеріалів щодо інклюзивності веб-сайтів та плагінів WordPress;
- визначити плагіни на основі ШІ, орієнтовані на веб-інклюзивність;
- обрати та обґрунтувати доцільність методів дослідження;
- встановити критерії для оцінки ефективності та впливу різних AI-driven плагінів на інклюзивність;
- обрати типи веб-сайтів для проведення дослідження;
- впровадити обрані плагіни та провести аналіз їх функціональності;
- оцінити відповідність плагінів поставленим цілям веб-інклюзивності;
- сформулювати практичні рекомендації щодо впровадження плагінів для ефективного покращення веб-інклюзивності на WordPress;
- проаналізувати роботу плагінів із застосуванням рекомендацій.

1.4 Визначення основної гіпотези дослідження

Використання AI-driven плагінів для покращення веб-інклюзивності здатне забезпечити зручний і рівноправний доступ до веб-ресурсів для людей з різними видами інвалідності, враховуючи як фізичні особливості, так і соціальні аспекти інклюзивності. На основі аналізу функціональності даних плагінів, які орієнтовані на розширення охоплення ринку та дотримання законодавчих вимог, можна встановити оптимальні рекомендації щодо впровадження плагінів та налаштування веб-сайтів, які забезпечать відповідність критеріям інклюзивності, підвищать взаємодію споживачів із веб-сайтами, та позитивно вплинуть на користувацький досвід (UX) на платформі WordPress. Завдяки більш структурованому та інклюзивному контенту, такі сайти можуть підвищити свою конкурентоспроможність, відповідати стандартам корпоративної соціальної відповідальності (CSR) та бути готовими до інтеграції нових технологій, орієнтованих на інклюзивність.

Для перевірки сформульованої гіпотези пропонується оцінка якості функціонування плагінів на підставі визначених критеріїв та формулювання висновків щодо їх впровадження.

2 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Поняття веб-інклюзивності

У 2024 році веб-інклюзивність набуває вирішального значення з різних причин, що охоплюють правову, етичну та практичну сфери. Оскільки великий відсоток людей покладаються на цифрові платформи, забезпечення веб-інклюзивності має важливе значення для соціальної інтеграції, успіху в бізнесі та дотримання нормативних вимог, що постійно удосконалюються. Існує низка причин, чому інклюзивність є критичною необхідною.

1. Розширення охоплення ринку. Понад 1 мільярд людей у світі живуть з інвалідністю відповідно до дослідження World Health Organization (WHO) у 2023 році [1]. З яких 27 мільйонів за даними Eurostat проживають у Європі, що становить 27% від населення континенту [4] (рис. 2.1-2.2).

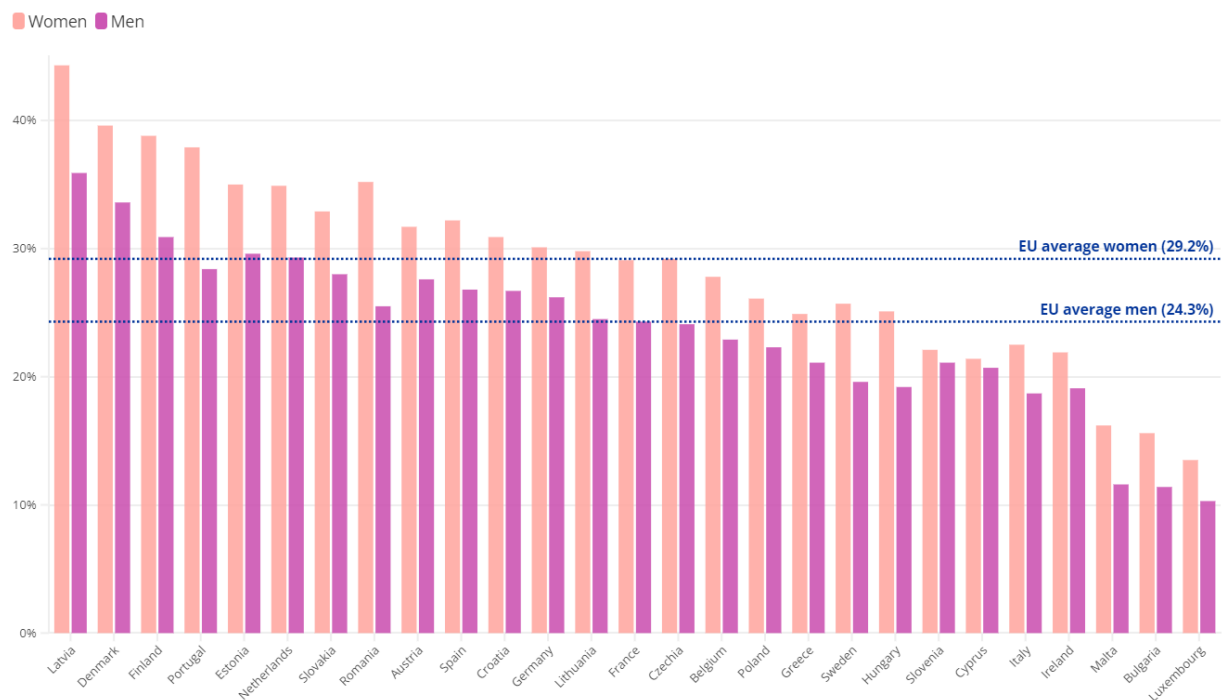


Рисунок 2.1 – Відсоток європейців з інвалідністю

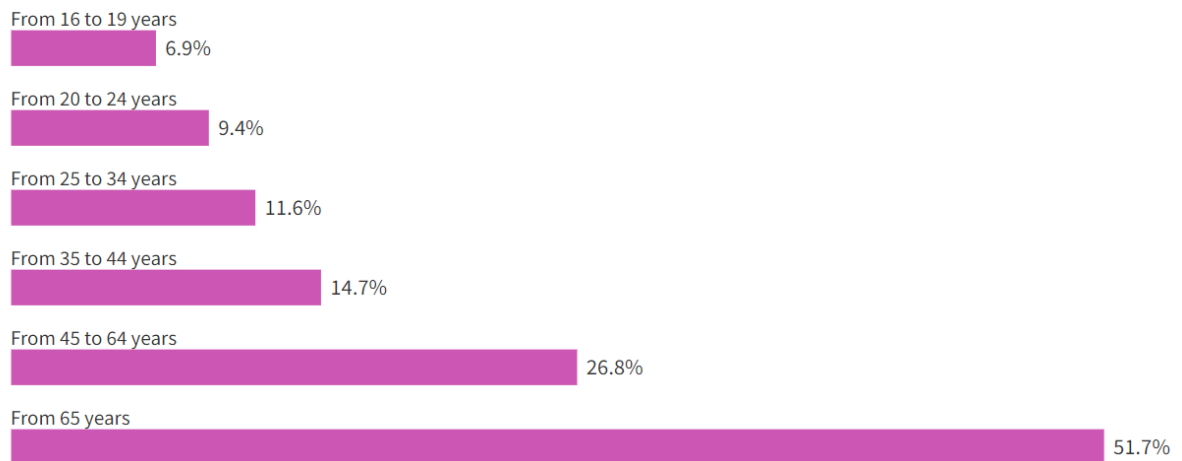


Рисунок 2.2 – Віковий діапазон європейців з інвалідністю

У 2023 році частка жінок з інвалідністю була вищою, ніж частка чоловіків у всіх країнах-членах ЄС. В середньому в ЄС 29,2% жіночого населення мають інвалідність порівняно з 24,3% чоловічого населення.

Інклюзивний веб-сайт гарантує, що всі, зокрема люди з інвалідністю, тобто з порушеннями зору, слуху, когнітивних функцій або опорно-рухового апарату, мають рівний доступ до цифрових ресурсів, інформації та послуг. Також важливо враховувати старіння населення, яке звикло покладатися на технології для отримання основних послуг, та його майбутні проблеми, наприклад, із зором, слухом та інше. Саме функції інклюзивності, такі як клавіатурна навігація, опції перетворення тексту в мовлення, налаштування розміру тексту, сприяють покращеного користувацького досвіду (UX), підвищуючи зручність використання для кожного, включаючи тих, хто має ситуативні обмеження (наприклад, зламана рука або перебування в шумному середовищі).

2. Законодавчі вимоги та їх дотримання. Багато країн впроваджують і посилюють закони, що зобов'язують забезпечувати веб-інклюзивність. Наприклад, Керівництво з доступності веб-контенту (WCAG) [5], Закон про права американців з інвалідністю (ADA) [6] у США, Європейський стандарт EN 301 549[7], та багато інших відповідно до законодавства кожної країни. За останні роки організації стали свідками збільшення кількості судових позовів за недоступність цифрових платформ. Наразі відповідність вимогам допомагає бізнесу уникнути дорогих судових баталій і репутаційних втрат.

3. SEO та переваги для бізнесу. Інклюзивні веб-сайти часто більш структуровані, з описом посилань, і відповідно краще узгоджуються з принципами пошукової оптимізації (SEO). В свою чергу, це покращує пошукові рейтинги, що призводить до збільшення трафіку та кращої видимості. Оскільки інклюзивні веб-сайти часто є більш зручним для користувачів, це призводить до зниження показника відмов і підвищення коефіцієнта конверсії, полегшуючи користувачам з обмеженими можливостями здійснення транзакцій, читання контенту або підписку на послуги.

4. Корпоративна соціальна відповідальність (CSR) [8]. У 2024 році споживачі є більш свідомими і їх приваблюють бренди, які демонструють прихильність до соціальних питань, включаючи інклюзивність. Таким чином інклюзивність може виділити бренд серед конкурентів, покращити репутацію та підвищити лояльність користувачів.

5. Інновації та орієнтація на майбутнє. Зважаючи на нові технології, а саме розпізнавання голосу, системи «розумного дому» та доповнена і віртуальна реальність, інклюзивні веб-сайти мають кращі можливості для адаптації.

2.2 Дослідження веб-інклюзивності. Створення WCAG

Дослідження питання веб-інклюзивності розпочалося з появою Інтернету в 1990-х роках. Тім Бернерс-Лі, винахідник Всесвітньої павутини, підкреслював, що Інтернет повинен бути доступним для всіх, включаючи людей з інвалідністю [9]. «Сила Інтернету в його універсальності. Доступ для всіх, незалежно від інвалідності, є важливим аспектом,» – зазначав, директор W3C (World Wide Web Consortium) [10]. Це бачення призвело до створення Ініціативи веб-інклюзивності WAI (Web Accessibility Initiative) в рамках Консорціуму Всесвітньої павутини (W3C), яка стала основоположним етапом у створенні стандартизованих керівних принципів і практик для забезпечення інклюзивності на просторах Інтернету [11]. Згодом з'явилися такі стандарти доступності, як Керівництво з доступності веб-контенту WCAG (Web Content

Accessibility Guidelines), спрямоване на те, щоб зробити онлайн-контент та інструменти доступними для користувачів з різними потребами. Настанови WAI стали еталоном веб-інклюзивності та заклали міцну основу для подальших досліджень у цій галузі, особливо для застосування у сфері вищої освіти, державному управлінні, охороні здоров'я та інших секторах.

Керівництво з доступності веб-контенту (WCAG). Керівництво було розроблено Консорціумом Всесвітньої павутини (W3C) в рамках його Ініціативи з доступності веб-контенту (WAI), починаючи з WCAG 1.0 у 1999 році [12]. Ці рекомендації є глобальним стандартом для забезпечення інклюзивності веб-контенту для людей з інвалідністю, гарантуючи, що веб-сайти є сприйнятливими, функціональними, зрозумілими та надійними (POUR). WCAG 2.0, випущений у 2008 році, отримав широке міжнародне визнання, а у 2018 році вийшов WCAG 2.1, який врахував мобільну доступність та користувачів з вадами зору і когнітивними порушеннями. На ці керівні принципи посиляються в законах про доступність у багатьох країнах, зокрема в США, Канаді, Австралії та країнах-членах ЄС, що робить їх основним світовим еталоном доступності веб-контенту. Наразі випущено оновлення рекомендацій WCAG 2.2, які зосереджені на інклюзивності для веб-користувачів зі слабким зором, когнітивними та навчальними порушеннями, а також руховими порушеннями, включаючи доступ на пристроях із сенсорним екраном. Нині розробляється нова редакція WCAG 3.0, яка охопить ще ширші потреби цифрової інклюзивності [13].

WCAG став важливим міжнародним стандартом, на який спираються законодавчі акти багатьох країн, зокрема ADA у США та EN 301 549 у Європейському союзі.

Закон про американців з інвалідністю (ADA). Він був прийнятий у США у липні 1991 році Конгресом США з метою запобігання дискримінації людей з інвалідністю в різних сферах суспільного життя, зокрема на робочих місцях, у громадських місцях, транспорті та засобах зв'язку, і надалі у цифровому світі (розділ III).

EN 301 549 – це європейський стандарт доступності, створений у 2014 році Європейським інститутом телекомунікаційних стандартів (ETSI) за дорученням Європейської комісії. Це юридично обов'язкова вимога для цифрових продуктів і послуг, особливо для органів державного сектору, в усіх країнах-членах ЄС. Стандарт включає в себе настанови WCAG 2.1 для веб-сайтів і мобільних додатків і поширюється на цифрові інструменти, програмне забезпечення та електронні пристрої, аби забезпечити рівний доступ для людей з інвалідністю.

2.3 Типи веб-інклюзивності

Усвідомити вплив Ініціативи з веб-доступності (WAI) можна за рахунок ознайомлення із типами веб-інклюзивності, до якої вона звертається. Вивчаючи інклюзивність, корисно звертати увагу на унікальність потреб користувачів. Тобто важливо класифікувати інклюзивність за різними типами інвалідності, фізичними обмеженостями, які вона намагається врахувати. Загалом, веб-інклюзивність можна розділити на декілька основних типів, відповідно до рекомендацій WCAG 2.2 [14].

1. Візуальна інклюзивність – для користувачів з порушеннями зору, включаючи сліпоту, слабкий зір і дальтонізм. Заходи: сумісність з пристроями для читання з екрана (альтернативний текст для зображень, іконок); висококонтрастні теми; масштабований текст (можливість збільшення розміру тексту без втрати структури макета).

2. Слухова інклюзивність – для користувачів з порушеннями слуху. Заходи: Субтитри для мультимедіа, транскрипції (подкасти), сурдопереклад жестової мови.

3. Моторна та фізична інклюзивність – для користувачів з обмеженою дрібною моторикою, тремором або іншими фізичними проблемами, які впливають на їхню здатність взаємодіяти з пристроями введення, такими як миша. Заходи: навігація за допомогою клавіатури, голосові команди та

розпізнавання мови, гнучкі таймери (уникнення або збільшення часових обмежень на взаємодію).

4. Когнітивна та навчальна інклюзивність. Когнітивні та навчальні розлади охоплюють широкий спектр, включаючи дислексію, СДУГ та порушення пам'яті. Заходи: чітка та проста мова (відсутність жаргону), послідовна навігація та макети, запобігання помилкам за допомогою надання пропозицій, інструкцій або підказок.

5. Доступність для людей з нападами та фізичними інклюзивність – для користувачів, схильних до нападів або фізичних реакцій, наприклад, хворих на епілепсію. Заходи: уникнення миготливого контенту, можливість вимкнути анімацію та візуальні ефекти.

Також існує узагальнений тип веб-інклюзивності, як доступність для людей із ситуативними обмеженнями. Даний тип включає людей із тимчасовими складностями, наприклад, зламана частина тіла, депресія або психологічна травма, часткова втрата пам'яті тощо.

2.4 Аналіз існуючих методів забезпечення веб-інклюзивності

Враховуючи наскільки довго існує питання веб-інклюзивності, створено низку методів задля забезпечення доступності веб-сайті якомога ширшій аудиторії. Наразі серед ключових методів є: ручне вдосконалення за допомогою HTML і CSS; використання розширень (Browser Extensions) і інструментів браузерів; використання бібліотек (Accessibility Libraries) і фреймворків, орієнтованих на веб-доступність; а також безпосередньо управління інклюзивністю контенту. Ці підходи мають на меті забезпечити дотримання WCAG стандартів та сприяти підвищенню глобальної доступності веб-середовища. Кожен з методів певним чином доповнює один одного, а саме:

– ручне вдосконалення за допомогою HTML і CSS. Використання семантичного HTML: такі теги, як `<header>`, `<nav>`, `<main>`, `<article>` і

<section> надають структуру і сенс вмісту. Наприклад, семантична розмітка допомагає зчитувачам з екрана зрозуміти мету і контекст різних розділів веб-сторінки [15]. Додавання альтернативного тексту до зображень: описові атрибути alt до тегів гарантують, що зображення будуть доступними для користувачів з вадами зору. Наприклад, замість слова «зображення» опис може містити «фотографія жінки, яка працює за ноутбуком». Оптимізація колірного контрасту: достатній контраст кольору тексту і фону покращує читабельність для користувачів зі слабким зором або дальтоніків. Покращення читабельності за допомогою CSS: створення індикаторів фокусування для інтерактивних елементів. Наприклад, контур кнопки при наведенні містить характеристики, як 5px суцільний синій, забезпечить кращу видимість для користувачів [16];

– розширення та інструменти браузера. Даний метод надає практичні способи тестування або покращення веб-доступності без глибоких знань програмування. Розширення Color Enhancer перевіряє кольори тексту та фону сайту та покращує відповідно до стандартів веб-інклюзивності [17]. Розширення Screen Reader, симулятор зчитування з екрану, зчитує текстові елементи для користувачів з вадами зору [18]. Розширення Monochrome Mode Switch робить веб-сайт монохромного кольору, що в свою чергу полегшує сприйняття веб-сайту людям із, наприклад, дальтонізмом або хворим на епілепсію;

– бібліотеки та фреймворки доступності. Це вже готові бібліотеки та фреймворки, орієнтовані на веб-доступність, для створення інклюзивних користувацьких інтерфейсів. Наприклад, бібліотека React надає інструменти для створення UI елементів із вбудованою підтримкою веб-доступності для атрибутів [19]. CSS-фреймворки Bootstrap та Foundation включають доступні компоненти, такі як кнопки та модальні елементи, розроблені з урахуванням ARIA та клавіатурної навігації;

– управління інклюзивністю контенту. Структурування вмісту за допомогою заголовків, як <h1>, <h2>, забезпечує ієрархічну організацію

контенту, покращуючи навігацію для допоміжних технологій. Надання описового тексту посилання пояснює їх призначення, наприклад, «дізнайтеся більше про доступність» замість «натисніть тут». Додавання транскриптів і субтитрів до аудіо- та відеоконтенту, щоб усі користувачі могли отримати доступ до інформації. Не покладатися лише на кольори, а додавати підказки, такі як візерунки або текстові мітки, щоб підтримати користувачів з дальтонізмом або схожими хворобами.

Відповідно, поєднуючи дані методи, можна покращити веб-інклюзивність. Однак, такий підхід потребує багато ресурсів, а саме часу, кваліфікації та обізнаності у даній сфері, що підтверджує свою витратомісткість.

2.5 Роль конструкторів, зокрема CMS WordPress, у забезпеченні веб-інклюзивності

Розглянувши існуючі методи забезпечення веб-інклюзивності, можна простежити, що веб-інклюзивність все більше перетворюється на базову вимогу, а не додаткову опцію у розробці сучасних цифрових продуктів [20]. Такий інструмент, як конструктори сайтів відіграють у цьому ключову роль, оскільки значна частина веб-сайтів, а саме 23 мільйони з 194 мільйонів активних сайтів побудована за їх допомогою [21]. Вони пропонують прості інструменти для швидкого налаштування та широкий вибір адаптивних шаблонів, інтеграція AI-плагінів дозволяє автоматично оптимізувати сайти для різних груп користувачів, роблячи їх інклюзивними та зручними для усіх.

Конструктори сайтів – це онлайн-інструменти, які дозволяють користувачам створювати, проектувати та керувати сайтами без необхідності глибокого знання програмування [22]. Ці інструменти пропонують готові шаблони, редактори з функцією перетягування елементів, блоків та їх детального налаштування, спрощуючи процес створення та управління сайтом. Конструктори сайтів стали популярними, оскільки пропонують простий, ефективний і економний спосіб створення продукту, доступний як

для новачків, так і для досвідчених розробників. Вони особливо популярні серед малого бізнесу, підприємців та приватних осіб. Платформи вирізняються і гнучкістю та пропонують численні теми, варіанти кастомізації та інтеграції, задовольняючи різні потреби споживачів [23]. Провідними платформами на ринку конструкторів сайтів є Wix, Shopify та WordPress.

Wix – це конструктор сайтів із простим редактором перетягування блоків, що дає змогу користувачам різних рівнів створювати сайти без кодування. Конструктор пропонує величезну бібліотеку з понад 800 шаблонів і великий App Market, де користувачі можуть додавати різні функції, такі як бронювання, електронна комерція та інтеграція з соціальними мережами. Завдяки вбудованим інструментам SEO, мобільної оптимізації та маркетинговим функціям, таким як email-розсилки, Wix допомагає підвищити видимість та охоплення в Інтернеті. Функції електронної комерції дозволяють користувачам ефективно керувати інтернет-магазинами, а підтримка клієнтів 24/7 та посібник використання роблять його доступним і надійним для початківців та малого бізнесу.

Shopify – це провідна платформа електронної комерції, відома своїми комплексними інструментами, розробленими спеціально для інтернет-магазинів, що робить її ідеальною для бізнесу будь-якого розміру. Вона пропонує надійний набір функцій, включаючи управління запасами, обробку платежів, що дозволяє користувачам керувати процесами сайту. Shopify включає тисячі плагінів для додавання різних функцій, таких як автоматизація маркетингу, відгуки клієнтів і розширена аналітика. Завдяки безпечним і швидким способам оплати, інтеграції з гігантами, як Amazon, Instagram, Shopify допомагає максимізувати охоплення та продажі бізнесу. Shopify надає підтримку клієнтів 24/7 та навчальні посібники.

WordPress – це поширена система управління контентом (CMS), відома своєю гнучкістю, масштабованістю та потужною спільнотою з відкритим вихідним кодом, що робить її найкращим вибором для веб-сайтів усіх типів. На WordPress створено близько 43,5% (472 мільйони) усіх веб-сайтів у світі,

враховуючи активні та неактивні, 35% (8 мільйонів) з 23 мільйонів активних сайтів у Європі [24]. Він пропонує високий рівень кастомізації завдяки великій бібліотеці з понад 70 000 плагінів і 12 000 тем. Ці плагіни надають різноманітні функціональні можливості, від електронної комерції до SEO, користувацької аналітики та інструментів інклюзивності, що дозволяє користувачам пристосувати свій сайт до конкретних бізнес- або особистих потреб.

На відміну від Wix і Shopify, які мають більш обмежені можливості налаштування, WordPress дозволяє повністю контролювати дизайн, функціональність і хостинг, що робить його досить універсальним, починаючи від невеликих блогів до великих корпоративних сайтів.

В Європі модель WordPress з відкритим вихідним кодом є особливо привабливою, оскільки вона забезпечує відповідність вимогам GDPR [25], багатомовну підтримку, а саме понад 120 мов та інтеграцію з європейськими хостинг-провайдерами. Крім того, WordPress підтримує WooCommerce, найпопулярніший плагін для електронної комерції, який забезпечує роботу близько 28% всіх інтернет-магазинів у світі, підтримуючи популярні європейські платіжні системи, як Klarna.

Ключовою перевагою WordPress є широка екосистема плагінів, які допомагають вдосконалювати веб-сайти, робити дизайн відповідним до стандартів WCAG та підвищувати інклюзивність.

3 ПЛАГІНИ ТА ЇХНЯ AI-DRIVEN СКЛАДОВА

3.1 Плагіни, їх види та значення для платформи WordPress

Плагіни – це додаткові програмні компоненти, призначені для розширення функціональності веб-сайту. Вони дозволяють користувачам налаштовувати та вдосконалювати свої веб-сайти без необхідності кодування, додаючи такі функції, як SEO-оптимізація, покращення безпеки, електронна комерція, інструменти інклюзивності та інші.

Для платформи WordPress плагіни – це певні розширення, які покращують функціональність, естетику та продуктивність веб-сайтів. Платформа надає цілий ряд різних видів плагінів, які дозволяють веб-розробникам, дизайнерам та адміністраторам швидше знаходити необхідні рішення під конкретні потреби та цілі [26]. Відповідно WordPress виділяє наступні види плагінів.

1. Контент та дизайн плагіни. Плагіни зосереджені на покращенні візуальної складової та структурної організації сайту. Основні приклади включають віджети вмісту та редактори сторінок. Віджети вмісту – це плагіни, які динамічно відображають певні типи контенту, такі як нещодавні публікації в блозі, популярні статті або стрічки соціальних мереж, у визначених розділах сайту. Редактори сторінок пропонують редагувати інтерфейс за допомогою перетягування блоків, де користувачі здатні створювати власні макети і візуально привабливі дизайни, не маючи глибоких знань з програмування. Прикладами є Elementor і WPBakery.

2. Функціональні плагіни. Дані плагіни розширюють робочі можливості сайтів WordPress, роблячи їх більш універсальними для конкретних випадків використання, такі як: плагіни форм, електронної комерції та членства. Плагіни форм дозволяють інтегрувати кастомізовані форми, такі як контактні форми, форми зворотного зв'язку або модулі

підписки, покращуючи взаємодію з користувачами. Плагіни для електронної комерції, такі як WooCommerce, перетворюють сайти WordPress на повноцінні інтернет-магазини, надаючи такі функції, як списки товарів, платіжні шлюзи та управління запасами. Плагіни членства призначені для створення контенту з обмеженим доступом або веб-сайтів на основі певної приналежності, ці плагіни полегшують управління підпискою і призначення ролей користувачів.

3. Плагіни продуктивності та безпеки. Плагіни необхідні для підтримки надійної та ефективної роботи веб-сайту, такі як: плагіни кешування та безпеки. Плагіни кешування зберігають статичні версії веб-сторінок, за допомогою чого значно зменшують навантаження на сервер і покращують швидкість завантаження сторінок. Прикладами є WP Super Cache і W3 Total Cache. Плагіни безпеки, такі як Wordfence і Sucuri, забезпечують захист від несанкціонованого доступу, шкідливих програм та інших кіберзагроз, гарантуючи цілісність даних веб-сайту.

4. Плагіни для SEO та маркетингу з метою оптимізації видимості та підвищення охоплення веб-сайту. SEO-плагіни, як Yoast SEO та Rank Math, допомагають оптимізувати контент сайту для пошукових систем за допомогою аналізу ключових слів, управління мета-тегами та покращення читабельності. Плагіни для соціальних мереж дозволяють безперешкодно інтегрувати функції соціальних мереж, включно з кнопками обміну та відображенням стрічки в реальному часі, що сприяє залученню користувачів. Плагіни аналітики пропонують детальну інформацію про структуру трафіку і поведінку користувачів, та відповідно допомагають власникам сайтів приймати рішення на основі даних. Прикладами плагінів є Google Analytics для WordPress.

5. Плагіни для покращення медіа та контенту. Плагіни покращують управління та доставку візуального та мультимедійного контенту, такі як: плагіни для оптимізації зображень та для роботи з відео та мультимедіа. Плагіни для оптимізації зображень, як Smush, стискають і оптимізують

зображення без шкоди для якості, підвищуючи швидкість роботи сайту. Плагіни для роботи з відео та мультимедіа розширюють можливості роботи з мультимедіа, надаючи можливості вбудовування, налаштування та відтворення.

б. Спеціалізовані плагіни. Вони відповідають вимогам певній ніші веб-сайтів. Плагіни-календарі подій дозволяють планувати, керувати та відображати події, разом з функціями RSVP. Плагіни резервного копіювання та відновлення слугують для захисту даних, як UpdraftPlus, та надають можливості автоматичного резервного копіювання та відновлення, забезпечуючи безперервність бізнесу в разі надзвичайних ситуацій.

Знання видів WordPress плагінів та вміння ефективно поєднувати їх дозволяє користувачам досягти більшої кастомізації своїх веб-сайтів. Використання різних плагінів сприяє покращенню користувацького досвіду та спрощує управління сайтом, водночас запобігаючи перевантаженню системи зайвими розширеннями. Це в свою чергу підтверджує важливість плагінів для платформи WordPress.

3.2 Плагіни на основі штучного інтелекту

Серед різних видів плагінів особливу увагу привертають плагіни на основі штучного інтелекту. Штучний інтелект (ШІ) все більше змінює функціональність всіх звичних нам сервісів [27]. ШІ впливає на можливості та корисність плагінів WordPress, впроваджуючи автоматизацію, персоналізацію і розширену аналітику [28]. ШІ розширює межі користувачів, допомагаючи їм досягати своїх цілей швидше та інколи професійніше у багатьох аспектах.

1. Автоматизація та створення контенту. Плагіни на основі ChatGPT, допомагають створювати високоякісний контент, автоматизувати повторювані завдання і навіть складати відповіді на запити клієнтів у режимі реального часу.

2. Фільтрація спаму. Akismet використовує машинне навчання для виявлення та блокування спам-коментарів з високою точністю, підтримуючи якість взаємодії з користувачами.

3. Інклюзивність та доступність. Інструменти, як All in One Accessibility, використовують штучний інтелект для створення альтернативного тексту для зображень і налаштування функцій сайту для користувачів з обмеженими можливостями.

4. Покращення SEO. RankMath використовує рекомендації на основі ШІ для оптимізації SEO на сторінці, аналізу стратегій конкурентів і поліпшення таргетингу за ключовими словами.

5. Мовний переклад. Можливості перекладу в режимі реального часу на основі ШІ дають змогу веб-сайтам обслуговувати багатомовну аудиторію, розширюючи їхнє глобальне охоплення.

Ці досягнення на основі штучного інтелекту не тільки покращують функціональність веб-сайтів, але й спрощують процеси управління, пропонуючи індивідуальні рішення для задоволення мінливих запитів користувачів [29].

Поєднання гнучкості, відповідності європейським стандартам і доступу до передових технологій робить WordPress більш адаптивним, інклюзивним і економічно вигідним рішенням для бізнесу у Європі.

3.3 Обрані AI-driven плагіни для проведення дослідження

Наразі WordPress пропонує низку плагінів для покращення веб-інклюзивності, проте деякі з них мають тільки Beta версію AI-driven рішень, яку тільки тестують. Відповідно до вищезазначеного, для проведення дослідження було виокремлено 3 AI-driven плагіни, які спроможні покращити веб-інклюзивність: All in One accessibility, EqualWeb та UserWay.

1. Плагін All in One Accessibility пропонує широкий набір функцій і мовну підтримку, що робить дуже універсальним доступним рішенням.

Інструменти на основі штучного інтелекту задовольняють найрізноманітніші потреби в доступності, від порушень зору до когнітивних проблем [30].

Ключовими особливостями є:

- плагін надає понад 70 функцій для забезпечення доступності, включаючи зчитування з екрану, а також інструменти голосової навігації;
- підтримує 140 мов, що робить його ідеальним для бізнесу з глобальною аудиторією;
- включає попередньо встановлені профілі (режими), адаптовані для користувачів з певними обмеженими можливостями, такими як СДУГ, дислексія, порушення зору та пропонує налаштування для зменшення відволікання; покращення для полегшення читання; інструменти для допомоги користувачам з поганим зором або сліпим;
- містить інструменти зі штучним інтелектом такі, як: екранний зчитувач, голосова навігація, виправлення зображень із автоматичним генеруванням альтернативного тексту (alt-text) для зображень.

Великий набір функцій та широка підтримка різних мов, виділяють плагін серед інших. Завдяки підтримці 140 мов і більш ніж 70 функціям доступності, він обслуговує глобальну і різноманітну базу користувачів, забезпечуючи інклюзивність у різних регіонах і для людей з обмеженими можливостями.

2. Плагін EqualWeb розроблений для забезпечення доступності веб-сайтів та відповідності законодавчим і нормативним стандартам, таким як ADA та WCAG 2.2. Він пропонує зручний інтерфейс та інноваційний помічник віджетів зі штучним інтелектом для персоналізації [31].

Основними характеристиками є:

- 27 функцій доступності: EqualWeb включає широкий спектр функцій, таких як налаштування зчитування з екрану, клавіатурна навігація та голосові команди, що робить його придатним для користувачів з різними видами інвалідності;

- мовна підтримка: підтримує 32 мови, забезпечуючи глобальне охоплення та інклюзивність для різноманітної аудиторії;
- моніторинг відповідності в режимі реального часу: Ця функція гарантує, що веб-сайти залишаються оновленими та відповідають новим стандартам доступності, таким як ADA та WCAG 2.2. Плагін відстежує потенційні проблеми та сповіщає власників веб-сайтів про невідповідність;
- асистент віджетів зі штучним інтелектом: цей інноваційний інструмент дозволяє користувачам керувати функціями доступності за допомогою голосових або текстових команд, створюючи індивідуальний досвід перегляду веб-сторінок;
- швидке встановлення: налаштування віджету займає лише кілька хвилин, що робить його зручним рішенням для компаній, які потребують негайного покращення доступності;
- адаптованість до потреб: EqualWeb дозволяє користувачам адаптувати налаштування доступності до потреб конкретних груп користувачів, пропонуючи персоналізований та інклюзивний досвід.

Особливістю плагіну є моніторинг відповідності в режимі реального часу, що дає компаніям впевненість у тому, що їхній веб-сайт постійно відповідає вимогам доступності. Такий підхід знижує ризик виникнення юридичних скарг і забезпечує дотримання стандартів.

3. Плагін UserWay на основі штучного інтелекту спрощує процес забезпечення доступності веб-сайтів. Плагін зосереджений на автоматизації та зручності використання, сканує веб-сайти на наявність проблем і пропонує інструменти для їх ефективного вирішення [32].

Основними можливостями є:

- автоматичне сканування та виправлення: плагін використовує штучний інтелект для виявлення та усунення проблем доступності на всьому веб-сайті, заощаджуючи час і зменшуючи ручні зусилля;
- покращення контрастності кольорів: покращує читабельність для користувачів з вадами зору або дальтоніків;

- регулювання міжрядкового інтервалу: покращує досвід читання для людей з дислексією або іншими труднощами читання;
- голосова навігація: дозволяє користувачам переміщатися по веб-сайту за допомогою голосових команд, покращуючи доступність для людей з обмеженими можливостями пересування;
- відповідність стандартам WCAG: забезпечує відповідність останнім стандартам WCAG, допомагаючи компаніям уникати юридичних ризиків і створюючи інклюзивний досвід роботи в Інтернеті;
- налаштування в один клік: плагін розроблений для легкої інтеграції з веб-сайтами, що вимагає мінімальних технічних знань.

Плагін UserWay вирізняється своїми можливостями автоматизації, зокрема здатністю автоматично сканувати веб-сайти, виявляти проблеми з доступністю та виправляти їх. Ця функція робить його особливо корисним для поточного обслуговування та дотримання вимог, дозволяючи компаніям підтримувати доступність своїх веб-сайтів без постійного ручного втручання.

Отже, кожен плагін має свої унікальні переваги, задовольняючи різні потреби та вподобання користувачів.

4 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

4.1 Обґрунтування вибору методів дослідження

Перед кожним дослідником постає питання підтвердження чи спростування висунутої раніше гіпотези. Метод дослідження – це така послідовність дій або операцій, за допомогою яких здобувається й обґрунтовується нове знання в науці. Методи дослідження поділяються на загальнонаукові і спеціальні, що застосовуються в конкретній галузі науки. До загальнонаукових належать методи емпіричного дослідження: спостереження, порівняння, вимір, експеримент, моніторинг; методи теоретичного дослідження, загальні методи [33]. Правильний вибір методу визначає системність, об'єктивність та надійність результатів, що в свою чергу забезпечує практичну цінність дослідження.

Зважаючи на мету дослідження, виокремлено наступні 2 методи: контент-аналіз та метод експертних оцінок.

Контент-аналіз спрямований на кількісний та якісний аналіз наукових матеріалів, технічної документації щодо функціональних можливостей AI-driven плагінів. У межах дослідження цей метод дає змогу систематизувати й інтерпретувати отримані дані, виявити ключові тенденції у впровадженні веб-інклюзивних технологій, а також оцінити, наскільки доступні й ефективні плагіни у вирішенні поставлених завдань. Він також сприяє розробці критеріїв оцінки ефективності плагінів і дозволяє обґрунтувати практичні рекомендації щодо їх налаштувань.

Метод експертних оцінок, у свою чергу, базується на знаннях, професійних навичках та досвіді фахівців, що забезпечує прийняття максимально обґрунтованого рішення. Метод допомагає ґрунтувати підхід до вирішення проблеми, сформулювати кількісні показники для подальшого аналізу. Під час дослідження метод експертних оцінок передбачає залучення

кваліфікованих фахівців для оцінки функціональних особливостей плагінів з огляду на їх здатність забезпечувати інклюзивність веб-ресурсів для різних категорій користувачів. Цей метод є особливо актуальним у контексті дослідження, оскільки дозволяє визначити працездатність плагінів та рівень задоволеність користувачів від взаємодії із веб-ресурсами на платформі WordPress.

Таким чином, обрані методи дослідження є релевантними до поставлених завдань, оскільки забезпечують комплексний підхід до аналізу проблематики. Застосування контент-аналізу методу сприяє структурованому аналізу даних для виокремлення можливостей плагінів та формулювання рекомендацій щодо забезпечення веб-інклюзивності, тоді як експертний метод дозволяє отримати фахові оцінки та враження від взаємодії із веб-сайтами, що є необхідним для досягнення мети дослідження.

4.2 Обґрунтування обраних критеріїв

WCAG слугує всеосяжним стандартом для розробки інклюзивного веб-контенту та оцінки інклюзивності веб-сайтів, відповідно він встановлює уніфікований набір критеріїв, які окреслюють вимоги для забезпечення інклюзивності для всіх користувачів.

Керівництво ґрунтується на чотирьох основоположних принципах: сприйнятливість, функціональність, зрозумілість і надійність. Ці принципи стосуються найважливіших аспектів доступності, включаючи такі елементи, як використання альтернативного тексту для зображень, підтримка клавіатурної навігації, відповідний колірний контраст, чіткі і стислі інструкції та сумісність з допоміжними технологіями.

Серед основних критеріїв оцінки ефективності AI-driven плагінів WordPress для забезпечення веб-інклюзивності, слід виокремити насамперед інклюзивність як показник зручності та легкості використання для різних груп користувачів із обмеженими можливостями.

Відповідно до стандартів веб-інклюзивності, а саме WCAG 2.2, EN 301 549, а також з урахуванням різних типів інвалідності, сформовано наступний перелік критеріїв для оцінювання можливостей AI-driven плагінів на предмет інклюзивності на платформі WordPress контент-аналіз методом:

1. Сприйнятність.

Для людей з вадами зору:

- альтернативний текст: зображення, іконки та графічні елементи, супроводжуються описом для зчитувачів з екрана. Наявність субтитрів до відеоконтенту;

- контрастність і налаштування розміру контенту. Можливість для користувачів налаштовувати розмір, колір і контрастність тексту, особливо у елементах, як кнопки, банери та спливаючі вікна.

Для людей з вадами слуху – аудіо- та відеоальтернативи. Наявність транскриптів до аудіо. Плагіни не повинні відтворювати аудіоконтент автоматично, або є можливість вимкнути цю функцію.

Для людей з когнітивними та неврологічними порушеннями:

- спрощений контент і зрозумілі макети. Макети повинні бути логічно і чітко структуровані;

- узгодження тексту та візуальних елементів. Плагіни повинні надавати узгодженість стилів тексту, заголовків та візуальних елементів, щоб зменшити когнітивне навантаження та покращити розпізнавання контенту, особливо в динамічних його областях.

2. Функціональність.

Для людей з обмеженими фізичними можливостями:

- навігація за допомогою клавіатури та голосових команд без миші. Такі функції, як динамічні меню, повинні бути доступні за допомогою клавіатури або голосових команд, пристроїв перемикання. Жодна функція не повинна покладатися на перетягування або інші взаємодії лише за допомогою миші;

- опції перетворення тексту в мовлення;

– часові обмеження. Наявність можливості користувачам призупинити, зупинити або налаштувати хронометровані функції, такі як слайд-шоу, обертання контенту або поява підказок/сповіщень.

Для людей з когнітивними та неврологічними порушеннями:

– простота інтерфейсу та інтуїтивна навігація. Плагіни не повинні порушувати передбачувану навігацію сайтом і не вносять раптових змін;

– зменшення кількості миготливого або анімованого контенту. Контент повинен уникати швидкого миготіння і відволікаючої анімації, які можуть викликати роздратування, розлади нервової системи.

Для людей з вадами зору – чіткі індикатори фокусування. Індикатори фокусування на інтерактивних елементах є чіткими і видимими для користувачів з порушеннями зору. Ці індикатори повинні бути очевидними на динамічному контенті. Наприклад, стан фокусу кнопки, посилання і тд.

3. Зрозумілість.

Для людей з когнітивними порушеннями:

– читабельний і зрозумілий текст. Плагін повинен надавати додаткові пояснення доступною мовою для широкої аудиторії до складного контенту, якщо ШІ генерує їх автоматично;

– зрозумілі інструкції та повідомлення про помилки. Форми, мітки та інтерактивні функції повинні надавати чіткі інструкції та зрозумілі повідомлення про помилки.

Для людей з вадами мовлення – альтернативи мовному вводу. Плагін повинен подбати, щоб будь-яка функція мовного введення, наприклад, взаємодія з чат-ботом, має невербальні альтернативи (наприклад, набір тексту або заздалегідь налаштовані відповіді) для користувачів з порушеннями мовлення.

Для людей з вадами зору – читабельні лейбли та мовні теги. Плагін повинен розпізнавати та зчитувати лейбли форм, плейсхолдери, підказки та бути сумісний з пристроями для зчитування з екрана. Також інтерфейс повинен містити правильні мовні теги для багатомовного контенту.

4. Надійність.

Сумісність з допоміжними технологіями. Всі функції плагіну повинні працювати безперебійно з екранними зчитувачами, системами голосового введення та альтернативними вказівними пристроями.

5. Додаткові критерії:

– упередженість та інклюзивність. Плагіни не повинні базуватись на упередженнях, які можуть викликати занепокоєння або плутанину. Особливо застосовувати стереотипи в контексті раси, статі, віку та інвалідності;

– контроль над контентом. Оновлення або рекомендації, створені плагінами, не повинні заважати користувачам і надають чіткі візуальні підказки, такі як сповіщення або звуковий зворотний зв'язок;

– юзабіліті-тестування. Плагіни повинні відповідати вимогам користувачам із різними видами інвалідності. Функціонал на основі ШІ повинен демонструвати зручність використання для людей з когнітивними, фізичними, слуховими, зоровими та мовленнєвими порушеннями;

– налаштування плагіну та його інтерфейс. Документація/налаштування плагіна повинні бути побудовані лаконічно та стисло, інтерфейс повинен бути максимально простим, інтуїтивним та зручним для усіх користувачів.

Зважаючи на дослідження, керівництво WCAG 2.2 і EN 301 549, встановлено ще один перелік критерії для методу експертних оцінок. Кожен критерій супроводжується 4-бальною шкалою оцінювання (де 1 означає погане виконання завдання, а 4 – відмінне виконання). Дані критерії допоможуть отримати комплексні результати та скласти більш конструктивний висновок стосовно дослідження.

Перелік критерій наведений у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Перелік критеріїв порівняння за бальною шкалою

Критерій	Опис критерію	Шкала оцінювання
1	2	3
Альтернативний текст для зображень та графічних елементів.	Необхідно оцінити, якою мірою веб-сайт надає описовий і точний альтернативний текст для зображень, іконок та графічних елементів. Критерій забезпечує доступність для користувачів, які покладаються на екранні зчитувачі.	4 – Усі графічні елементи мають чіткий, описовий та контекстуально відповідний альтернативний текст. 3 – Більшість елементів мають описовий текст, з незначними неточностями. 2 – Деякі елементи мають альтернативний текст, але він неповний або нерелевантний. 1 – Альтернативний текст відсутній або погано реалізований на веб-сайті.
Налаштування тексту та читабельність	Необхідно оцінити наявність та ефективність опцій для налаштування розміру тексту, стилю шрифту та контрастності кольорів для кращої читабельності. Критерій допомагає особам зі слабким зором, дислексією або іншими порушеннями зору.	4 – Доступні комплексні можливості налаштування тексту, зручні для користувача та висока контрастність. 3 – Більшість налаштувань працюють ефективно, але можуть мати обмеження (наприклад, недостатній вибір шрифтів або часткове дотримання контрастності). 2 – Обмежені можливості кастомізації. 1 – Немає варіантів налаштування тексту, що суттєво впливає на сприйняття.
Навігація за допомогою клавіатури	Необхідно перевірити, наскільки добре веб-сайт підтримує навігацію виключно за допомогою клавіатури, забезпечуючи доступ до всіх меню, кнопок і форм без використання миші. Критерій є важливим для користувачів з фізичними обмеженнями або тих, хто використовує альтернативні пристрої введення.	4 – Всі інтерактивні елементи повністю доступні за допомогою клавіатури з логічним порядком вкладок та видимими індикаторами фокусування. 3 – Більшість елементів доступні, з незначними проблемами юзабіліті або невідповідностями в навігації. 2 – Значні прогалини в доступності клавіатури, що обмежують навігацію. 1 – Клавіатурна навігація погано підтримується або повністю відсутня.
Індикатори фокусування	Необхідно проаналізувати чіткість індикаторів фокусу для інтерактивних елементів, таких як кнопки, посилання та поля введення. Видимі індикатори фокусування допомагають користувачам, які покладаються	4 – Чіткі та послідовні індикатори фокусування присутні для всіх інтерактивних елементів. 3 – Індикатори є видимими для більшості елементів, але іноді нечіткими або непослідовними. 2 – Індикатори погано розроблені.

Продовження таблиці 4.1

1	2	3
	на клавіатуру або зчитувачів з екрану, визначити свою поточну позицію.	або їх важко розрізнити. 1 – Немає видимих індикаторів фокусу, що ускладнює навігацію.
Доступність форм та зворотній зв'язок щодо помилок	Необхідно оцінити лейбли форм, інструкції та повідомлення про помилки, щоб переконатися, що форми мають інтуїтивний інтерфейс та з ними легко взаємодіяти. Доступність форми допомагає користувачам уникати помилок і пришвидшувати їх заповнення.	4 – Усі форми мають чіткі позначення, корисні інструкції та повідомлення про помилки. 3 – Форми загалом зрозумілі, але може бракувати інтуїтивно зрозумілого зворотного зв'язку. 2 – Форми частково містять з незрозумілі підписи або пояснення. 1 – У формах відсутні позначки, не мають структури зворотнього зв'язку.
Інтеграція голосової навігації та допоміжних технологій	Необхідно оцінити сумісність веб-сайту з голосовою навігацією та допоміжними технологіями, такими як зчитувачі з екрану або програмне забезпечення для розпізнавання мови. Цей критерій забезпечує інклюзивність для користувачів з порушеннями зору, опорно-рухового апарату або когнітивними порушеннями.	4 – Повністю сумісний з голосовою навігацією; безперешкодний користувацький досвід. 3 – Загалом сумісний, але з окремими технічними проблемами. 2 – Часткова сумісність; значні проблеми перешкоджають функціональності. 1 – Мінімальна підтримка або відсутність підтримки допоміжних технологій.
Узгодженість макету та змісту	Необхідно вивчити структури сайту та його контенту, оцінити його логічність та сприйнятність. Послідовний дизайн допомагає користувачам інтуїтивно орієнтуватися та розуміти контент, особливо тим, хто має когнітивні порушення.	4 – Макет і структура контенту є чіткими, послідовними та інтуїтивно зрозумілими на сайті. 3 – Макет здебільшого узгоджений, але деякі сторінки мають проблеми з юзабіліті. 2 – Неузгодженість макета сайту ускладнює навігацію. 1 – Неструктурований і заплутаний макет, що перешкоджає використанню сайту.
Безупереджений та інклюзивний дизайн	Необхідно оцінити, чи уникає веб-сайт стереотипів або упереджень у своєму контенті, зображеннях та функціональності, забезпечуючи інклюзивність для всіх демографічних груп. Критерій сприяє рівності та повазі.	4 – Зміст та дизайн повністю вільні від упереджень та стереотипів. 3 – Незначні проблеми з інклюзивністю. 2 – Певні аспекти сайту упередженості, або мають стереотипи у змісті або дизайні. 1 - наявні значні упередження.

5 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

5.1 Впровадження та оцінка функціональних можливостей плагінів

Контент-аналіз – це якісно-кількісний метод для систематичного дослідження текстової, візуальної чи медійної інформації, який дозволяє виділити ключові теми, ідеї, тренди та інші важливі характеристики в межах великого масиву даних. Це структурований процес, який полягає у категоризації інформації для виявлення закономірностей та тенденцій. Контент-аналіз часто використовують для дослідження текстів наукових публікацій, звітів, блогів, форумів, і технічної документації за заданими критеріями.

Застосування контент-аналізу передбачає структурузації зібраної інформації. Метою його використання є визначення функціональних можливостей AI-driven плагінів та оцінка їх ефективності на шляху до покращення інклюзивності. Результати контент-аналізу дозволяють не тільки оцінити вплив плагінів на веб-інклюзивність, але й розробити чіткі рекомендації щодо вибору та впровадження найефективніших рішень. Таким чином, контент-аналіз сприяє формуванню обґрунтованих та практично корисних висновків, які допоможуть спільноті WordPress поліпшити веб-інклюзивність.

Контент-аналіз надає розуміння, наскільки добре плагіни на платформі WordPress, керовані штучним інтелектом, відповідають стандартам веб-доступності. За рахунок оцінки відповідності оплагінів до обраних критерій, можна проаналізувати функціональність, інтерфейс і зручність взаємодії із веб-сайтами. Критерії поділено на п'ять груп:

1. Сприйнятність. Аналіз доступності контенту для всіх користувачів шляхом адаптації до їхніх сенсорних потреб.

Включаючи можливості, такі як:

- альтернативний текст;
- налаштування контрастності та розміру тексту;
- альтернативні аудіо- та відеоматеріали;
- спрощений контент і зрозумілі макети.

2. Оперативність. Аналіз взаємодії з плагінами незалежно від фізичних можливостей користувачів.

Включаючи можливості, такі як:

- клавіатурна та голосова навігація;
- опції перетворення тексту в мовлення;
- регулювання часу;
- зменшення миготіння та анімації;
- видимі індикатори фокусування.

3. Зрозумілість. Аналіз контенту на інтуїтивність та зрозумілість для сприйняття всіх користувачів:

- читабельний і зрозумілий текст;
- чіткі інструкції та повідомлення про помилки;
- альтернативи невербального введення;
- читабельні мітки та мовні теги.

4. Надійність. Перевірка забезпечення надійності плагінів та сумістності з допоміжними технологіями. Всі функції плагіна повинні легко інтегруватися з пристроями для зчитування з екрана, системами голосового введення та альтернативними пристроями.

5. Додаткові критерії. Перевірка інклюзивності, юзабіліті та контролю користувача. Оновлення або рекомендації штучного інтелекту повинні бути ненав'язливими, пропонуючи чіткі візуальні підказки або слуховий зворотний зв'язок, наприклад, сповіщення або звукові підказки. Плагіни повинні бути протестовані на сумісність з користувачами з різними обмеженнями (когнітивними, фізичними, слуховими, зоровими та мовленнєвими).

Для даного дослідження обрано наступні 3 AI-driven плагінів: All in One accessibility, EqualWeb та UserWay. Всі три плагіни слугують для покращення доступності веб-сайтів та дозволяють налаштувати сайти згідно з вимогами WCAG (Web Content Accessibility Guidelines), EN 301 549 та ще багатьма світовими стандартами. Плагіни орієнтовані на охоплення широкої аудиторії користувачів за допомогою встановлених наборів налаштувань для різних груп людей із певними обмеженими можливостями, надають рівний доступ до інформації і орієнтовані на підвищення рівня задоволеності споживачів. Кожен плагін містить попередньо встановлені профілі (режими), адаптовані для користувачів з певними обмеженими можливостями.

Кожен плагін вирізняється за допомогою своєї провідної особливості. Плагін All in One Accessibility вирізняється широким набором функцій і багатомовною підтримкою. Пропонує понад 70 функцій доступності та сумісність зі 140 мовами. Визначальною особливістю плагіна EqualWeb є моніторинг відповідності в режимі реального часу, який допомагає компаніям підтримувати постійне дотримання стандартів доступності. UserWay вирізняється своїми можливостями автоматизації, зокрема автоматичним скануванням веб-сайтів для виявлення та усунення проблем доступності. Це робить його особливо цінним для поточного обслуговування, дозволяючи компаніям підтримувати доступність веб-сайтів з мінімальними ручними зусиллями.

Дослідження проведено на корпоративних веб-сайтах. Даний тип сайтів презентує компанії на просторах Інтернету, метою якого є інформування клієнтів, партнерів та співробітників про діяльність, цінності та пропозиції організації. Корпоративні сайти формують імідж бренду, підкреслюють експертність компанії в певній галузі, а також забезпечують легкий доступ до інформації про продукти, послуги та новини компанії. Такий сайт є важливим інструментом для зміцнення довіри, залучення нових клієнтів і партнерів та підтримки постійної комунікації з аудиторією.

Для проведення дослідження обрано корпоративний сайт компанії L3S.de – це німецький дослідницький центр, який є всесвітньо відомим завдяки своїм передовим дослідженням у галузі штучного інтелекту, зокрема, у сферах медицини, виробництва, науки та освіти. Сайт містить інформацію про компанію (історія, місія, цінності), дослідницьку діяльність, контактну інформацію, має власний електронний журнал та портал новин.

Наступним корпоративним (з елементами бізнесу/неприбутковості) веб-сайтом обрано DAISEC.de, Європейський центр цифрових інновацій у сфері штучного інтелекту та кібербезпеки, який належить управлінню сектору Нижньої Саксонії. Сайт надає інформацію про свої послуги та ініціативи у сфері штучного інтелекту (ШІ) та кібербезпеки. Веб-сайт орієнтований на бізнес (наприклад, малі та середні підприємства, стартапи та державні установи), пропонуючи індивідуальну підтримку для проєктів з цифровізації. Його новинний блок додає інформаційний компонент, щоб тримати користувачів в курсі подій. Оскільки сайт фінансується Європейським Союзом, він відповідає неприбутковим цілям підтримки державних установ та бізнесу на безоплатній основі.

Третім корпоративним (з елементами академічного/дослідницького) сайтом обрано CAIMed.de – науково-дослідний центр Нижньої Саксонії з вивчення штучного інтелекту та причинно-наслідкових методів у медицині. CAIMed зосереджується на дослідженнях і розробках у галузі штучного інтелекту та медицини, спрямованих на розвиток персоналізованої охорони здоров'я та лікування поширених захворювань. Висвітлює співпрацю між університетами та дослідницькими групами, орієнтований на науковців, медичних працівників та дослідників. Наявність блоку новин передбачає регулярне оновлення інформації про хід досліджень або анонсів, що посилює інформаційний аспект.

Для успішного аналізу роботи плагінів на платформі WordPress, виокремлено наступні етапи дослідження з використанням контент-аналіз методу:

- аналіз початкового стану веб-сайтів;
- встановлення та налаштування плагінів;
- взаємодія із плагінами;
- оцінка забезпечення інклюзивності відповідно до встановлених критерій: сприйнятність, функціональність, зрозумілість, надійність, додаткові критерії;
- фіксування спростереженого.

Відповідно першим кроком є аналіз початкового стану веб-сайтів. Перед встановленням плагінів на веб-сайти, проаналізовано їх поточний стан, а саме перевірено веб-інклюзивність на фронтенд та бекенд частинах сайтах. Відповідно виявлено наступне:

- сприйнятність: занижкий контраст контенту, відсутність Alt текст у графічних елементів, відсутня ієрархія заголовків;
- функціональність: відсутність доступного меню для швидкого переміщення по сторінках (skip navigation); відсутність чітких індикаторів станів кнопок/посилань, відсутність зрозумілих фокус-стилів, що робить елементи важко помітними під час навігації, навігація за допомогою клавіатури пропускає елементи сайту, такі як кнопки, картинки, перестрибуючи від блоку до блоку;
- зрозумілість: неправильні лейбли кнопок, посилання не відкриваються в нових вікнах, довгі текстові блоки без розбивки;
- надійність: відсутній зчитувач з екрану, надмірне використання зображень замість тексту, повторювані значення атрибутів;
- додаткові критерії: автоматичне відтворення анімації без можливості вимкнення.

Загалом на сайті відсутня будь-яка кастомізація для користувача, як збільшення тексту, зменшення візуального навантаження за рахунок контрастності, функції перетворення тексту у мовлення, транскрипти або описи до зображень.

Це також підтверджують отримані дані із графіків дослідження веб-інклюзивності (рис. 5.1-5.3).

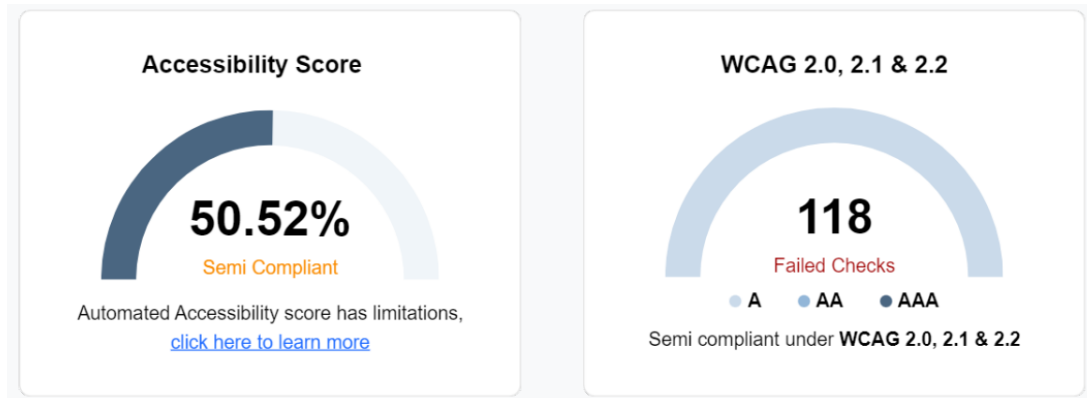


Рисунок 5.1 – Звіт рівня інклюзивності L3S веб-сайту до впровадження плагіну All in One accessibility

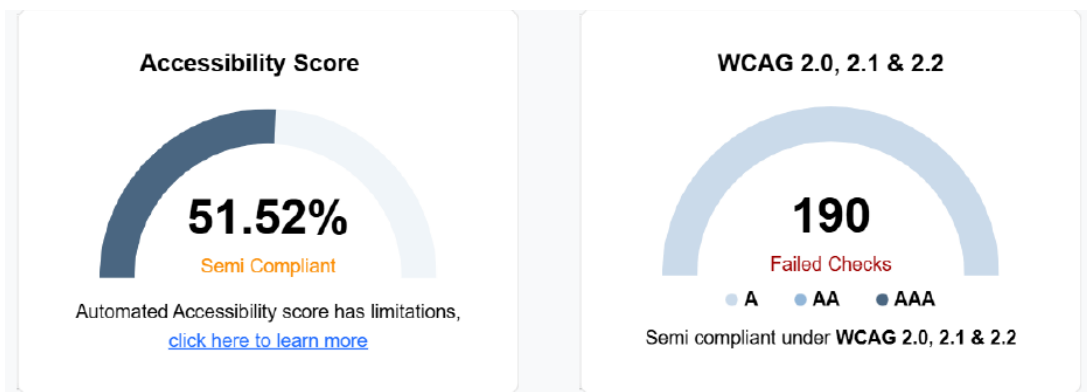


Рисунок 5.2 – Звіт рівня інклюзивності DAISEC веб-сайту до впровадження плагіну EqualWeb

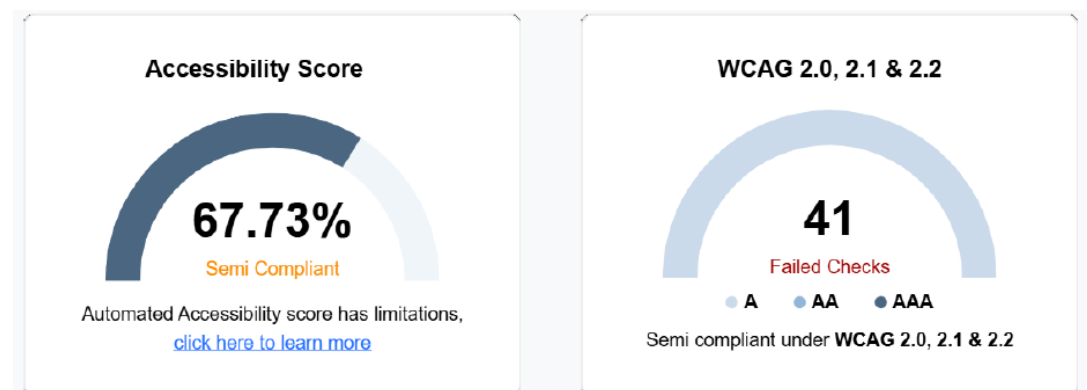


Рисунок 5.3 – Звіт рівня інклюзивності CAIMed веб-сайту до впровадження плагіну UserWay

Надалі підключено плагіни та налаштовано їх відображення. Для веб-сайту L3S встановлено плагін All in One accessibility, для веб-сайту DAISEC – EqualWeb, для веб-сайту CAIMed – UserWay.

Налаштування відображення плагіну All in One accessibility:

- іконка: людина;
- розмір: середній;
- колір: помаранчевий;
- розміщення: посередині праворуч;
- мова: англійська;
- акцент зчитувача з екрану: американський акцент, жіночий голос.

Налаштування відображення плагіну EqualWeb:

- іконка: людина;
- розмір: маленький;
- колір: темно-помаранчевий;
- форма: коло;
- розміщення: знизу ліворуч;
- мова: англійська.

Налаштування відображення плагіну UserWay:

- іконка: людина;
- розмір: великий;
- колір: бузковий;
- розміщення: посередині ліворуч;
- мова: англійська.

Досліджуючи роботу плагінів на сайтах, можна зазначити, що фронтенд сайтів зазнає відразу помітних змін, адже плагіни надають можливість адаптувати інтерфейс для людей з вадами зору, слуху, опорно-рухового апарату, дальтоніків, дислексією, когнітивними розладами, проблемами з навчанням, судомними нападами, епілепсією та СДУГ. Всі плагіни акцентували увагу на наступних групах людей із такими обмеженнями:

– зорові обмеження: люди з частковою або повною втратою зору, а також користувачі, що мають труднощі з фокусуванням і читанням тексту через кольорову сліпоту або низький зір;

– порушення когнітивних функцій: користувачі з труднощами обробки інформації, розуміння тексту або складності через надмірну кількість інформації на екрані;

– фізичні обмеження: користувачі, які обмежені у використанні миші та можуть залежати від клавіатурної навігації або альтернативних методів управління;

– неврологічні порушення: люди, які чутливі до анімацій та можуть відчувати дискомфорт від миготіння чи динамічних змін контенту.

Щоб оцінити ефективність плагінів, було змодельовано різні сценарії, зокрема з вадами зору.

Плагін All-in-One Accessibility (рис. 5.4-5.5) пропонує готовий набір декількох функцій для покращення доступності для користувачів з вадами зору.

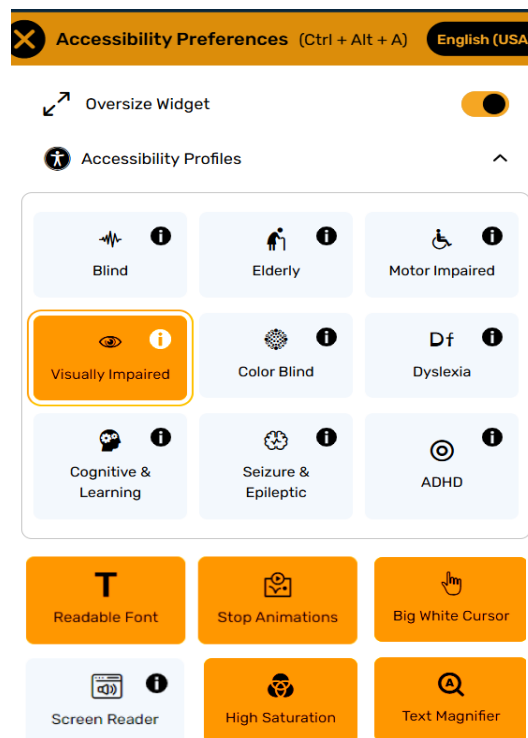


Рисунок 5.4 – Готовий набір налаштувань плагіну All-in-One Accessibility для профілю користувачів із вадами зору

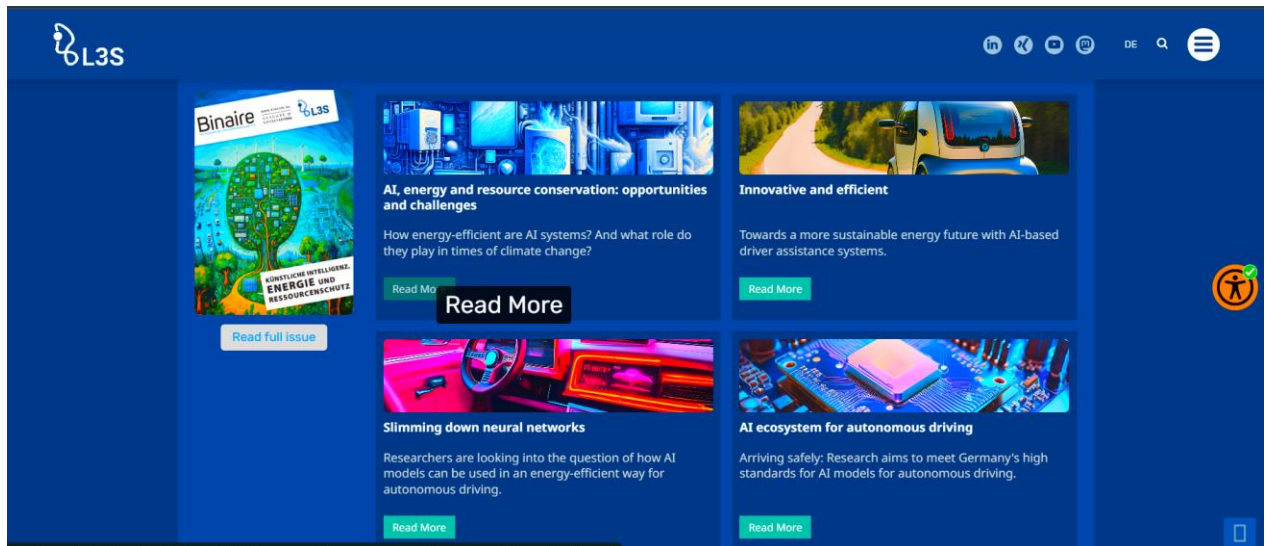


Рисунок 5.5 – Видозмінений веб-сайт
за допомогою плагіну All-in-One Accessibility

Він спрощує шрифти, роблячи їх без зарубок, підвищуючи читабельність і жирність, зупиняє анімацію і збільшує розмір курсору. Додаткові функції включають інструмент масштабування як лупа, підвищену насиченість кольорів і тексту. Голосова навігація не вмикається автоматично і працює дещо з помилками, тоді як програма для читання з екрану навіть оголошує заголовки (наприклад, H1, H3) для орієнтації у контенті.

Плагін EqualWeb (рис. 5.6-5.7) надає подібні покращення, спрощує шрифти, перетворюючи їх на без зарубок, пропонуючи інструмент лупа (щоправда, схильний до мерехтіння), а також збільшуючи насиченість кольорів і тексту. Він додає описи зображень при наведенні курсору миші, виділяє посилання червоним кольором і позначає заголовки підкресленням або контурами. Активується режим Dark High Contrast, але його надто інтенсивна кольорова гама ускладнює читання. Плагін також пропонує зупинити анімацію і функцію голосової навігації. Screen Reader не оголошує заголовки, але пропонує зручну нижню панель для керування відтворенням (за запитом).

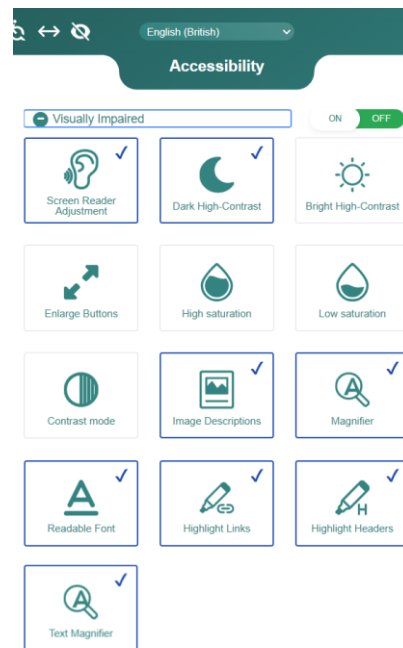


Рисунок 5.6 – Готовий набір налаштувань плагіну EqualWeb для профілю користувачів із вадами зору

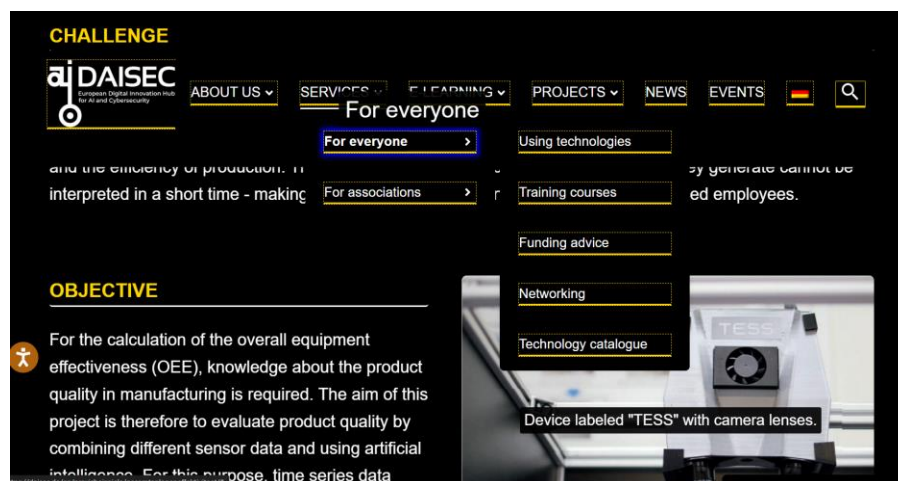


Рисунок 5.7 – Видозмінений веб-сайт за допомогою плагіну EqualWeb

Плагін UserWay (рис. 5.8) збільшує весь контент, спрощує шрифти, перетворюючи їх на без зарубок і підвищує жирність, зупиняє анімацію і збільшує розмір курсору. Він збільшує насиченість кольорів і тексту. Однак він не підтримує голосову навігацію. Екранний зчитувач, приємніший та трохи ефективніший за попередні, також оголошує заголовки перед текстом (наприклад, H1).

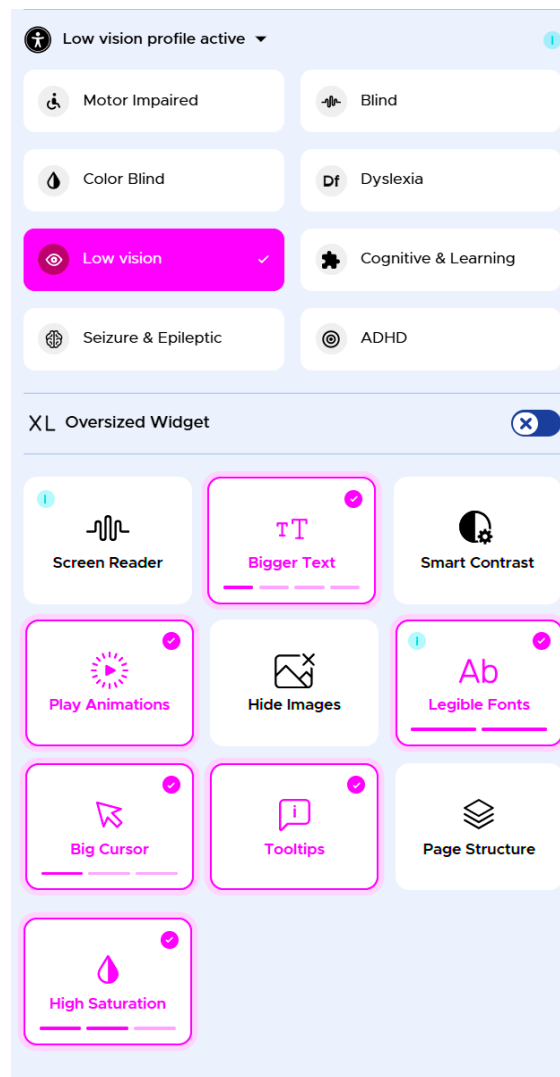


Рисунок 5.8 – Готовий набір налаштувань плагіну UserWay для профілю користувачів із вадами зору

Досліджуючи плагіни, простежено ряд їх можливостей, що допомагають зробити контент більш доступним (табл. 5.1).

Більш того, дані налаштування плагінів можуть бути автоматично підібрані, вказавши необхідний профіль інклюзивності, тобто зазначивши поточну обмеженість, як сліпота, не розпізнавання коольорів і т.д.

Проте у ході дослідження були виявлені певні обмеження плагінів, не зважаючи на їх ШІ складову.

1. Додавання альтернативного тексту до зображень. Плагіни не здатні автоматично створювати інформативні, контекстно відповідні альтернативні описи для всіх зображень.

Таблиця 5.1 – Можливості плагінів

Критерій	All in One Accessibility	EqualWeb	UserWay
1	2	3	4
1. Сприйнятність			
Альтернативний текст до зображень	частково	по наведенню на зображення	частково
Контрастність і налаштування кольорових схем	контрастність, темний режим, інверсія, схеми для кольорової сліпоти	режим Dark High Contrast, регулювання кольору	Розумна контрастність, інверсія, світлий та темний режими
Налаштування розміру тексту і шрифтів	розмір шрифту, інтерліньяж, трекінг, кернінг, вирівнювання, колір шрифту	розмір шрифту, інтерліньяж, трекінг, кернінг	розмір шрифту, інтерліньяж, трекінг, кернінг, вирівнювання
Субтитри до відеоконтенту	відсутні	бета версія	відсутні
Аудіоальтернативи	відсутні	відсутні	відсутні
Узгодження тексту та візуальних елементів	рівень сприйнятний	проблема із відображенням насиченості кольорів	рівень сприйнятний
2. Функціональність			
Навігація за допомогою клавіатури	працює добре	працює добре	працює добре
Голосова навігація	не завжди розпізнає команди коректно	ускладнене пересування між дропдаунами, чи чекбоксами, не розпізнає символи	відсутня
Зупинка анімації (миготливого контенту)	є	є	є
Опції перетворення тексту в мовлення	текстовий зчитувач екрану	текстовий зчитувач екрану	текстовий зчитувач екрану
Часові обмеження	відсутні	відсутні	відсутні
Масштабування вмісту	лупа та окремо нопка збільшення контенту	лупа	відсутнє
Збільшення кнопок	режим підвищеного акценту уваги на посиланнях	виділення усіх посилянь та масштабування кнопок	режим підвищеного акценту уваги на посиланнях
Чіткі індикатори фокусування	курсор, маска читання, гайд для читання, режим читання, виділення блоків при наведенні	курсор, маска читання, гайд для читання, режим читання	курсор, маска читання, гайд для читання

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4
Відключення автоматичного відтворення аудіо	є	є	відсутнє
Маскування зображень та прозорість	можливість вимкнути всі зображення для покращення фокусу на текстовій інформації	відсутня	можливість вимкнути всі зображення для покращення фокусу на текстовій інформації
3. Зрозумілість			
Взаємодія з формами	ніяк не впливає	змінює структуру відображення форми	ніяк не впливає
Альтернативи мовному вводу	віртуальна клавіатура	віртуальна клавіатура	відсутні
Зрозумілі інструкції та повідомлення	голосові повідомлення	працює з помилками	кнопка підказок не працює
4. Надійність			
Сумісність із допоміжними технологіями	так	так	так
5. Додаткові критерії			
Упередженість	відсутня	відсутня	відсутня
Контроль над контентом	індикатори фокусування	індикатори фокусування	індикатори фокусування

2. Структура заголовків (H1, H2, H3 і т.д.). Плагіни не здатні автоматично організувати структуру заголовків на сторінці, оскільки вони не завжди можуть зрозуміти логічну ієрархію змісту.

3. Тривалість відтворення анімації та відео (швидкість і тривалість). Плагіни не здатні автоматично змінювати тривалість існуючих анімацій або відео.

4. Розміщення текстових описів для інтерактивних елементів. Плагіни не здатні додавати пояснювальні підказки чи текстові підписи до кнопок, посилань або інших інтерактивних елементів.

6. Правильне форматування таблиць та складного контенту. Плагіни не здатні автоматично формувати таблиці так, щоб зчитувачі з екранів інтерпретували їх коректно.

7. Перевірка лейблів полів форм. Плагіни не здатні автоматично аналізувати імена полів форм або забезпечувати описові мітки.

8. Візуальна і мовна коректність тексту. Плагіни не здатні забезпечити коректне використання мови або граматичну та стилістичну відповідність контенту.

9. Аудіоописи для відео та альтернативний текст для складного контенту. Плагіни не здатні створювати аудіоописи до відео.

Про висновки також свідчать повторні графічні аналізи інклюзивності веб-сайтів (рис. 5.9-5.10).

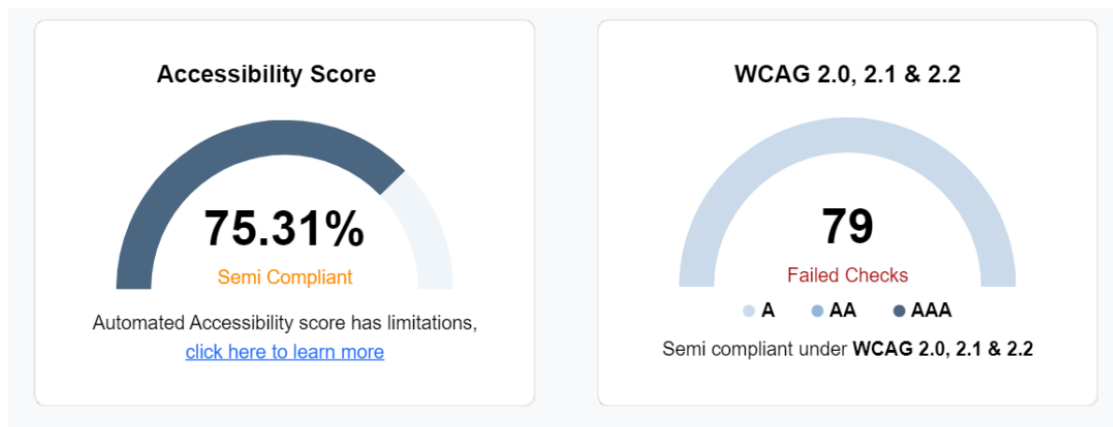


Рисунок 5.9 – Звіт з рівня інклюзивності L3S веб-сайту після впровадження плагіну All in One Accessibility

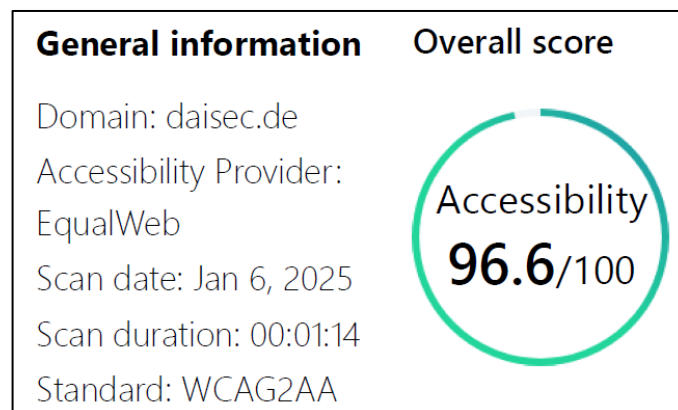


Рисунок 5.10 – Звіт рівня інклюзивності DAISEC веб-сайту після впровадження плагіну EqualWeb

Таким чином, хоча плагіни All in One Accessibility, EqualWeb, UserWay. допомагають зробити сайт більш інклюзивним, особистий контроль і доопрацювання залишаються важливими, щоб дотримуватися стандартів інклюзивності.

Теплові карти показують, що користувачі активно зверталися до плагінів та натискали в їх межах розташування на веб-сайтах. Зважаючи на їх різне розташування відпочатку, про взаємодію із плагінами свідчать сині плями на правій стороні екрану для All in One Accessibility, та на лівій стороні для EqualWeb, UserWay. Оскільки плагіни рухаються із прокруткою сторінки, користувач міг натиснути на них на будь-якому блоці сайту.

Налаштування відображення плагіну All in One accessibility: розміщення – посередині праворуч (рис. 5.11).

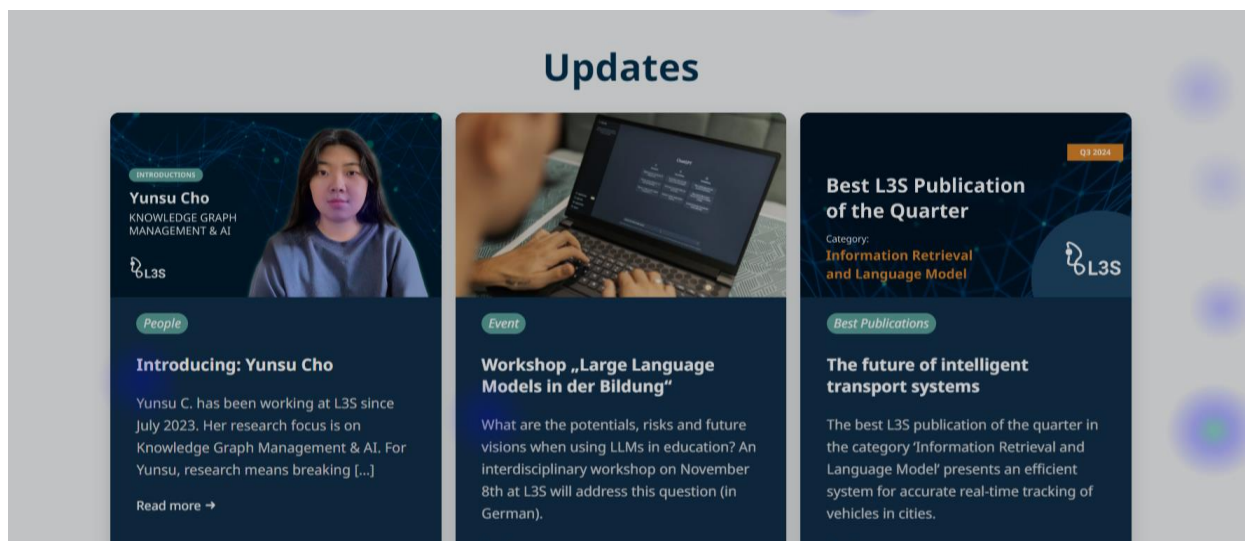


Рисунок 5.11 – Теплова карта блоку головної сторінки L3S веб-сайту

Налаштування відображення плагіну EqualWeb: розміщення – знизу ліворуч (рис. 5.12).

Особистий кабінет плагіну EqualWeb також надає цифрові показники взаємодії із плагіном на DAISEC веб-сайті. Відповідно до рис. 5.13, найпопулярнішим набором готових налаштувань є для користувачів із порушенням зору.

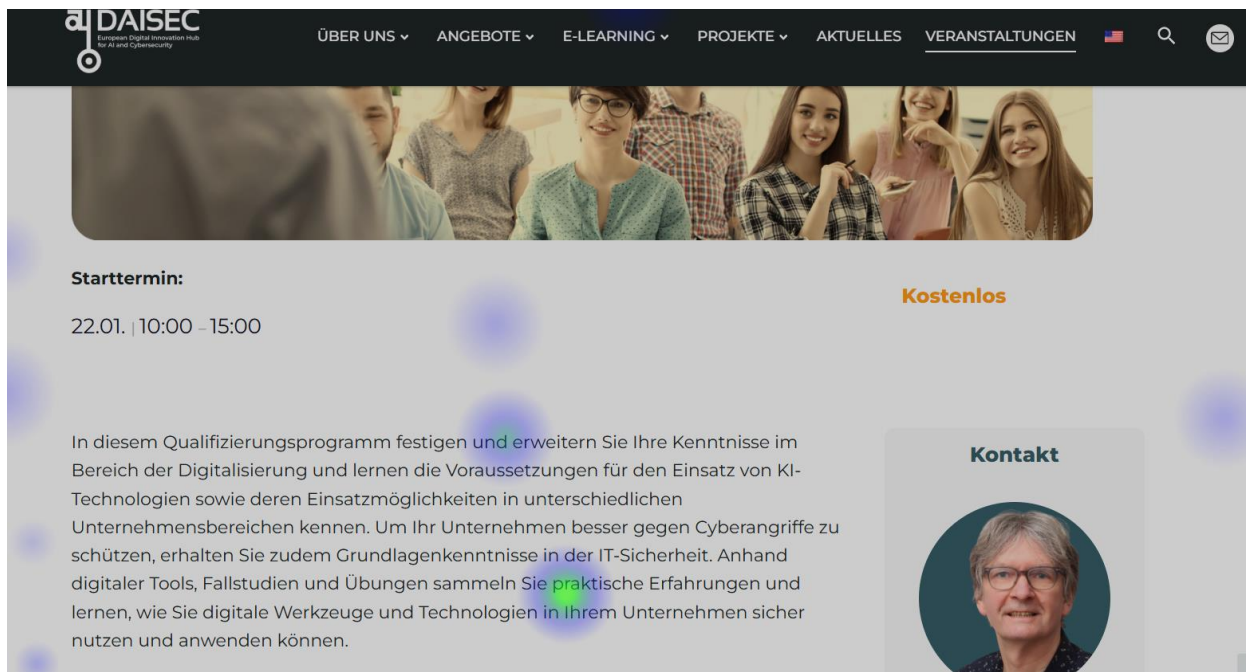


Рисунок 5.12 – Теплова карта блоку сторінки подій DAISEC веб-сайту

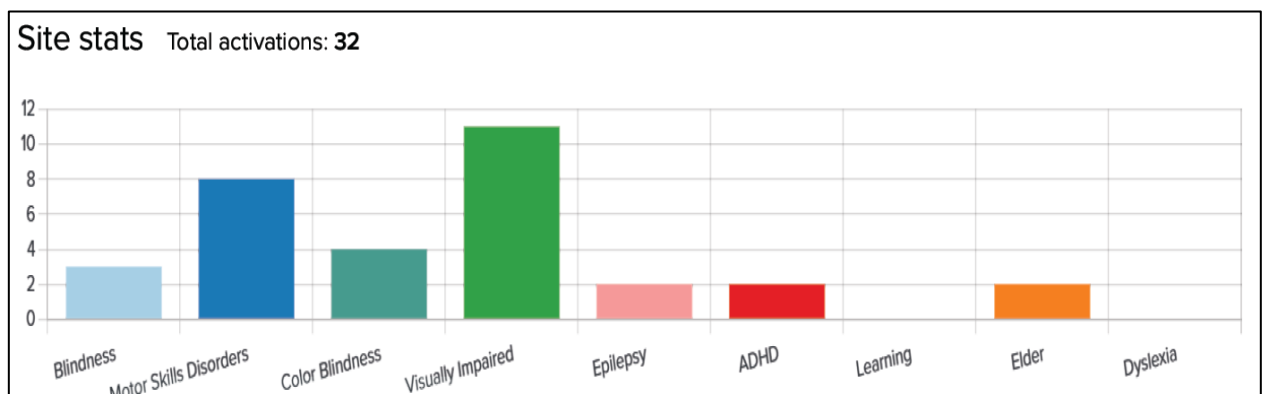


Рисунок 5.13 – Статистика використання попередньо встановлених профілів відповідно до потреб користувачів із певними обмеженнями на веб-сайті DAISEC

Це також підтверджує рис. 5.14, де зазначено, що найпопулярнішими функціями слугували: функція збільшення розміру тексту, лупа та контрастність.

Налаштування відображення плагіну UserWay: розміщення – посередині ліворуч (рис. 5.15).

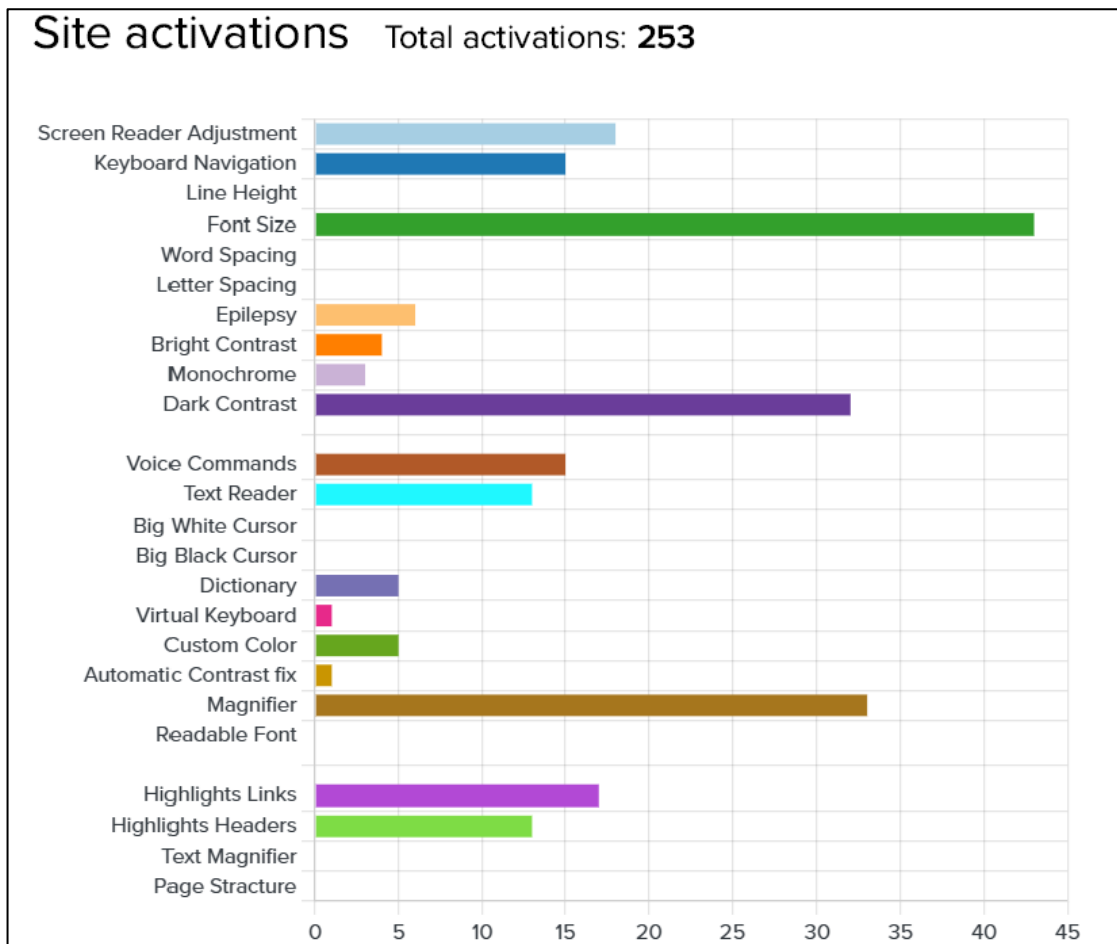


Рисунок 5.14 – Найбільш затребувані функції плагіна, використані на веб-сайті DAISEC

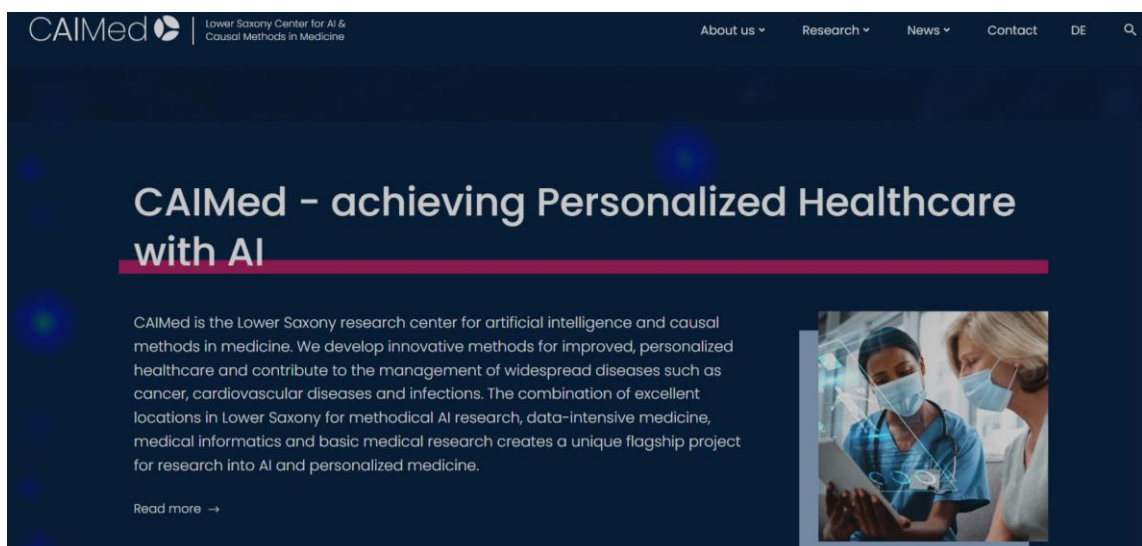


Рисунок 5.15 – Теплова карта блоку головної сторінки CAIMed веб-сайту

5.2 Розробка та реалізація практичних рекомендацій щодо забезпечення веб-інклюзивності, впроваджуючи AI-driven плагіни

Зважаючи на досліджену обмеженість плагінів, для забезпечення високого рівня веб-інклюзивності та доступності на корпоративних сайтах, окрім використання плагінів, є можливість ще точніше дотримуватися міжнародних стандартів про інклюзивність (WCAG 2.2, EN 301 549). Відповідно розроблено рекомендації щодо впровадження плагінів, враховуючи їх обмеження:

1. Альтернативний текст для зображень та медіа-контенту.

Рекомендація. Додавати інформативний та зрозумілий альтернативний текст до кожного зображення, графіки або іконки. Зокрема, опишіть ключові деталі та значення зображення (рис. 5.16).

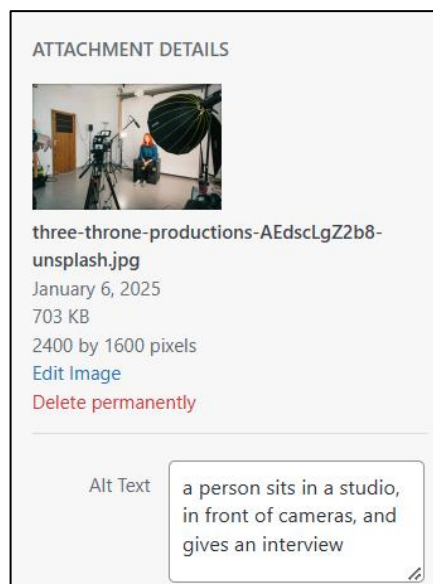


Рисунок 5.16 – Додавання альтернативного тексту на WordPress

2. Контрастність кольорів і візуальна ієрархія.

Рекомендація: Забезпечити мінімальний контраст тексту та елементів інтерфейсу (найменше співвідношення 4.5:1 для звичайного тексту, 3:1 для великого тексту). Дотримуватися контрасту 7:1 для критичних елементів (наприклад, важливі кнопки або сповіщення).

3. Коректна структура заголовків та ієрархія контенту.

Рекомендація. Дотримуватися логічної ієрархії заголовків (H1, H2, H3), щоб допомогти користувачам із когнітивними порушеннями легко орієнтуватися на сторінці. Кожна сторінка повинна мати лише один заголовок H1, а підзаголовки повинні слідувати логічній послідовності (рис. 5.17).

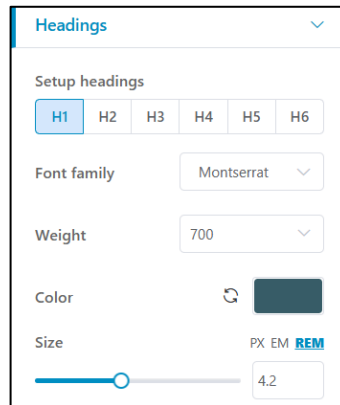


Рисунок 5.17 – Структура заголовків на WordPress

4. Навігація з клавіатури та підтримка фокусних індикаторів.

Рекомендація. Забезпечити доступність усіх інтерактивних елементів через клавіатуру і видимий індикатор фокусу (напр., чіткий контур або підсвічування) на кожному елементі. Уникати використання фокусу для неінтерактивних елементів (рис. 5.18).

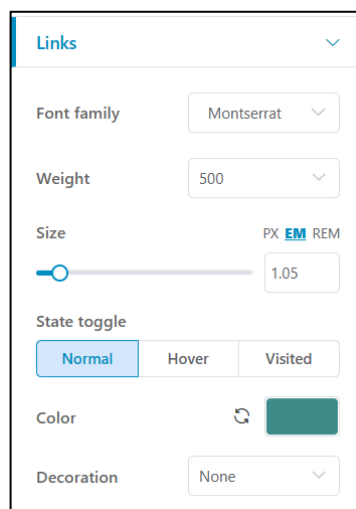


Рисунок 5.18 – Налаштування посилань на WordPress

5. Оптимізація анімацій та динамічного контенту.

Рекомендація. Уникати анімацій, які тривають менше ніж 3 секунди, або надавати користувачам можливість зупинити, призупинити або вимкнути анімації. Це допоможе користувачам із неврологічними порушеннями уникати дискомфорту.

6. Забезпечення достатнього часу для завершення дій.

Рекомендація. Забезпечити достатній час для завершення дій, таких як заповнення форм, відповіді на запитання або завершення транзакцій. Уникати автоматичного завершення сесій або надавати можливість продовжити її за запитом.

7. Підтримка мовних тегів для багатомовного контенту.

Рекомендація. Застосовувати мовні теги (наприклад, `lang="en"`) для багатомовного контенту, щоб екранні читалки могли коректно інтерпретувати текст. Для тексту, який перемикається між мовами, додати теги до кожного фрагменту.

8. Інформативні мітки для форм і полів вводу.

Рекомендація. Кожне поле форми повинно мати описову мітку, яка чітко пояснює, що потрібно ввести. Наприклад, "Ім'я" або "Електронна пошта" (рис. 5.19).



The image shows a dark-themed form with three white input fields. The first field is labeled "E-Mail Adresse*" in light blue. The second field is labeled "Ihr Vorname*" in light blue. The third field is labeled "Ihr Nachname*" in light blue. Below the fields is a checkbox with the text "Wenn Sie fortfahren, stimmen Sie unseren Datenschutzbestimmungen zu.*" in light blue. At the bottom of the form is a teal button with the text "Abonnieren" in white.

Рисунок 5.19 – Поля форм на WordPress

9. Стандартизовані елементи управління для відео та аудіо.

Рекомендація. Додати елементи керування для відео та аудіо (зупинка, відтворення, регулювання гучності), а також додати субтитри та транскрипти.

10. Проста та зрозуміла мова.

Рекомендація. Використовувати просту і зрозумілу мову у текстовому контенті, а також надавати контекстуальну допомогу там, де це можливо, особливо в складних для розуміння або важливих елементах.

11. Обмеження кількості символів у рядку та слів в абзаці.

Рекомендація. Обмежити кількість символів у рядку до 50-75 символів для звичайного тексту, що полегшує читання та сприяє візуальному комфорту. Кожен абзац повинен містити не більше 3-5 речень (або близько 60-80 слів) для забезпечення читабельності та уникнення перевантаження інформацією.

12. Можливість закриття спливаючих вікон (popup).

Рекомендація. Забезпечити користувачам простий спосіб закрити будь-які спливаючі вікна (popup) або модальні вікна, наприклад, через чітку кнопку "Закрити" або натискання клавіші Escape. Це важливо для уникнення відволікань та зручності навігації, особливо для користувачів з когнітивними, неврологічними або фізичними обмеженнями.

13. Чіткі інструкції та повідомлення про помилки.

Рекомендація. Надавати чіткі та конкретні інструкції щодо взаємодії з елементами інтерфейсу (наприклад, при заповненні форм), а також зрозумілі повідомлення про помилки із поясненням, як їх виправити.

Отже, зазначені рекомендації забезпечують вищий рівень доступності та інклюзивності і можуть бути застосовані як на рівні контенту, так і дизайну. Вони допоможуть створити більш зручний, адаптивний і приємний досвід для всіх користувачів, враховуючи їх різноманітні потреби.

5.3 Аналіз результатів імплементації рекомендацій

Метод експертних оцінок – процес аналізу експертами і аргументації, формування кількісних оцінок, обробка оцінок формальними методами [34]. Цей метод використовується в умовах, коли є труднощі, пов'язані з новизною проблеми, недостатністю інформації чи неможливістю математичної формалізації процесу вирішення.

Етапи методу експертних оцінок:

- формулювання мети експертного аналізу – визначення, що саме необхідно оцінити чи дослідити;
- формування групи організаторів експертизи – підбір осіб, які відповідають за координацію процесу;
- розробка процедур проведення експертної оцінки – вибір методик і критеріїв оцінювання;
- підбір експертів – залучення компетентних фахівців у відповідній сфері;
- отримання експертних оцінок – проведення опитувань або збору оцінок від експертів;
- обробка результатів опитування та аналіз отриманих даних – узагальнення оцінок, використання математичних або якісних методів аналізу;
- встановлення ступеня досягнення мети експертизи – оцінка відповідності результатів меті дослідження.

Метод експертних оцінок має низку особливостей, які визначають його унікальність та ефективність у дослідженнях складних, нових або недостатньо вивчених проблем.

1. Суб'єктивність оцінок. Експертні оцінки базуються на знаннях, досвіді та інтуїції експертів. Ця суб'єктивність є як перевагою, так і викликом, оскільки потребує ретельного підбору компетентних фахівців.

2. Використання якісних та кількісних методів. Якісні методи містять дискусії, інтерв'ю, мозковий штурм, в той час як кількісні методи – ранжування, бальна оцінювання, парне порівняння.

3. Адаптивність. Методи експертного оцінювання адаптуються до контексту дослідження, включаючи складність проблеми, кількість доступної інформації та необхідний рівень деталізації.

4. Групова синергія. Залучення групи експертів сприяє генерації нових ідей, об'єднанню різних точок зору та досягненню колективного консенсусу.

5. Застосування різних шкал оцінки. Експертні оцінки можуть проводитися за:

- кількісними шкалами (наприклад, оцінки за шкалою від 1 до 10);
- порядковими шкалами (ранжування альтернатив);
- номінальними шкалами (вибір з обмеженого набору варіантів).

6. Обробка та узгодження результатів. Для аналізу експертних оцінок використовуються методи узагальнення, такі як: розрахунок середніх значень; методи консенсусу (Дельфі-метод, мозковий штурм); статистичний аналіз для визначення узгодженості думок.

Оскільки дане дослідження спрямоване на визначення оптимальних налаштувань AI-driven плагінів для забезпечення інклюзивності веб-сайтів, метод експертних оцінок є доречним через недостатність готових рішень та необхідність врахування досвіду фахівців. Також предмет дослідження охоплює різні функціональні особливості плагінів, їх вплив на доступність та задоволеність користувачів. Це підтверджує вимоги багатогранної експертної оцінки, яку неможливо формалізувати повністю. Користь від врахування думок кількох експертів у сфері веб-доступності, AI-технологій та користувацького досвіду, дозволить отримати більш збалансовані висновки.

Метод експертних оцінок дозволить структурувати процес збору та аналізу інформації, допоможе оцінити необхідні налаштування AI-driven плагінів та визначити їх вплив на задоволеність користувачів із різними потребами. Після імплементації розроблених рекомендації, для оцінки їх ефективності та результативності, обрано ті самі 3 веб-сайти з плагінами та один веб-сайт без плагінів для покращення інлюзивност для кращого порівняння:

- а) веб-сайт №1: CAIMed.de із плагіном UserWay;
- б) веб-сайт №2: DAISEC.de із плагіном EqualWeb;
- в) веб-сайт №3: L3S.de із плагіном All in One accessibility;
- г) веб-сайт №4: Wetraveltheworld.de без плагіну веб-інклюзивності.

Для оцінювання обрано шкалу від 1 до 4, де 1 бал відповідає найнижчому рівню, а 4 бали – найвищому.

Оскільки для експертного оцінювання застосовується метод ранжування, веб-сайти впорядковуються від найкращого до найгіршого. Таким чином, шкала оцінювання передбачає найвищий бал – 4, що відображає найкращий результат.

У межах експерименту розглядаються три веб-сайти із встановленими AI-driven плагінами і застосованими практичними рекомендаціями щодо забезпечення веб-інклюзивності, та один веб-сайт з мережі без плагінів та додаткових налаштувань.

Для оцінювання обрано наступні критерії:

- альтернативний текст для зображень та графічних елементів;
- налаштування тексту та читабельність;
- навігація за допомогою клавіатури;
- індикатори фокусування;
- доступність форм та зворотній зв'язок щодо помилок;
- інтеграція голосової навігації та допоміжних технологій;
- узгодженість макету та змісту;
- безупереджений та інклюзивний дизайн.

Альтернатива, яка отримує найвищий бал, вважається найкращим рішенням, тоді як альтернатива з найнижчим балом є найгіршим варіантом.

У межах рейтингової оцінки проєктів:

- альтернативи з оцінкою в діапазоні 0,3 – 1 рекомендуються до впровадження;
- альтернативи з оцінкою 0,2 – 0,3 допускаються до впровадження, однак мають певні недоліки;

– альтернативи з оцінкою 0.1 – 0,2 не рекомендуються до впровадження через наявність значних недоліків;

– альтернативи з оцінкою 0 – 0,1 вимагають доопрацювання і не підлягають впровадженню в поточному стані.

Спочатку експертами було проведено оцінювання ступеня важливості критеріїв за шкалою від 1 до 8, де 8 є найважливішим критерієм, 1 – менш впливовим (рис. 5.20). Розраховано строкову суму, середню строкову суму та загальну суму оцінок.

Критерії	Оцінки експертів за методом безпосереднього оцінювання					Строкова сума	Середня строкова оцінка	Відносні ваги альтернатив, W	Середньоквадрат. відхилення, S	Коефіцієнт варіації, V
	Ек. 1	Ек. 2	Ек. 3	Ек. 4	Ек. 5					
Альтернативний текст	7	7	6	7	6	33	6.6	0.18	0.49	0.07
Налаштування тексту	6	8	7	8	8	37	7.4	0.21	0.80	0.11
Навігація за допомогою клавіатури	8	6	8	6	7	35	7	0.19	0.89	0.13
Індикатори фокусування	5	5	4	5	5	24	4.8	0.13	0.40	0.08
Доступність форм	3	3	5	2	3	16	3.2	0.09	0.98	0.31
Інтеграція доп. технологій	4	4	3	3	4	18	3.6	0.10	0.49	0.14
Узгодженість макету та змісту	2	1	1	4	2	10	2	0.06	1.10	0.55
Безупереджений та інклюзивний дизайн	1	2	2	1	1	7	1.4	0.04	0.49	0.35
					Загальна сума оцінок	180				

Рисунок 5.20 – Оцінка ступеня важливості критеріїв експертами

Для визначення ступеня важливості кожного критерію необхідно оцінити його вагу. З цією метою розраховуються відносні ваги альтернатив W, які визначаються як відношення строкової суми оцінок до загальної суми середньоквадратичних відхилень:

$$W = \frac{\sum x_i}{\sum \sigma_i}, \quad (5.1)$$

де x_i – строкова сума оцінок;

σ_i – середньоквадратичне відхилення;

Для перевірки ступеню узгодженості думок експертів, для кожного критерію було розраховано коефіцієнт варіації (V) за формулою:

$$V = \frac{\sigma}{X_e}, \quad (5.2)$$

де σ – середнє квадратичне відхилення;

X_e – середнє значення на думку всіх експертів.

За умови, що $V \geq 0,2$ думки експертів вважаються неузгодженими, і рекомендовано повторне проведення експертизи. У випадку $V \leq 0,2$ оцінки експертів вважаються узгодженими (рис. 5.20).

Наступним кроком проведено оцінювання веб-інклюзивності веб-сайтів за кожним критерієм, за визначеною шкалою методом ранжування.

Критерій № 1. Альтернативний текст (табл. 5.2).

Таблиця 5.2 – Критерій № 1. Альтернативний текст

Альтернативна пропозиція	Оцінки експертів за методом безпосереднього оцінювання					Строкова сума оцінок	Середня строкова оцінка	Відносні ваги альтернатив, W	Квадрат відхилення, S
	Ек. 1	Ек. 2	Ек. 3	Ек. 4	Ек. 5				
Веб-сайт №1	3	2	2	3	3	13	2,6	0,26	0,25
Веб-сайт №2	4	3	3	4	4	18	3,6	0,36	30,25
Веб-сайт №3	2	4	4	2	2	14	2,8	0,28	2,25
Веб-сайт №4	1	1	1	1	1	5	1	0,1	56,25
Середня оцінка по проектам						12,5	Сума квадратів		89
Загальна сума оцінок						50			

Питання до експертів: «Наскільки добре веб-сайт забезпечує альтернативний текст для зображень, іконок та графічних елементів? Чи усюди доступний альт текст при переміщенні кнопкою Tab?».

Коефіцієнт конкордації – загальний коефіцієнт рангової кореляції для групи, що складається з n експертів обчислювався за формулою:

$$W = \frac{12S}{n^2(m^3 - m)}, \quad (5.3)$$

де m – кількість альтернатив;

n – кількість експертів;

S – сума квадратів відхилень всіх оцінок рангів кожного об'єкта експертизи від середнього значення.

Чим ближче значення коефіцієнта до нуля, тим менш узгодженими є оцінки експертів. Коефіцієнт конкордації (5.3) за першим критерієм:

$$W = \frac{12 \cdot 89}{5^2(4^3 - 4)} = 0,71.$$

Значення коефіцієнта ближче до 1, це говорить про узгоджену оцінку експертів.

Критерій № 2. Налаштування тексту та читабельність (табл. 5.3).

Таблиця 5.3 – Критерій № 2. Налаштування тексту та читабельність

Альтернативна пропозиція	Оцінки експертів за методом безпосереднього оцінювання					Строкова сума оцінок	Середня строкова оцінка	Відносні ваги альтернатив, W	Квадрат відхилення, S
	Ек. 1	Ек. 2	Ек. 3	Ек. 4	Ек. 5				
Веб-сайт №1	3	2	3	3	3	14	2,8	0,28	2,25
Веб-сайт №2	2	3	2	4	2	13	2,6	0,26	0,25
Веб-сайт №3	4	4	4	2	4	18	3,6	0,36	30,25
Веб-сайт №4	1	1	1	1	1	5	1	0,1	56,25
			Середня оцінка по проєктам			12,5	Сума квадратів		89
			Загальна сума оцінок			50			

Питання до експертів: «Наскільки ефективними є можливості налаштування розміру тексту, стилю шрифту та контрастності кольорів для покращення читабельності?».

Було розраховано коефіцієнт конкордації (5.3) за другим критерієм:

$$W = \frac{12 \cdot 89}{5^2(4^3 - 4)} = 0,71.$$

Значення коефіцієнта ближче до 1, це говорить про узгоджену оцінку експертів.

Критерій № 3. Навігація за допомогою клавіатури (табл. 5.4).

Таблиця 5.4 – Критерій № 3. Навігація за допомогою клавіатури

Альтернативна пропозиція	Оцінки експертів за методом безпосереднього оцінювання					Строкова сума оцінок	Середня строкова оцінка	Відносні ваги альтернатив, W	Квадрат відхилення, S
	Ек. 1	Ек. 2	Ек. 3	Ек. 4	Ек. 5				
Веб-сайт №1	2	2	2	2	2	10	2	0,2	6,25
Веб-сайт №2	4	4	4	3	4	19	3,8	0,38	42,25
Веб-сайт №3	3	3	3	4	3	16	3,2	0,32	12,25
Веб-сайт №4	1	1	1	1	1	5	1	0,1	56,25
			Середня оцінка по проєктам			12,5	Сума квадратів		117
			Загальна сума оцінок			50			

Питання до експертів: «Наскільки добре веб-сайт підтримує клавіатурну навігацію, дозволяючи отримати доступ до меню, форм і кнопок без миші?».

Було розраховано коефіцієнт конкордації (5.3) за третім критерієм:

$$W = \frac{12 \cdot 117}{5^2(4^3 - 4)} = 0,94.$$

Значення коефіцієнта ближче до 1, це говорить про узгоджену оцінку експертів.

Критерій № 4. Індикатори фокусування (табл. 5.5).

Таблиця 5.5 – Критерій № 4. Індикатори фокусування

Альтернативна пропозиція	Оцінки експертів за методом безпосереднього оцінювання					Строкова сума оцінок	Середня строкова оцінка	Відносні ваги альтернатив, W	Квадрат відхилення, S
	Ек. 1	Ек. 2	Ек. 3	Ек. 4	Ек. 5				
Веб-сайт №1	4	4	4	2	4	18	3,6	0,36	30,25
Веб-сайт №2	2	3	3	4	2	14	2,8	0,28	2,25
Веб-сайт №3	3	2	2	1	3	11	2,2	0,22	2,25
Веб-сайт №4	1	1	1	3	1	7	1,4	0,14	30,25
Середня оцінка по проектам						12,5	Сума квадратів		65
Загальна сума оцінок						50			

Питання до експертів: «Наскільки видимими та чіткими є індикатори фокусування під час навігації інтерактивними елементами, такими як кнопки, посилання та поля введення?».

Було розраховано коефіцієнт конкордації (5.3) за четвертим критерієм:

$$W = \frac{12 \cdot 65}{5^2 (4^3 - 4)} = 0,52.$$

Значення коефіцієнта ближче до 1, це говорить про узгоджену оцінку експертів.

Критерій № 5. Доступність форм та зворотній зв'язок щодо помилок (табл. 5.6).

Питання до експертів: «Наскільки зрозумілими та корисними є мітки форм, інструкції та повідомлення про помилки, чи забезпечують простоту використання та розуміння?».

Було розраховано коефіцієнт конкордації (5.3) за п'ятим критерієм:

$$W = \frac{12 \cdot 107}{5^2 (4^3 - 4)} = 0,86.$$

Таблиця 5.6 – Критерій № 5. Доступність форм та зворотній зв'язок
ЩОДО ПОМИЛОК

Альтернативна пропозиція	Оцінки експертів за методом безпосереднього оцінювання					Строкова сума оцінок	Середня строкова оцінка	Відносні ваги альтернатив, W	Квадрат відхилення, S
	Ек. 1	Ек. 2	Ек. 3	Ек. 4	Ек. 5				
Веб-сайт №1	3	4	3	2	3	15	3	0,3	6,25
Веб-сайт №2	2	2	2	3	2	11	2,2	0,22	2,25
Веб-сайт №3	4	3	4	4	4	19	3,8	0,38	42,25
Веб-сайт №4	1	1	1	1	1	5	1	0,1	56,25
			Середня оцінка по проєктам			12,5	Сума квадратів		107
			Загальна сума оцінок			50			

Значення коефіцієнта ближче до 1, це говорить про узгоджену оцінку експертів.

Критерій № 6. Інтеграція голосової навігації та допоміжних технологій (табл. 5.7).

Питання до експертів: «Наскільки добре веб-сайт підтримує допоміжні технології, такі як зчитування з екрану та розпізнавання мови?».

Таблиця 5.7 – Критерій № 6. Інтеграція голосової навігації та допоміжних технологій

Альтернативна пропозиція	Оцінки експертів за методом безпосереднього оцінювання					Строкова сума оцінок	Середня строкова оцінка	Відносні ваги альтернатив, W	Квадрат відхилення, S
	Ек. 1	Ек. 2	Ек. 3	Ек. 4	Ек. 5				
Веб-сайт №1	2	2	4	2	2	12	2,4	0,24	0,25
Веб-сайт №2	4	4	2	3	4	17	3,4	0,34	20,25
Веб-сайт №3	3	3	3	4	3	16	3,2	0,32	12,25
Веб-сайт №4	1	1	1	1	1	5	1	0,1	56,25
			Середня оцінка по проєктам			12,5	Сума квадратів		89
			Загальна сума оцінок			50			

Було розраховано коефіцієнт конкордації (5.3) за шостим критерієм:

$$W = \frac{12 \cdot 89}{5^2(4^3 - 4)} = 0,71.$$

Значення коефіцієнта ближче до 1, це говорить про узгоджену оцінку експертів.

Критерій № 7. Узгодженість макету та змісту (табл. 5.8).

Питання до експертів: «Наскільки добре веб-сайт забезпечує простий і послідовний макет з чітким змістом?».

Було розраховано коефіцієнт конкордації (5.3) за сьомим критерієм:

$$W = \frac{12 \cdot 91}{5^2(4^3 - 4)} = 0,73.$$

Значення коефіцієнта ближче до 1, це говорить про узгоджену оцінку експертів.

Таблиця 5.8 – Критерій № 7. Узгодженість макету та змісту

Альтернативна пропозиція	Оцінки експертів за методом безпосереднього оцінювання					Строкова сума оцінок	Середня строкова оцінка	Відносні ваги альтернатив, W	Квадрат відхилення, S
	Ек. 1	Ек. 2	Ек. 3	Ек. 4	Ек. 5				
Веб-сайт №1	2	3	2	1	2	10	2	0,2	6,25
Веб-сайт №2	4	4	3	3	4	18	3,6	0,36	30,25
Веб-сайт №3	3	2	4	4	3	16	3,2	0,32	12,25
Веб-сайт №4	1	1	1	2	1	6	1,2	0,12	42,25
					Середня оцінка по проєктам	12,5	Сума квадратів		91
					Загальна сума оцінок	50			

Критерій № 8. Безупереджений та інклюзивний дизайн (табл. 5.9).

Таблиця 5.9 – Критерій № 8. Безупереджений та інклюзивний дизайн

Альтернативна пропозиція	Оцінки експертів за методом безпосереднього оцінювання					Строкова сума оцінок	Середня строкова оцінка	Відносні ваги альтернатив, W	Квадрат відхилення, S
	Ек. 1	Ек. 2	Ек. 3	Ек. 4	Ек. 5				
Веб-сайт №1	2	2	4	2	2	12	2.4	0,24	0,25
Веб-сайт №2	4	3	3	3	4	17	3.4	0,34	20,25
Веб-сайт №3	3	4	1	4	3	15	3	0,30	6,25
Веб-сайт №4	1	1	2	1	1	6	1.2	0,12	42,25
			Середня оцінка по проектам			12,5	Сума квадратів		69
			Загальна сума оцінок			50			

Питання до експертів: «Наскільки добре веб-сайт гарантує, що його дизайн і контент уникають упереджень або стереотипів, пов'язаних з расою, статтю, віком або інвалідністю?».

Було розраховано коефіцієнт конкордації (5.3) за восьми критерієм:

$$W = \frac{12 \cdot 69}{5^2(4^3 - 4)} = 0,55.$$

Значення коефіцієнта ближче до 1, це говорить про узгоджену оцінку експертів.

Виходячи із оцінювання, рисунок 5.21 відображає загальний рейтинг веб-сайтів. Сума рейтингів проекту повинна скласти 1, тобто 100%.

		Ваги критеріїв									
Альтернативна пропозиція		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	Рейтинг проекту	
		0.18	0.21	0.19	0.13	0.09	0.1	0.06	0.04		
Веб-сайти	1	0.26	0.28	0.2	0.36	0.3	0.24	0.2	0.24	0.26	3
	2	0.36	0.26	0.38	0.28	0.22	0.34	0.36	0.35	0.32	1
	3	0.28	0.36	0.32	0.22	0.38	0.32	0.32	0.29	0.31	2
	4	0.1	0.1	0.1	0.14	0.1	0.1	0.12	0.12	0.11	4

Рисунок 5.21 – Рейтинг веб-сайтів

У результаті дослідження було оцінено чотири веб-сайти за висхідною шкалою:

- а) веб-сайт №1: CAIMed.de із плагіном UserWay;
- б) веб-сайт №2: DAISEC.de із плагіном EqualWeb;
- в) веб-сайт №3: L3S.de із плагіном All-in-One Accessibility;
- г) веб-сайт №4: Wetraveltheworld.de без плагіна веб-інклюзивності.

Оцінювання проводилося за шкалою від 1 до 4, де 1 бал відповідає найнижчому рівню, а 4 бали – найвищому. Це в свою чергу зобразило, що веб-сайти із встановленими AI-driven плагінами та впровадженими рекомендаціями, посіли перші місця та отримали близькі результати рейтингу проєкту, що доводить їх функціональність та задоволення потреб користувачів на високому рівні. Із великою різницею у балах, останнє місце в рейтингу зайняв четвертий веб-сайт із відсутністю веб-інклюзивних налаштувань.

Відповідно дослідження охопило три веб-сайти з інтегрованими рекомендаціями та AI-driven плагінами, адаптованими для підвищення веб-інклюзивності, а також один веб-сайт без плагінів та додаткових налаштувань.

Під час проведення оцінки, було проаналізовано останній четвертий веб-сайт без інтегрованих плагінів та виявлено, що веб-сайт №4 має суттєві недоліки, що обмежують його інклюзивність: навігація за допомогою клавіші Tab не функціонує, відсутні будь-які налаштування або можливості для забезпечення доступності, спостерігається занижений контраст між кольорами фону та тексту, а також недостатній контраст шрифтів. Крім того, відсутня можливість масштабування зображень, а контраст між станами фокусу кнопок є заниженим.

Результати експерименту та контент-аналізу продемонстрували суттєвий вплив AI-driven плагінів на підвищення веб-інклюзивності, а також виявили їхні основні обмеження. На основі аналізу принципів і закономірностей роботи плагінів було розроблено перелік практичних

рекомендацій для адаптації веб-сайтів на платформі WordPress під час впровадження плагінів. Після імплементації рекомендацій проведено аналіз їхньої ефективності. Метод експертних оцінок підтвердив, що запропоновані рекомендації сприяли покращенню та уніфікації користувацького досвіду взаємодії з веб-сайтами, на яких були встановлені плагіни. Це, у свою чергу, свідчить про усунення виявлених недоліків та забезпечення вищого рівня задоволеності користувачів.

6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Характеристика науково-дослідного рішення

Метою даного розділу є економічне обґрунтування витрат на проведення науково-дослідної роботи (НДР), в межах якої передбачається дослідження AI-driven плагінів для покращення веб-інклюзивності на платформі WordPress. Під час такого обґрунтування буде здійснено: розрахунок трудовитрат та заробітної плати працівникам, розрахунок одноразових витрат і прибутку, оцінку результатів НДР [35].

Реалізація НДР передбачає такі етапи:

- аналіз предметної області;
- визначення алгоритму реалізації проєкту;
- дослідження плагінів на основі ШІ, орієнтованих на веб-інклюзивність;
- вибір методів для проведення експерименту;
- формування практичних рекомендацій щодо впровадження плагінів, які ефективно покращують веб-інклюзивність на WordPress.

6.2 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата

Під час виконання НДР було проведено огляд наявних наукових матеріалів щодо інклюзивності веб-сайтів та плагінів WordPress, визначено необхідні рекомендації щодо забезпечення інклюзивності під час впровадження AI-driven плагінів на платформі WordPress. Умовно НДР можна розділити на три етапи: підготовчий, основний і заключний.

На стадії виконання підготовчого етапу було виконано підбір і аналіз інформації для проведення відповідних до постановки завдання робіт. Проведено пошук інформації в мережі Internet та у фаховій літературі.

На етапі виконання основної частини НДР було здійснено такі роботи:

- вибір методів для проведення експерименту;
- дослідження плагінів на основі ШІ, орієнтованих на веб-інклюзивність;
- впровадження та оцінка AI-driven плагінів, наскільки вони відповідають поставленим цілям веб-інклюзивності;
- формування практичних рекомендацій щодо впровадження плагінів, які ефективно покращують веб-інклюзивність на WordPress.

На заключному етапі НДР виконується аналіз результатів, отриманих під час проведення дослідження, підготовка звіту з НДР та його захист.

Одною із найбільш складних та відповідальних частин процесу планування НДР є розрахунок трудомісткості робіт, оскільки саме трудові витрати зазвичай складають основну частину загальної вартості науково-дослідних робіт і безпосередньо впливають на терміни виконання.

Для виконання роботи було залучено 4 особи: Project Manager, заробітна плата – 44 000,00 грн/міс.; Web Accessibility Specialist, заробітна плата – 55 000,00 грн/міс.; UX/UI Designer, заробітна плата – 55 000,00 грн/міс.; WordPress Developer, заробітна плата – 88 000,00 грн/міс.

Проведемо розрахунок трудовитрат і заробітної плати виконавця робіт.

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

$$Z_{\text{ср.дн.}} = \frac{Z_{\text{ср.міс.}}}{n}, \quad (6.1)$$

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

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

Підставивши дані до формули (6.1), отримаємо середньоденну заробітну плату Project Manager у розмірі 2000,00 грн, Web Accessibility Specialist – 2500,00 грн, UX/UI Designer – 2500,00 грн, WordPress Developer – 4000,00 грн.

Етапи виконання НДР, перелік і зміст робіт, трудомісткість їх виконання, заробітна плата виконавців робіт представлені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Розрахунок трудовитрат і заробітної плати виконавців робіт

Перелік робіт	Кількість виконавців	Посада виконавця	Трудо-місткість робіт, люд.-днів	Середньоденна заробітна плата, грн	Сума заробітної плати, грн
1. Підготовчий етап					
1.1. Розробка та затвердження ТЗ	1	Project Manager	2	2000,00	4000,00
1.2 Підготовка довідкових матеріалів та даних для виконання НДР	2	Project Manager	1	2000,00	2000,00
		Web Accessibility Specialist	3	2500,00	7500,00
2. Основний етап					
2.1 Постановка задачі	1	Project Manager	1	2000,00	2000,00
2.2 Визначення критеріїв для оцінювання плагінів	1	Web Accessibility Specialist	1	2500,00	2500,00
2.3 Впровадження плагінів	1	WordPress Developer	3	4000,00	12000,00
2.4. Збір та аналіз даних	2	UX/UI Designer	1	2500,00	2500,00
		Web Accessibility Specialist	1	2500,00	2500,00
2.5 Оцінка відповідності плагінів критеріям інклюзивності	2	Web Accessibility Specialist	1	2500,00	2500,00
		UX/UI Designer	1	2500,00	2500,00
3. Заклучний етап					
3.1 Систематизація результатів дослідження та оцінка досягнутих результатів	2	UX/UI Designer	2	2500,00	5000,00
		Web Accessibility Specialist	2	2500,00	5000,00
3.2 Формулювання практичних рекомендацій за темою дослідження	2	UX/UI Designer	2	2500,00	5000,00
		WordPress Developer	1	4000,00	4000,00
3.3 Технічне оформлення звіту виконання НДР	1	Project Manager	3	2000,00	6000,00
Усього			25		65000,00

6.3 Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР

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

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

Матеріальні витрати визначаються витратами на матеріали, визначені їх потребою для виконання робіт, і цін, що діють на момент складання калькуляції. Для проведення НДР необхідно: блокнот (3 шт.) та гелева ручка (3 шт.).

Для виконання НДР використовувалося наступне програмне забезпечення та онлайн сервіси: All in One accessibility, EqualWeb, UserWay – WordPress плагіни, сервіс Skynet Accessibility Checker, WordPress платформа, GoogleDocs. Все використане програмне забезпечення є безкоштовним, а сервіси використані у період безкоштовного пробного терміну.

Матеріальні витрати розраховуються за такою формулою:

$$M = \sum_{j=1}^n Q_j \times C_j, \quad (6.2)$$

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

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

C_j – ціна одиниці j -го виду матеріалів.

Розрахунок матеріальних витрат представлено у таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Розрахунок матеріальних витрат

Найменування	Од. вим.	Кількість, (Q _j)	Ціна (Ц _j), грн	Сумарні витрати на матеріали (М), грн
Блокнот	шт.	3	400,00	1200,00
Гелева ручка	шт.	3	60,00	180,00
Усього				1380,00

Витрати на оплату праці розраховуються виходячи з необхідного для виконання робіт складу й кількості працівників, а також із середньомісячної заробітної плати. Відповідно до проведених розрахунків витрати на оплату праці виконавців роботи дорівнюють 65000,00 грн.

Єдиний соціальний внесок (ЄСВ) – це обов’язковий страховий платеж, що спрямовується до державного бюджету для фінансування системи соціального страхування. Він гарантує застрахованим особам та членам їхніх сімей отримання соціальних виплат у випадках, передбачених законодавством.

Ставка єдиного соціального внеску (ЄСВ) дорівнює 22 % від витрат на оплату праці, тобто розмір ЄСВ дорівнює 14 300,00 грн. При виконанні НДР застосовувалися 3 ноутбуки вартістю 50 000,00 грн кожен.

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

$$AB = \sum_{k=1}^L \frac{BO_k}{TE_k} \times T, \quad (6.3)$$

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

BO_k – вартість основних засобів k -го виду;

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

T – термін науково-дослідницької роботи, днів;

L – кількість видів обладнання.

Підставивши відомі значення до формули (6.3), отримаємо величину амортизаційних відрахувань:

$$AB = (150\,000 \times 25) / 762 = 4921,25 \text{ грн.}$$

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

$$B_e = M \cdot t \cdot T_{kBm}, \quad (6.4)$$

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

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

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

Споживна потужність комп'ютера складає 0,5 кВт за годину. Тариф складає 4,32 грн/кВт. Підставивши значення до формули (6.4), визначено величину витрат на спожиту електроенергію у розмірі 432,00 грн.

До інших статей витрат відносяться наступні:

– адміністративні витрати (водопостачання, водовідведення, освітлення, опалення), які прийнято у розмірі 20 % від витрат на оплату праці;

– вартість оплати послуг зв'язку.

Вартість оплати послуг зв'язку (безлімітний пакет Інтернет) становитиме 400,00 грн за 25 днів виконання НДР.

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

Результати розрахунку кошторису витрат, тобто одноразових витрат, на виконання НДР «Дослідження AI-driven плагінів для покращення веб-інклюзивності на платформі WordPress» наведені в табл. 6.3.

Таблиця 6.3 – Кошторис витрат на розробку НДР

№ з/п	Стаття витрат	Сума, грн
1	Заробітна плата	65000,00
2	Єдиний соціальний внесок (22 % від п.1)	14300,00
3	Матеріальні витрати	1380,00
4	Амортизація основних засобів	4921,25
5	Витрати на спожиту електроенергію	432,00
6	Інші витрати, у тому числі:	
6.1	адміністративні витрати (20 % від п.1)	13000,00
6.2	вартість послуг зв'язку	400,00
	Усього витрати	99 433,25

Таким чином, кошторис витрат на виконання даної НДР складає 99 433,25 грн.

6.4 Оцінка результатів науково-дослідної роботи

Результат – це наслідок послідовності дій, виражений якісно або кількісно. В загальному випадку оцінка результатів НДР – це визначення ефективності отриманих рішень порівняно з сучасним науково-технічним рівнем. Відповідно до теми даного дослідження у якості результату впровадження НДР визначено скорочення часу, необхідного користувачам для досягнення їхніх цілей на веб-сайтах, що відповідають розробленим рекомендаціям.

Результат від впровадження НДР визначається за формулою:

$$\Delta P_j = |X_{бj} - X_{нj}|, \quad (6.5)$$

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

m – кількість досліджуваних характеристик;

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

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

У експериментальній частині досліджено час, необхідний користувачам для досягнення їхніх цілей на веб-сайтах. Було проаналізовано взаємодію з неінклюзивним веб-сайтом та трьома веб-сайтами, адаптованими відповідно до розроблених рекомендацій із впровадженням AI-driven плагінів, що забезпечують інклюзивність. У дослідженні розглянуто такі плагіни, як All in One Accessibility, EqualWeb та UserWay. Результати тестування наведено у таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Результат впровадження НДР

Показник	Non-inclusive website	Website with All in One accessibility	Website with EqualWeb	Website with UserWay
Час, секунд	341	223	217	228

Підставивши відповідні значення до формули (6.5), визначено результат від впровадження НДР у чисельному вигляді:

$$\Delta P_{Non-inclusive} = |341-223| = 118 \text{ с.}$$

$$\Delta P_{Non-inclusive} = |341-217| = 124 \text{ с.}$$

$$\Delta P_{Non-inclusive} = |341-228| = 113 \text{ с.}$$

Результати обчислень свідчать про те, що використання веб-сайтів, оптимізованих відповідно до розроблених рекомендацій із впровадження AI-driven плагінів для забезпечення інклюзивності, є більш ефективним порівняно з використанням неінклюзивних веб-сайтів для виконання аналогічних завдань. Зокрема, робота з веб-сайтом, оснащеним плагіном All in One Accessibility, виявилася ефективнішою на 118 секунд, з плагіном EqualWeb – на 124 секунди, а з плагіном UserWay – на 113 секунд.

Таким чином, отримані результати свідчать про те, що роботу в цілому можна вважати ефективною або такою, що має високий науковий та технічний рівень.

ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження AI-driven плагінів для покращення веб-інклюзивності на платформі WordPress визначено ключові критерії для оцінки їхньої ефективності. Це дозволило сформулювати низку практичних рекомендацій щодо забезпечення веб-інклюзивності на платформі WordPress під час впровадження AI-driven плагінів.

Відповідно до аналізу, AI-driven плагіни можуть значно полегшити доступність контенту завдяки таким функціям, як налаштування контрастності та розміру тексту, зчитувачів з екрана та голосова навігація, що сприяє створенню інклюзивного досвіду для користувачів із різними обмеженими можливостями. Однак, для досягнення повної відповідності стандартам доступності, як WCAG 2.2 і EN 301 549, компаніям також необхідно дотримуватись низки розроблених у ході дослідження практичних рекомендацій, наприклад.

1. Альтернативний текст для зображень та медіа-контенту.
2. Контрастність кольорів і візуальна ієрархія.
3. Коректна структура заголовків та ієрархія контенту.
4. Навігація з клавіатури та підтримка фокусних індикаторів.
5. Оптимізація анімацій та динамічного контенту.
6. Забезпечення достатнього часу для завершення дій.
7. Підтримка мовних тегів для багатомовного контенту.
8. Інформативні мітки для форм і полів вводу.
9. Стандартизовані елементи управління для відео та аудіо.
10. Обмеження кількості символів у рядку та слів в абзаці.

Отже, зазначені рекомендації забезпечують вищий рівень доступності та інклюзивності. Вони сприяють створенню більш зручного, адаптивного і приємного досвіду для всіх користувачів, враховуючи їх різноманітні потреби, та водночас покращуючи конверсію і SEO складову веб-сайтів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Disability. World Health Organization. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health> (дата звернення: 03.10.2024).
2. 30 Key Web Accessibility Statistics. Accessibility. URL: <https://accessiblyapp.com/blog/web-accessibility-statistics/> (дата звернення: 13.10.2024).
3. Target audience. NIQ. URL: <https://nielseniq.com/global/en/info/target-audience/> (дата звернення: 13.10.2024).
4. Disability in the EU: facts and figures. Council of the European Union. URL: <https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/disability-eu-facts-figures/> (дата звернення: 13.10.2024).
5. Campbell A., Adams C., Bradley Montgomery R., Cooper M., Kirkpatrick A. Web Content Accessibility Guidelines 2.2. United States. 2023.
6. Americans with Disabilities Act. United States: ADA Amendments Act. 2008. 51 p.
7. Harmonised European Standard EN 301 549 V3.2.1. Belgium: European Telecommunications Standards Institute. 2021. 186 p.
8. What Is CSR? Corporate Social Responsibility Explained. Investopedia. URL: <https://www.investopedia.com/terms/c/corp-social-responsibility .asp> (дата звернення: 05.11.2024).
9. A History of the Web Content Accessibility Guidelines. Inclusion Accessibility Lab. URL: <https://ialabs.ie/a-history-of-the-wcag/> (дата звернення: 05.11.2024).
10. World Wide Web Consortium. W3C. URL: <https://www.w3.org/> (дата звернення: 05.11.2024).
11. Introduction to Web Accessibility. W3C Web Accessibility Initiative (WAI). URL: <https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-intro/> (дата звернення: 05.11.2024).

12. Chisholm W., Vanderheiden G., Jacobs I. Web Content Accessibility Guidelines 1.0. United States: University of Wisconsin. 1999. 34 p.
13. W3C Accessibility Guidelines (WCAG) 3.0. W3C. URL: <https://www.w3.org/TR/wcag-3.0/> (дата звернення: 05.11.2024).
14. What's New in WCAG 2.2. W3C Web Accessibility Initiative (WAI) URL: <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/new-in-22/> (дата звернення: 06.11.2024).
15. How Semantic HTML Enhances Accessibility. WebYes. URL: <https://www.webyes.com/blogs/semantic-html-enhances-accessibility/> (дата звернення: 07.11.2024).
16. Improving Web Accessibility with Effective CSS. PixelFreeStudio. URL: <https://blog.pixelfreestudio.com/improving-web-accessibility-with-effective-css/> (дата звернення: 07.11.2024).
17. Colour Enhancer. Google. URL: <https://chromewebstore.google.com/detail/colour-enhancer/ipkjmjaledkapilfdigkgfmpekpfnkih> (дата звернення: 07.11.2024).
18. Screen Reader. Google. URL: <https://chromewebstore.google.com/detail/pericles-text-to-speech-s/oacindbdmlbdeidohafnfocfckkhjlbq> (дата звернення: 07.11.2024).
19. Build accessible rich web apps with React. Reakit. URL: <https://reakit.io/> (дата звернення: 07.11.2024).
20. Website Builders Market Share Findings. Website Builders Expert. URL: <https://www.websitebuilderexpert.com/website-builders/website-builders-market-share/> (дата звернення: 07.11.2024).
21. How Many Websites Use WordPress in 2024? Wpzoom. URL: <https://www.wpzoom.com/blog/wordpress-statistics/> (дата звернення: 09.11.2024).
22. ISO 9241-110:2020. Ergonomics of human-system interaction – Part 110: Interaction principles. International Organization for Standardization. 2020.

23. Borovynska Y., Vovk O. Investigating the vision of AI driven website builder in user interface components // *Jóvenes en la ciencia*. 2024. № 26. <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/4233/3714>.

24. Websites using WordPress in the European Union. Builtwith. URL: <https://trends.builtwith.com/cms/WordPress/EU> (дата звернення: 10.11.2024).

25. General Data Protection Regulation. Intersoft Consulting. URL: <https://gdpr-info.eu/> (дата звернення: 10.11.2024).

26. 11 Essential Types of WordPress Plugins. Inmotion hosting. URL: <https://www.inmotionhosting.com/support/edu/wordpress/8-essential-types-of-wordpress-plugins/> (дата звернення: 10.11.2024).

27. Kaluhin N., Vovk O., Chebotarova I. The impact of artificial intelligence on future of humanity // *Jóvenes en la ciencia*. 2024. № 26. <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/4235/3716>.

28. Borovynska Y., Vovk O. Exploring the influence of artificial intelligence on the complexity of landing page anatomy // *Memoria del primer congreso de artes digitales SYNTOPIA*, Universidad de Guanajuato Primera Edición, México, 2024. P. 26-27.

29. Vovk O. Borovynska Y. Assessing the efficacy of artificial intelligence in transforming wireframes into designs: current limitations and future prospect // *Поліграфічні, мультимедійні та web-технології*. 2024. Т. 1. С. 227-228.

30. All in One Accessibility Plugin. Skynet Technologies. URL: <https://www.skynettechnologies.com/all-in-one-accessibility> (дата звернення: 16.11.2024).

31. EqualWeb Plugin. EqualWeb. URL: https://www.equalweb.com/10419/11528/auto_ai_accessibility_widget (дата звернення: 16.11.2024).

32. UserWay Plugin. UserWay. URL: <https://userway.org/blog/accessibility-features/> (дата звернення: 16.11.2024).

33. Бізюк А.В., Вовк О.В., Ткаченко В.П. Основи наукових досліджень: навч. посібник. Харків: ХНУРЕ. 2018. 180 с.

34. Кулішова Н.Є. Системний аналіз та підтримка прийняття рішень: конспект лекцій. Харків: ХНУРЕ, 2023. 116 с.

35. Соколова Л.В., Горбач О.І., Гришко С.В., Діденко Є.В., Левченко Л.В., Путятіна Г.М., Харченко В.Г. Методичні рекомендації до виконання економічної частини дипломних проектів, робіт для студентів денної та заочної форми навчання усіх спеціальностей. Харків: ХНУРЕ. 2015. 49 с.