

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
Навчально-науковий інститут комп'ютерних наук та штучного інтелекту  
Кафедра комп'ютерних систем та робототехніки

«Затверджую»  
в.о. завідуючого кафедри  
комп'ютерних систем та робототехніки  
к. ф.-м. н., доцент Максим ХРУСЛОВ  
«\_\_\_» червня 2025 р.



## Пояснювальна записка


до кваліфікаційної роботи  
бакалавра

на тему: «ІНКЛЮЗИВНИЙ UX-ДИЗАЙН ЯК ОСНОВА  
ПРОЄКТУВАННЯ ЦИФРОВИХ ПРОДУКТІВ В УКРАЇНІ»

Спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія  
Галузь знань: 12 – Інформаційні технології.  
Освітня програма «Комп'ютерна інженерія».

**Захищено на засіданні**  
**Екзаменаційної комісії № 44**  
протокол № \_\_ від \_\_.06.2025 р.  
Оцінка \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
**Голова Екзаменаційної комісії**  
\_\_\_\_\_ **ЧУГАЙ А. М.**

**Виконала:**  
Студентка групи КІ– 41  
**ХИТУН Анастасія Володимирівна**  
  
**Керівник:** доцент зво кафедри  
комп'ютерних систем та робототехніки,  
PhD з інформаційних технологій  
**МОРОЗ Ольга Юріївна** 

**Рецензент:**  
Професор кафедри математичного  
моделювання та штучного інтелекту  
Національного аерокосмічного  
університету ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»,  
доктор технічних наук, професор  
**СКОБ Юрій Олексійович** 

## АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг роботи становить 69 сторінок, з яких 47 сторінок – основного тексту, що містить 20 рисунків, 4 таблиці, 17 позицій у списку використаних джерел та 4 додатки.

**Метою кваліфікаційної роботи** є покращення доступності платформи дистанційного навчання Moodle для користувачів з різними видами функціональних обмежень з урахуванням вимог цифрової доступності відповідно до національних та міжнародних стандартів.

**Об'єктом дослідження** є процеси проектування, розробки та адаптації функціональних модулів доступності в архітектурі веб-орієнтованих освітніх систем, зокрема у системі управління навчанням Moodle, яка використовується в Харківському національному університеті імені В. Н. Каразіна.

**Предметом дослідження** є технічні засоби та програмні компоненти цифрової доступності, що інтегруються у клієнтську та серверну частину веб-платформи, зокрема: масштабування інтерфейсу, перемикач кольорових тем, реалізація підтримки екранних озвучувачів (text-to-speech), відповідність стандартам WCAG 2.1 та сумісність із assistive technologie.

Результати дослідження можуть бути використані при модернізації освітніх веб-платформ, корпоративних і державних інформаційних систем, що потребують відповідності стандартам цифрової доступності (ДСТУ EN 301 549:2022, ДСТУ ISO/IEC 40500:2015, WCAG 2.1, ADA), з урахуванням принципів інженерії інтерфейсів користувача та системного підходу до доступності.

**Ключові слова:** інклюзивний UX-дизайн, доступність, WCAG 2.1, Moodle, text-to-speech, масштабування шрифту, перемикач тем, ARIA, цифрова інклюзія.

## ABSTRACT

The explanatory note to the bachelor's qualification work consists of an introduction, three chapters, conclusions, a list of references, and appendices. The total length of the work is 69 pages, of which 47 pages constitute the main body, containing 20 figures, 4 tables, 17 entries in the reference list, and 4 appendices.

**The purpose of the qualification work** is to improve the accessibility of the Moodle distance learning platform for users with various types of functional limitations, taking into account digital accessibility requirements in accordance with national and international standards.

**The object of the study** is the processes of design, development and adaptation of functional accessibility modules in the architecture of web-based educational systems, in particular in the Moodle learning management system, which is used at V. N. Karazin Kharkiv National University.

**The research problem** is the hardware and software components of digital accessibility that are integrated into the client and server parts of the web platform, in particular: interface scaling, switching color themes, implementing support for on-screen speakers (text-to-speech), compliance with WCAG 2.1 standards, and compatibility with assistive technology.

The results of the study can be used in the modernization of educational web platforms, corporate and government information systems that require compliance with digital accessibility standards (DSTU EN 301 549:2022, DSTU ISO/IEC 40500:2015, WCAG 2.1, ADA), taking into account the principles of user interface engineering and a systems approach to accessibility.

**Key words:** inclusive UX design, accessibility, WCAG 2.1, Moodle, text-to-speech, font scaling, theme switcher, ARIA, digital inclusion.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ .....	5
ВСТУП .....	6
РОЗДІЛ 1 СТАНДАРТИ ТА ПРАКТИКИ ІНКЛЮЗИВНОГО UX-ДИЗАЙНУ .....	10
1.1. Міжнародні стандарти доступності (WCAG 2.1, ADA, ISO) .....	10
1.2. Національні нормативні документи України щодо доступності .....	13
1.3 Приклади впровадження доступних цифрових продуктів у світі та в Україні .....	16
Висновки до розділу 1. ....	22
РОЗДІЛ 2 ОЦІНЮВАННЯ ДОСТУПНОСТІ ПЛАТФОРМИ MOODLE .....	24
2.1. Інструменти та методи оцінювання (WCAG-огляди, скрінрідери, юзабіліті-тестування) .....	24
2.2. Результати перевірки відповідності платформи Moodle стандартам ...	28
2.3. Виявлені проблеми та рекомендації щодо їх виправлення .....	33
Висновок до розділу 2. ....	39
РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ ІНКЛЮЗИВНИХ ФУНКЦІЙ У MOODLE .....	40
3.1. Функція масштабування шрифту (slider) .....	40
3.2. Перемикач теми: світла, темна, синя (монохром), помаранчева .....	44
3.3. Інтеграція озвучки текстового контенту (text-to-speech) .....	47
Висновок до розділу 3. ....	50
ВИСНОВОК .....	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	54
ДОДАТКИ .....	57
Додаток А .....	57
Додаток Б .....	59
Додаток В .....	62
Додаток Г .....	66

**ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ**

ADA	—	Americans with Disabilities Act
API	—	Application Programming Interface
ARIA	—	Accessible Rich Internet Applications
CLI	—	Command-Line Interface
CSS	—	Cascading Style Sheets
DevTools	—	Developer Tools (інструменти розробника)
ДБН	—	Державні будівельні норми
ДСТУ	—	Державний стандарт України
FCP	—	First Contentful Paint
HTML	—	HyperText Markup Language
ICT	—	Information and Communication Technologies
ISO	—	International Organization for Standardization
JS	—	JavaScript
LCP	—	Largest Contentful Paint
NVDA	—	NonVisual Desktop Access
SUS	—	System Usability Scale
TTS	—	Text-to-Speech
UI	—	User Interface
UX	—	User Experience
WCAG	—	Web Content Accessibility Guidelines

## ВСТУП

У сучасному інформаційному суспільстві цифрові технології є не лише інструментом комунікації та навчання, але й засобом забезпечення рівного доступу до знань і соціальної участі. Особливого значення набуває питання цифрової інклюзії — можливості для всіх користувачів, включаючи осіб з інвалідністю та іншими функціональними обмеженнями, повноцінно взаємодіяти з цифровими платформами.

В умовах активного розвитку дистанційної освіти одним із пріоритетів стає доступність навчальних систем, зокрема таких, як Moodle, яка широко впроваджується у вищих навчальних закладах України. Однак, на практиці платформи часто не повністю відповідають вимогам інклюзивного дизайну та міжнародним стандартам доступності, що створює бар'єри для окремих груп користувачів.

Недостатній рівень цифрової доступності у типових веб-системах управління навчанням, що створює бар'єри для користувачів з вадами зору, моторики та когнітивного сприйняття. Проблема вирішується шляхом системного інженерного аналізу та впровадження адаптивного користувацького інтерфейсу з урахуванням технічних вимог до інклюзивного UX-дизайну.

**Актуальність дослідження.** У сучасному цифровому середовищі, коли значна частина освітніх процесів переходить в онлайн-формат, питання забезпечення рівного, безбар'єрного та зручного доступу до електронних навчальних платформ набуває особливої важливості. Однією з найпоширеніших платформ для організації дистанційного навчання в закладах вищої освіти України є Moodle, зокрема її активно використовують у Харківському національному університеті імені В. Н. Каразіна.

Попри розвинену функціональність, базова архітектура інтерфейсу Moodle не завжди враховує потреби користувачів з порушеннями зору, моторики, сприйняття кольору або когнітивними особливостями. Це знижує

ефективність їх взаємодії з платформою та ускладнює доступ до освітнього контенту.

У зв'язку з цим актуальним стає завдання технічного переосмислення користувацького інтерфейсу навчальних платформ із позицій інклюзивного UX-дизайну. Це включає розробку та інтеграцію інструментів масштабування шрифтів, перемикання контрастних тем, озвучування текстового контенту (*text-to-speech*), підтримку навігації клавіатурою та інших засобів, сумісних із допоміжними технологіями (*assistive technologies*).

Інженерна реалізація таких рішень вимагає глибоких знань в галузі веб-програмування, розробки інтерфейсів, стандартизації цифрової доступності та впровадження інтерактивних модулів у структуру системи управління навчанням. Особливої значущості це питання набуває в контексті імплементації національних (ДСТУ EN 301 549:2022, ДСТУ ISO/IEC 40500:2015) та міжнародних (WCAG 2.1, ADA, ISO) стандартів цифрової доступності в Україні.

Таким чином, розробка і впровадження технічно обґрунтованих інклюзивних UX-рішень у цифрові освітні продукти є надзвичайно актуальним завданням у сфері комп'ютерної інженерії, що поєднує соціальну значущість з високим рівнем інженерної складності.

**Метою кваліфікаційної роботи** є покращення доступності платформи дистанційного навчання Moodle для користувачів з різними видами функціональних обмежень з урахуванням вимог цифрової доступності відповідно до національних та міжнародних стандартів.

**Об'єктом дослідження** є процеси проектування, розробки та адаптації функціональних модулів доступності в архітектурі веб-орієнтованих освітніх систем, зокрема у системі управління навчанням Moodle, яка використовується в Харківському національному університеті імені В. Н. Каразіна.

**Предметом дослідження** є технічні засоби та програмні компоненти цифрової доступності, що інтегруються у клієнтську та серверну частину веб-

платформи, зокрема: масштабування інтерфейсу, перемикання кольорових тем, реалізація підтримки екранних озвучувачів (text-to-speech), відповідність стандартам WCAG 2.1 та сумісність із assistive technologie.

Результати дослідження можуть бути використані при модернізації освітніх веб-платформ, корпоративних і державних інформаційних систем, що потребують відповідності стандартам цифрової доступності (ДСТУ EN 301 549:2022, ДСТУ ISO/IEC 40500:2015, WCAG 2.1, ADA), з урахуванням принципів інженерії інтерфейсів користувача та системного підходу до доступності.

**Основною практичною задачею дослідження** є розробка та впровадження комплексу інклюзивних функціональних рішень для платформи Moodle, які забезпечать цифрову доступність для користувачів з порушеннями зору, моторики та когнітивними особливостями, і перевірити їхні ефекти

#### **Задачі дослідження:**

1. Провести огляд міжнародних і національних стандартів доступності (WCAG 2.1, ADA, ISO, ДСТУ EN 301 549, ДСТУ ISO/IEC 40500) та виявити ключові вимоги до інклюзивного UX у освітніх платформах.
2. Оцінити поточний стан доступності платформи Moodle ХНУ імені В. Н. Каразіна за допомогою автоматизованих (WAVE, Lighthouse, Axe) та ручних методів (NVDA, VoiceOver, юзабіліті-тестування).
3. Розробити та технічно реалізувати модулі масштабування шрифту, перемикача колірних тем і інтеграції text-to-speech із урахуванням ARIA-семантики та збереження налаштувань між сеансами.
4. Провести повторне тестування реалізованих функцій і виміряти покращення ключових метрик доступності (Accessibility score, кількість порушень WCAG та результати юзабіліті-тестування).
5. Сформулювати методичні рекомендації для подальшої адаптації та масштабування цих інклюзивних рішень на інші освітні веб-ресурси.

**Методи дослідження** – аналіз науково-технічної літератури і нормативних документів, методи інженерного проектування та моделювання, автоматизоване та ручне тестування доступності, інтерв'ю й юзабіліті-тестування з користувачами, розробка фронтенд-модулів із використанням HTML5, CSS3, ARIA та Web Speech API, метод системного аналізу, а також статистичний аналіз отриманих результатів.

Практична цінність роботи полягає в тому, що розроблені модулі інклюзивності можуть бути безпосередньо інтегровані в Moodle та подібні платформи, забезпечуючи їх відповідність міжнародним і національним стандартам доступності й значно покращуючи освітній досвід для студентів із особливими потребами.

Таким чином, розробка і впровадження технічно обґрунтованих інклюзивних UX-рішень у цифрові освітні продукти є надзвичайно актуальним завданням у сфері комп'ютерної інженерії, що поєднує соціальну значущість з високим рівнем інженерної складності.

## РОЗДІЛ 1

### СТАНДАРТИ ТА ПРАКТИКИ ІНКЛЮЗИВНОГО UX-ДИЗАЙНУ

#### 1.1. Міжнародні стандарти доступності (WCAG 2.1, ADA, ISO)

**Глобальна веб-доступність** ґрунтується на технічних та правових нормах, що гарантують рівний доступ до цифрових продуктів для всіх користувачів — з урахуванням порушень зору, слуху, моторики чи когнітивних особливостей. Найбільш авторитетними є рекомендації W3C (WCAG), законодавчі рамки США (ADA) та міжнародні ISO-стандарти. У цьому підрозділі розглянуто сутність, структуру, еволюцію та застосування цих підходів.

#### **Web Content Accessibility Guidelines (WCAG 2.1)**

**Походження та структура.** Стандарт розроблено W3C (ініціатива WAI). Він базується на чотирьох принципах POUR:

1. **Perceivable (Сприйнятність).** Контент має бути доступний через зір, слух або дотик (альтернативні тексти, субтитри).
2. **Operable (Керованість).** Інтерфейс повинен працювати з клавіатурою й містити механізми управління (фокус, skip-links).
3. **Understandable (Зрозумілість).** Тексти й взаємодії мають бути простими, логічними.
4. **Robust (Надійність).** Веб-сторінки повинні коректно працювати в різних браузерах і з асистивними технологіями (ARIA-атрибути, семантика).

Кожен принцип реалізовано через **критерії успіху**, розподілені на рівні А (базовий), АА (середній, вимогливий для законодавства) та ААА (максимальний, добровільний).

- **WCAG 2.0** (2008) – 12 настанов і 61 критерій, основна увага на альтернативному тексті та клавіатурній доступності.
- **WCAG 2.1** (2018) – додано 17 нових критеріїв для мобільних пристроїв і когнітивних порушень (адаптивність UI, зона фокусу, часові адаптації).

- **WCAG 2.2 (2023)** – додано 9 критеріїв, зокрема вдосконалення клавіатурної навігації, відкладена автентифікація, рекомендації щодо спалахів і рухів.

**Ключові критерії (рівень AA).** Серед найбільш важливих: альтернативний текст (1.1.1), контрастність (1.4.3, мінімум 4.5:1 для тексту, 3:1 для великих заголовків), навігація клавіатурою (2.1.1), фокусна видимість (2.4.7), заголовки й мітки (2.4.6), масштабування до 400 % без горизонтального скролу (1.4.10).

**Практичне застосування.** Світові компанії й урядові портали впроваджують WCAG 2.1 AA у політики доступності. Наприклад, BBC (UK) створило власні «BBC Accessibility Standards», узгоджені з WCAG, з висококонтрастними режимами та семантичною розміткою. GOV.UK використовує skip-links і просту графіку. Microsoft і Apple підтримують VoiceOver/Narrator, масштабування UI та ARIA-атрибути.

### **Americans with Disabilities Act (ADA)**

**Суть і правові рамки.** ADA — федеральний закон США (1990 р.), що забороняє дискримінацію людей з інвалідністю у сфері послуг. Хоча в тексті не наведено технічних критеріїв для вебу, судова практика розглядає веб-сайти як «місця публічного обслуговування» (Title III).

### **Юридичні прецеденти**

- **Target Corp. v. Doe (2008):** Target зобов'язали привести сайт у відповідність до WCAG.
- **Domino's Pizza (2019):** Верховний суд визнав веб-ресурс предметом дії ADA після скарги незрячого користувача.

**Наслідки для бізнесу.** Багато компаній дотримуються WCAG 2.1 AA як технічного орієнтира, щоб уникнути позовів. Крім того, **Section 508 (Rehabilitation Act)** інтегрує WCAG у вимоги для федеральних установ.

### **ISO-стандарти**

**ISO / IEC 40500:2012 (WCAG 2.0).** Це офіційне визнання WCAG 2.0 як міжнародного стандарту. В Україні діє як ДСТУ ISO / IEC 40500:2015.

**EN 301 549 «Accessibility requirements for ICT products and services».** Розроблено ETSI, CEN, CENELEC. Обов'язковий для державних закупівель у ЄС (Directive 2016/2102). Версія V3.2.1 (2021) інкорпорує WCAG 2.1 AA і додаткові правила для програмного забезпечення, кіосків, IoT, біометрії. В Україні адаптовано як ДСТУ EN 301 549:2022, що посилається на WCAG 2.1 AA.

**ISO 9241-171:2008.** Розділ «Ергономіка взаємодії людина–система» містить рекомендації щодо доступності ПЗ: структурування меню, навігацію, елементи керування.

**Таблиця 1.1**

**Порівняння підходів і взаємодоповнюваність**

№	Стандарт	Розробник / Законодавець	Основа	Рівень деталізації	Область застосування
1	WCAG 2.1	W3C WAI	POUR	78 критеріїв	Веб-сайти й веб-додатки
2	ADA (Title III)	Конгрес США	Закон	—	Веб як «публічна послуга»
3	EN 301 549	ETSI / CEN / CENELEC	WCAG 2.1 AA	WCAG 2.1 AA + AC аспекти	ICT продукти й послуги
4	ISO / IEC 40500	ISO	WCAG 2.0	61 критерій	Веб-стандарты на міжнародному рівні

**Висновки:**

1. WCAG 2.1 AA залишається світовим еталоном базової та проміжної доступності.
2. ADA створює юридичний імпульс у США: без впровадження WCAG компанії ризикують судовими позовами.

3. ISO / EN-стандарти поширюють вимоги доступності на всі інформаційно-комунікаційні технології.

Комбіноване застосування цих підходів дозволяє забезпечити інклюзивний UX, поєднуючи чіткі технічні норми, юридичну відповідальність і комплексні вимоги до всіх цифрових продуктів незалежно від платформи.

## **1.2. Національні нормативні документи України щодо доступності**

**Національні нормативні документи України щодо доступності.** Мета національних нормативних документів — гарантувати безперешкодний доступ до цифрового контенту та сервісів для осіб із різними видами інвалідності (зору, слуху, моторики, когнітиву). Вони мають усунути «цифрову ізоляцію» й адаптувати міжнародні рекомендації (WCAG, EN 301 549) під національні реалії. Нижче наведено ключові документи й їхній вплив на розробку доступних інтерфейсів.

### **1. Державні стандарти (ДСТУ)**

**ДСТУ EN 301 549:2022 «Інформаційні технології. Вимоги щодо доступності продуктів та послуг ІКТ»**

- Прийнято 15 червня 2022 р. (Мінцифра + ПРООН).
- Гармонізовано з EN 301 549 V3.2.1 (2021).
- Основні вимоги:
- відповідність веб-частини WCAG 2.1 AA;
- додаткові правила для мобільних застосунків, електронних документів, кіосків;
- сумісність із асистивними технологіями (скрінрідери, Брайлівські дисплеї).
- Обов'язковий для державних органів, рекомендований для приватного сектору.
- Практика: усі портали міністерств і місцевих рад мають декларації відповідності ([mcd.gov.ua](http://mcd.gov.ua)).

**ДСТУ ISO/IEC 40500:2015 (WCAG 2.0)**

- Ухвалено 2016 р.
- Дослівна адаптація WCAG 2.0.
- Ускладнення: відсутність офіційного перекладу критеріїв гальмувала впровадження.
- Зміст: методологічна основа для оновленого EN 301 549.

## 2. Законодавчі акти

### **Закон України «Про основи соціальної захищеності осіб з інвалідністю в Україні» (1991)**

- Закріплює право на безбар'єрне інформаційне середовище.
- Кабмін затверджує програми та нормативи з доступності у всіх сферах.

### **ДБН В.2.2–40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд»**

- Застосовується до фізичної та інформаційної доступності об'єктів.
- Розділ «ІКТ»:
- вимоги до терміналів і табло з відео/звуком;
- системи дублювання інформації текстом та аудіо (наприклад, у вестибюлях).

### **Проект постанови Кабміну «Про забезпечення доступності ІКТ-ресурсів»**

- Мета: зробити EN 301 549:2022 обов'язковим для всіх органів влади.
- Стан (2025): на розгляді, очікується ухвалення та адаптація сайтів і додатків до WCAG 2.1 AA.

## 3. Державні ініціативи й практичні кейси

### **1. Національна стратегія безбар'єрності (2020–2025)**

- Ініціатори: перша леді О. Зеленська, Мінцифра, ПРООН.
- Фокус: доступність державних послуг онлайн.
- Результат: аудит сайтів (2021–2022) і звіт із інфографіками.

### **2. ПРООН–Мінцифра: моніторинг 100 держсайтів**

- Методика: аналіз за WCAG + ручне тестування + інструменти WAVE/Lighthouse.
- Результати:
  - 3–4 % сайтів мають «високий» рівень доступності;
  - 50 % — середній;
  - 27 % — низький.
- Висновок: необхідно системно впроваджувати ДСТУ EN 301 549.

### 3. Портал «Дія»

- Дві версії інтерфейсу: звичайна та «доступна».
- Функції:
  - висококонтрастний режим (чорний фон + жовтий/білий текст);
  - регулювання розміру шрифту (три рівні);
  - семантичні ARIA-атрибути (aria-label).
- Приклад практичної реалізації ДСТУ і WCAG.

**Таблиця 1.2**

### Порівняння основних національних документів

№	Документ	Рік	Базова норма	Обов'язковість	Примітки
1	ДСТУ EN 301 549:2022	2022	EN 301 549 V3.2.1	Для держорганів	Посилається на WCAG 2.1 AA
2	ДСТУ ISO/IEC 40500:2015	2016	WCAG 2.0	Рекомендований	Методологічна основа для нового EN 301 549
3	Закон «Про основи... осіб з інвалідністю...»	1991	Загальні права	Усі держпрограми	Закладає правове підґрунтя
4	ДБН В.2.2–40:2018	2018	Фізична + інформаційна	Будівництво/об'єкти	Інтегрує ІКТ у будівельні норми

Національні нормативні документи України створюють правову, технічну та методологічну базу для інклюзивності цифрових продуктів:

- **ДСТУ EN 301 549** поєднує локальні вимоги з ЄС та WCAG 2.1;
- законодавчі акти визначають правові механізми та контроль;
- ініціативи демонструють практичні кейси та інструменти аудиту.

Це формує єдиний каркас, що зобов'язує владу і стимулює бізнес забезпечувати рівний доступ до інформації та сервісів для осіб з будь-якими інвалідностями.

### **1.3 Приклади впровадження доступних цифрових продуктів у світі та в Україні**

У цьому підрозділі ми розглянемо конкретні кейси, які демонструють, як провідні світові та українські проекти на практиці застосовують принципи інклюзивного UX-дизайну. Розглядатимемо три тематичні блоки: державні портали ЄС та корпорації США; кейси в Україні (Міністерство цифрової трансформації та «Дія»); результати моніторингу вебдоступності держресурсів.

**Світові кейси державних порталів та технологічних лідерів.** Першим прикладом є урядові портали Європейського Союзу, що підпадають під Директиву 2016/2102. Цей норматив зобов'язує всі державні сайти відповідати щонайменше рівню AA WCAG 2.1, тобто забезпечити достатню контрастність, навігацію клавіатурою, текстові альтернативи і семантичну розмітку.

**GOV.UK (Великобританія):** Урядовий портал GOV.UK використовує мінімалістичний дизайн, де всі елементи розміщені за єдиною системою «високого рівня абстракції» і позначені семантичними тегами HTML5 (<header>, <nav>, <main>, <footer>). Skip-links («Перейти до основного контенту») дозволяє пропускати навігацію мишкою і потрапляти безпосередньо до змісту. Меню та кнопки мають чіткі написи й ARIA-

атрибути (aria-label), що допомагає скрінрідеру коректно інтерпретувати функції елементів.

**BBC (Британська телерадіокомпанія):** BBC вдосконалило WCAG стандарт власними **BBC Accessibility Standards**. Окрім ключових критеріїв WCAG 2.1 AA, сайт BBC пропонує:

- Плавне масштабування розміру шрифту без руйнування макету.
- Високий контраст кольорів у режимі «High contrast».
- CLEAR FOCUS STYLES: чітко помітні рамки навколо елементів фокусу.
- Вбудовані субтитри та описи для всіх відеоматеріалів.

#### **Корпорації-лідери (США):**

- **Apple:** у iOS/macOS працює VoiceOver — екранний диктор, що повністю інтегрований у систему; підтримується **Dynamic Type** (масштабування шрифту); є Switch Control для користувачів з обмеженою моторикою.
- **Microsoft:** Narrator (вбудований у Windows), **Accessibility Insights** для розробників — розширення, що автоматично перевіряє відповідність WCAG у коді.
- **Google:** **Lighthouse** у Chrome DevTools виконує автоматичні перевірки контрастності, семантики та навігації клавіатурою.

Разом ці кейси демонструють: інклюзивний UX — це не опціональна фіча, а стандарт «out of the box», що гарантує доступність для найширшого кола користувачів.

**Українські приклади: Міністерство цифрової трансформації та «Дія».** В Україні найпомітніші приклади інклюзивного UX надали Міністерство цифрової трансформації (Мінцифри) і державний проєкт «Дія». Обидва кейси базуються на вимогах національних стандартів (ДСТУ EN 301 549:2022) та WCAG 2.1 AA.

На офіційному порталі Мінцифри реалізовано дві версії інтерфейсу:

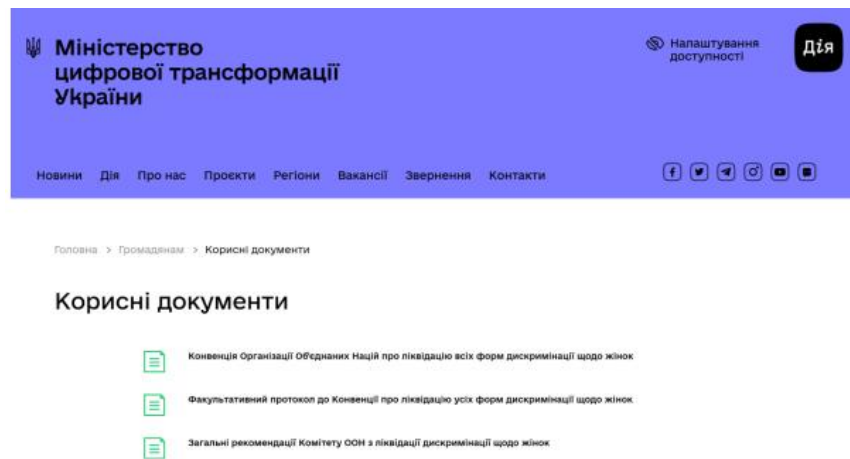


Рисунок 1.1 – Звичайна версія сайту Міністерства цифрової трансформації України

На рисунку видно стандартний дизайн з яскравим фоновим блоком і звичним меню.



Рисунок 1.2 – Доступна версія сайту Міністерства цифрової трансформації України

Після натискання “Налаштування доступності” фон змінюється на білий із контурними іконками, меню стискається у верхній панелі.

Користувач може також змінювати розмір шрифту трьома рівнями:

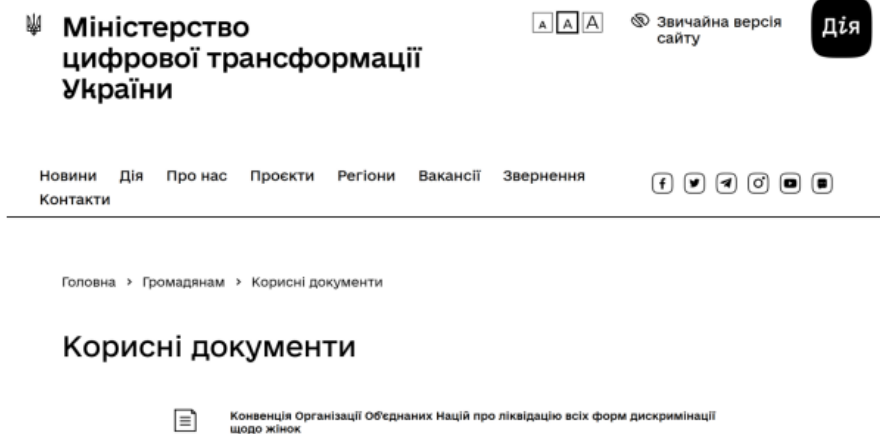


Рисунок 1.3 – Другий (середній) варіант збільшення шрифту (~+30 %)



Рисунок 1.4 – Третій (найбільший) варіант збільшення шрифту (~+60–80 %)

У доступному режимі:

- Текст і заголовки мають співвідношення контрастності  $\geq 7:1$ .
- Заборонено мерехтливі елементи та анімації зі швидкістю понад 3 fps.
- Меню та форми підтримують повну навігацію клавіатурою.

Державний мобільний застосунок «Дія» та його вебпортал також мають:

- **VoiceOver/TalkBack** — екранне озвучення інтерфейсу.
- **ARIA-атрибути** для всіх кнопок та посилань (aria-label).

- Плавне масштабування UI та високий контраст.
- Гайдлайни “Дія.Безбар’єрність” для розробників із код-сніпетами та тестовими наборами.

**Результати моніторингу вебдоступності держресурсів.** Щоб виміряти загальний рівень доступності українських сайтів, у листопаді 2021 – грудні 2021 Програма розвитку ООН та Мінцифра провели аудит 100 державних порталів.

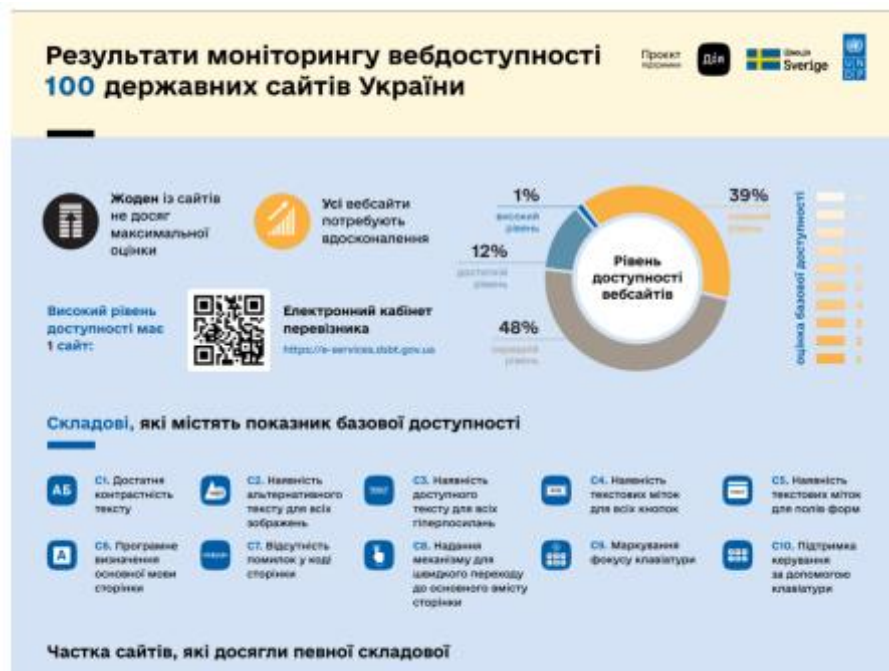
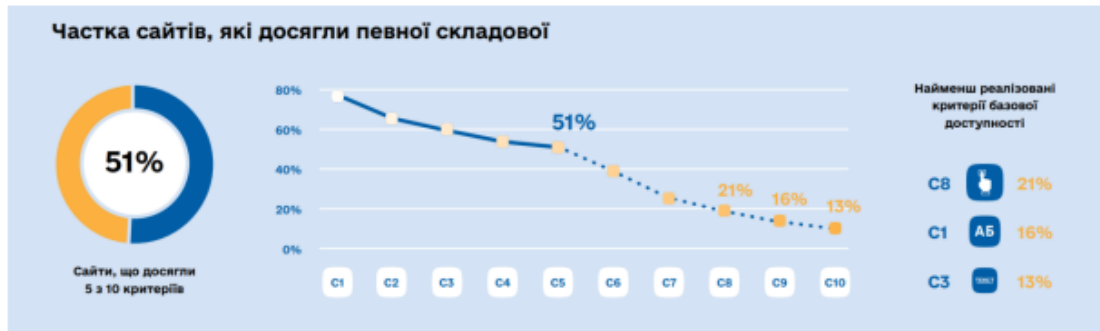


Рисунок 1.5 – Результати моніторингу вебдоступності 100 державних сайтів України

У верхній частині відображено процентний розподіл: лише 1 % сайтів мають високий рівень доступності, 12 % – достатній, 48 % – середній і 39 % – низький.

Нижче графік відсотка сайтів, що виконали всі із 10 базових критеріїв.



Найбільш поширені помилки:		Рекомендації:	
	<b>Відсутність механізму для швидкого переходу до основного вмісту</b>		<b>Терміново провести модернізацію сервісів із урахуванням потреб маломобільних груп громадян</b>
	<b>Низька контрастність тексту</b>		<b>Виправити наявні помилки доступності та врахувати всі потреби маломобільних груп громадян під час наступної планової модернізації</b>
	<b>Відсутність тексту для гіперпосилань</b>		<b>Періодично проводити аудит доступності і вчасно виправляти знайдені помилки</b>
	<b>Відсутність видимого індикатора фокусу при навігації за допомогою клавіатури</b>		
	<b>Невизначеність або некоректне визначення мови сторінки</b>		
	<b>Чому це важливо?</b>		<b>Чому це важливо?</b>
	Ускладнює навігацію для повністю незрячих користувачів та користувачів із порушенням моторики		Власникам вебсайтів, які мають низький або середній рівень базової доступності
	Заважає людям із частковою втратою зору читати текст		Власникам вебсайтів, які мають достатній або високий рівень базової доступності
	Робить їх незрозумілими для незрячих користувачів, які використовують програми зчитування з екрана		Всім власникам сайтів
	Робить таку навігацію недоступною для людей із частковою втратою зору або порушенням моторики		
	Призводить до ненавальної роботи програм зчитування з екрана, функції автоперекладу та пошукових систем		

Моніторинг відкритості 100 державних онлайн-ресурсів, які мають електронні послуги, проведено в 19 листопада по 17 грудня 2021 року на замовлення проекту «Цифрові, інклюзивні, доступні підприємства цифрової держави» послуг в Україні (Проект підтримки Дія), що впроваджується Програмою розвитку ООН в Україні за підтримки Швеції. Моніторинг реалізовано відповідно до спеціально розробленої методики, що повністю відповідає ДСТУ EN ISO/IEC 40500:2015 «Інформаційні технології. Норматив з доступності вебконтенту WCAG (WCAG 2.0). Повний звіт моніторингу: <https://web-accessibility.com>

Рисунок 1.6 - Графік відсотка сайтів, що виконали кожен із 10 базових критеріїв

Найпоширеніші проблеми:

1. **Відсутність механізму «пропустити до основного контенту»**
2. **Низька контрастність тексту**
3. **Відсутність альтернативних текстових описів зображень**
4. **Відсутність чіткого фокусу клавіатурної навігації**
5. **Непоследовна семантична структура заголовків**

У рекомендаціях до звіту:

- **Терміново модернізувати сервіси, починаючи з головних сторінок.**
- **Впровадити ДСТУ EN 301 549 2022 у всіх держресурсах.**
- **Проводити регулярний аудит та навчання розробників.**

Отже:

1. **Світові практики** доводять: інклюзивний UX — це стандарт, що гарантує якість продукту та правову безпеку.
2. **Українські кейси** (Мінцифри, «Дія») демонструють технологічну готовність до впровадження інклюзивних рішень.
3. **Моніторинг** виявляє, що переважна більшість державних сайтів ще не відповідають базовим критеріям WCAG 2.1 AA.

Для подальшого розвитку інклюзивного UX в Україні необхідно:

- Зробити обов'язковим **ДСТУ EN 301 549:2022** для всіх держресурсів.
- Проводити **щорічні аудити** за методикою WCAG-оглядів і інструментів (WAVE, Lighthouse, Axe).
- Розвивати **спільноту розробників** через гайдлайни і практичні воркшопи (напр., «Дія.Безбар'єрність»).

Тільки комплексна імплементація міжнародних стандартів, законодавчих норм і передових практик дозволить Україні створити **справді інклюзивне цифрове середовище**.

### Висновки до розділу 1.

1. У результаті аналізу міжнародних рекомендацій (WCAG 2.1, ADA, ISO) стає очевидним, що **WCAG 2.1 AA** є технологічним «ядром» доступності: чіткі технічні критерії за принципами POUR забезпечують мінімальні й проміжні вимоги до контрастності, семантики, клавіатурної навігації та адаптивності контенту.
2. **ADA (США)** не задає технічних норм, але через судову практику змушує бізнес дотримуватися WCAG — це потужний юридичний важіль, який підтримує інклюзивність «знизу вгору».
3. **ISO / EN-стандарти** (ISO/IEC 40500, EN 301 549) розширюють вимоги WCAG на весь спектр ІКТ-продуктів: від веб-додатків до мобільних клієнтів, кіосків і біометричних систем. Українські ДСТУ (EN 301 549:2022, ISO/IEC 40500:2015) повністю гармонізовані з європейською та міжнародною базою і задають обов'язковий мінімум для державних органів.

4. Завдяки поєднанню **технічних** (WCAG), **юридичних** (ADA, місцеві закони) та **галузевих** (ISO/EN) підходів можна створити комплексну модель інклюзивності, яка гарантує стабільну, безпечну й передбачувану якість цифрових сервісів для всіх категорій користувачів.

## РОЗДІЛ 2

### ОЦІНЮВАННЯ ДОСТУПНОСТІ ПЛАТФОРМИ MOODLE

#### 2.1. Інструменти та методи оцінювання (WCAG-огляди, скрінрідери, юзабіліті-тестування)

У цьому підпункті описується набір інструментів і методів, які застосовувались для оцінювання доступності навчальної платформи Moodle Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Ми комбінували автоматизовані перевірки на відповідність WCAG 2.1, ручні тести з екраночитачами, оцінку клавіатурної навігації та юзабіліті-тестування з реальними користувачами. Такий багатошаровий підхід дозволяє виявити як технічні невідповідності, так і ті проблеми, які помічаються лише в процесі реальної взаємодії.

##### Автоматизовані WCAG-огляди

Автоматизовані інструменти дають змогу швидко відсеяти базові порушення — контрастність, наявність текстових альтернатив, семантична розмітка, ARIA-атрибути.

##### 1. WAVE (Web Accessibility Evaluation Tool)

Розширення для Chrome і Firefox від WebAIM, яке аналізує HTML/CSS-структуру сторінки та вбудовує на неї іконки помилок (Errors), попереджень (Alerts) та позитивних елементів (Features).

- **Переваги:** інтерактивна візуалізація прямо на сторінці; швидкий доступ до статистики (кількість помилок, попереджень, ARIA).
- **Сценарій використання:** відкриття головної сторінки Moodle → запуск WAVE → перегляд накладених іконок помилок/попереджень → перехід на вкладки «Резюме», «Порядок», «Контраст» для детального аналізу.

##### 2. Google Lighthouse

Інструмент, вбудований у Chrome DevTools, що використовує бібліотеку axe-core для валідації сторінки за критеріями WCAG 2.1 AA. Lighthouse генерує **Accessibility score** і список рекомендацій.

- **Переваги:** оцінка за 0–100 балів; автоматичні перевірки контрастності, ALT-текстів, навігації клавіатурою, можливості масштабування; можливість запускати як із DevTools, так і через CLI.
- **Сценарій:** у DevTools обрати вкладку «Lighthouse», відмітити лише «Accessibility», натиснути «Generate report» → отримати детальний звіт із рекомендаціями.

### 3. Deque Axe DevTools

Професійний плагін для браузера та CI/CD, що розширює можливості axe-core. Окрім автоматичних сканувань, Axe DevTools пропонує **Intelligent Guided Tests** — напівавтоматизовані сценарії для складних випадків.

- **Переваги:** інтеграція у робочий процес розробників; докладні пояснення порушень; експорт звітів у різні формати (JSON, HTML).
- **Сценарій:** встановити розширення → відкрити сторінку Moodle → активувати Axe panel → запустити «Scan all issues» → переглянути детальний список порушень і рекомендації.

### Ручні перевірки зі скрінрідерами

Автоматизовані інструменти не виявляють усіх нюансів поведінки екраночитачів. Тому було проведено ручне тестування з:

#### 1. NVDA (NonVisual Desktop Access)

Безкоштовний скрінрідер для Windows, широко використовується в спільноті доступності.

- **Перевірка:** навігація по Heading—дереву (натискання клавіші H), перевірка оголошень міток форм (<label>), кнопок і

посилань (<button>, <a>), динамічних повідомлень (ARIA Live Regions).

- **Мета:** переконатися, що всі елементи мають коректні ролі та підписи для незрячих користувачів.

## 2. VoiceOver (macOS)

Вбудований в macOS скрінрідер.

- **Перевірка:** подібно до NVDA, але з огляду на особливості відлагодження на Apple-пристроях; наголос на підтримці жестів зі свайпами у iOS-версії Moodle.
- **Мета:** упевнитися, що озвучення та навігація відповідають очікуванням користувачів Apple.

### Оцінка клавіатурної доступності

Клавіатурна навігація — один із базових критеріїв WCAG (2.1.1). Для її перевірки:

- **Сценарій:**
  1. Натискання Tab для переходу між інтерактивними елементами.
  2. Enter або Space для активації кнопок і посилань.
  3. Shift+Tab для зворотнього руху.
- **Мета:** переконатися, що всі важливі елементи (логін, меню курсів, кнопка «Завантажити») доступні без миші; перевірити видимість фокусу (CSS outline).

### Юзабіліті-тестування з реальними користувачами

Щоб доповнити технічну оцінку, було залучено **16 учасників** з різними обмеженнями:

- **Група 1:** користувачі зі слабким зором
- **Група 2:** користувачі з моторними порушеннями
- **Група 3:**

користувачі з когнітивними особливостями

### Процедура:

1. Кожному учаснику видавався сценарій — вхід у систему, реєстрація на курс, завантаження матеріалів.
2. Фіксувалися:
  - Час виконання завдань.
  - Кількість помилок (неправильні кліки, пропуски полів).
  - Суб'єктивна оцінка (SUS — System Usability Scale).

**Мета:** виявити бар'єри, які не видно в автоматичному тестуванні, і зрозуміти, як контент сприймається людьми з реальними обмеженнями.

### Підсумок методів

**Таблиця 2.1.**

#### Узагальнення інструментів і методик.

Метод/Інструмент	Що перевіряє	Основна ціль
<b>WAVE</b>	HTML/CSS-помилки, орфанні мітки, пропущені заголовки	Швидка візуалізація базових порушень WCAG
<b>Google Lighthouse</b>	Accessibility score, контраст, ALT, масштабування тексту	Оцінка за WCAG 2.1 AA з автоматичними рекомендаціями
<b>Deque Axe DevTools</b>	ARIA-помилки, semantically incorrect markup	Розширені перевірки з Guided Tests і докладними поясненнями
<b>NVDA / VoiceOver</b>	Озвучення заголовків, міток, ролей	Перевірка взаємодії з екраночитачем
<b>Клавіатурна навігація</b>	Tab-послідовність, видимість фокусу	Переконатися в повному управлінні без миші (WCAG 2.1.1, 2.4.7)
<b>Usability testing</b>	Час, помилки, SUS	Виявлення бар'єрів у реальних сценаріях для людей з обмеженнями

Саме цей комбінаційний підхід дає змогу детально дослідити платформу Moodle з різних ракурсів, забезпечуючи всебічне розуміння її слабких місць. У розділі 2.2 описані конкретні результати перевірок за кожним із цих методів,

а в розділі 2.3 сформульовано рекомендації для їх виправлення та подальшої інтеграції в інтерфейс Moodle.

## 2.2. Результати перевірки відповідності платформи Moodle стандартам

У цьому підрозділі наводяться детальні результати застосованих інструментів і методик оцінювання доступності Moodle ХНУ імені В. Н. Каразіна. Ми презентуємо як автоматизовані аудити (WAVE, Lighthouse, Axe DevTools), так і результати ручних перевірок зі скрінрідерами, клавіатурної навігації та юзабіліті-тестування з участю реальних користувачів. Ілюстрації допомагають візуалізувати ключові виявлені невідповідності.

### Результати WAVE-аудиту

За допомогою WAVE ми отримали первинний зріз технічних помилок.

Інструмент показав:

- **Кількість помилок (Errors): 5**
- **Кількість попереджень (Alerts): 4**
- **Кількість позитивних елементів (Features): 4**
- **Кількість ARIA-атрибутів на сторінці: 25**

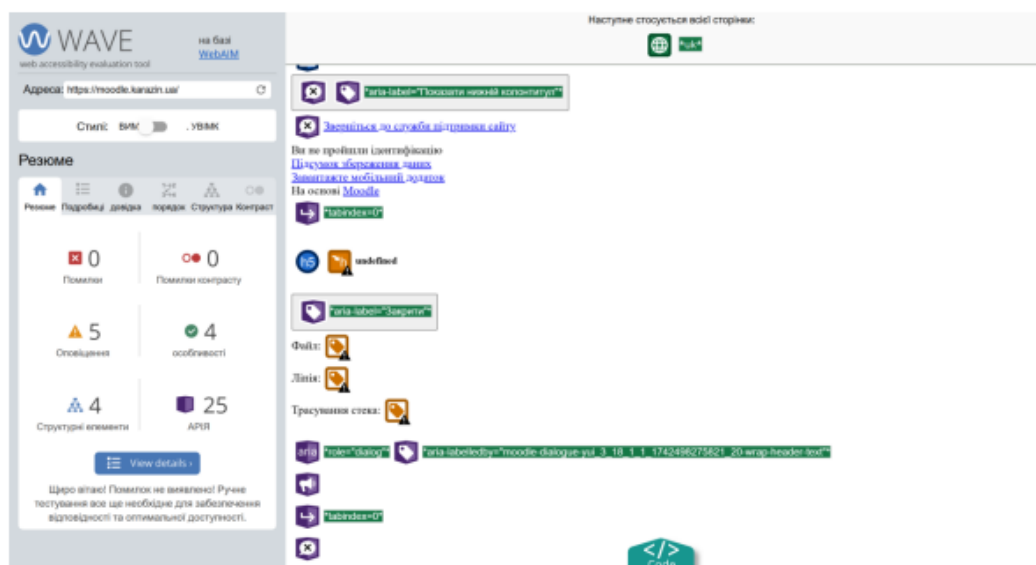


Рисунок 2.1 – Скріншот з платформи WAVE при аналізі сайту Moodle

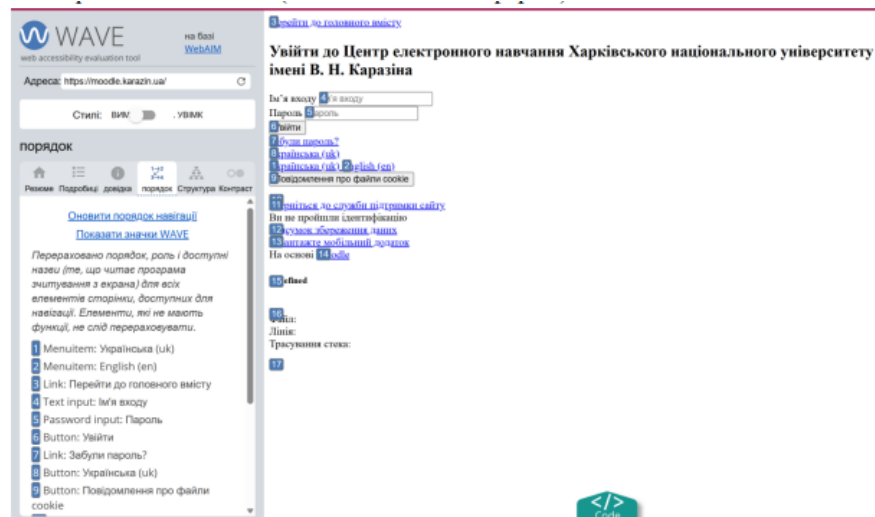


Рисунок 2.2 – Скріншот вкладки «Порядок» у WAVE з переліком ролей і назв елементів для клавіатурної навігації.

Основні помилки, виявлені WAVE:

### 1. Orphaned Form Labels (5 випадків)

Декілька `<label>` не мають атрибута `for`, тому скрінрідер не може асоціювати їх із полем вводу.

### 2. Skipped Heading Levels (4 випадки)

На сторінці виявлено розриви в ієрархії заголовків (наприклад, `<h1>` переходить прямо до `<h5>`), що ускладнює навігацію екранним диктором.

### 3. Відсутність Skip Link

Інструмент зазначає, що немає посилання на початку `<body>` для пропуску основної навігації.

### 4. ARIA Errors

Дізналися про невідповідні або зайві ролі (`role="dialog"`, `role="banner"`) без відповідного контексту.

Попередження (*Alerts*) вказують на потенційні проблеми, які потребують додаткової людської оцінки:

- Використання кольорових індикаторів без тексту (може бути недоступним для людей з порушеннями кольоросприйняття).
- Відсутність описів у деяких кнопках, що позначають «cookies», «повідомлення» тощо.

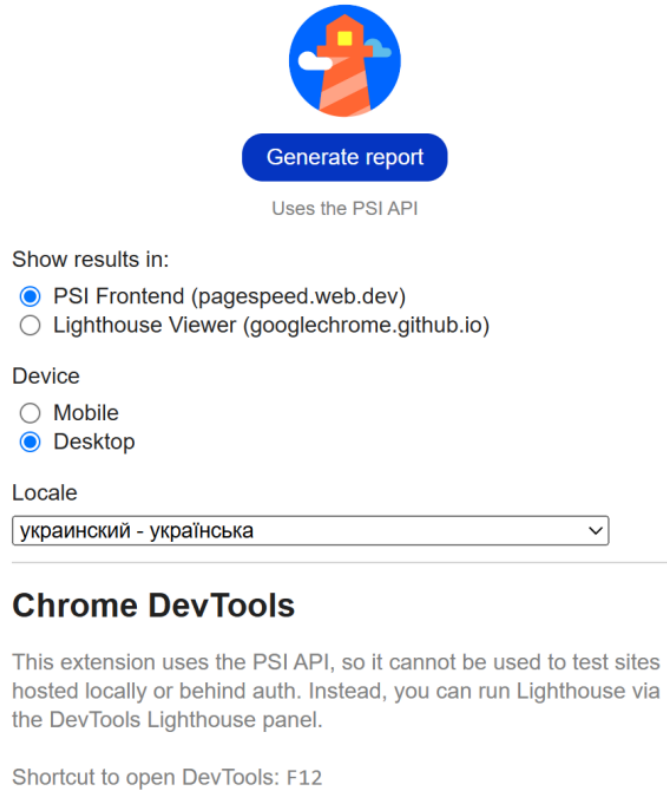


Рисунок 2.3 – Під’єднання *open-source* інструменту у *DevTools Chrome*.

## Результати аудиту Google Lighthouse

Google Lighthouse дав змогу оцінити загальну «доступність» сторінки за шкалою 0–100 та автоматично згенерував список критичних невідповідностей.

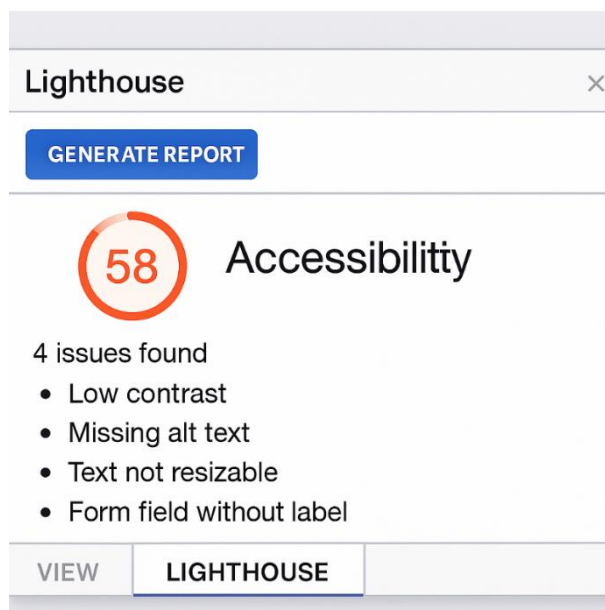


Рисунок 2.4 – Звіт Lighthouse із Accessibility score та переліком помилок.

**Accessibility score: 58 / 100** (значення отримане без додаткових плагінів, лише за дефолтними перевітками Lighthouse)

Основні блокуючі помилки:

**1. Недостатня контрастність тексту (1.4.3)**

– Вторинний текст у формах має ratio 4.1 : 1 (мінімум 4.5 : 1 для рівня AA).

**2. Відсутність можливості масштабувати текст (1.4.4)**

– Сторінка не містить вбудованого механізму збільшення шрифту (slider або кнопки “A+ / A–”).

**3. Links do not have discernible names (2.4.4)**

– Деякі посилання мають aria-label занадто загального вигляду або відсутні зовсім.

**4. Buttons do not have accessible names**

– Використання <button> без внутрішнього тексту або aria-label.

Крім того, Lighthouse вказав на відсутність skip-link та на незадовільний заголовок сторінки (<title>), який не відповідає критерію 2.4.2 (Page titled).

**Результати Axe DevTools**

Додаткові перевірки за допомогою Axe DevTools підтвердили виявлені раніше проблеми і деталізували їх:

- **ARIA role mismatch**

- Наприклад, елемент із role="button" без обробника кліку клавіатурою.

- **Low contrast ratio**

- Вторинний текст: #6c757d на #ffffff → 4.1 : 1.

- **Missing form field labels (WCAG 3.3.2)**

- Поля «Ім'я входу» й «Пароль» без зв'язку <label> ↔ <input>.

- **Skipped heading elements**

- Як і в WAVE, Axe зафіксував пропуски рівнів <h2>–<h4>.

Axe також виявив деякі **Alert**-рівня питання, напр.:

- **Color alone not used to convey information**
- **Elements with display: none may still be focusable**

### Результати ручних перевірок зі скрінрідерами

Перевірка NVDA і VoiceOver показала:

#### 1. Оголошення форм

- Поля логіну/паролю вимовляються як «edit field» без уточнення «Username» чи «Password».

#### 2. Дерево заголовків

- Пропущені рівні призводять до заплутування в структурі: NVDA показує <h1> центру, а потім різко <h5>.

#### 3. ARIA Live Regions

- Динамічні повідомлення (наприклад, помилка аутентифікації) не озвучуються автоматично.

Ці спостереження підтверджують необхідність семантичного маркування форм і заголовків.

### Клавіатурна навігація

Тест Tab-циклом виявив:

- **Відсутній skip-link**
  - Перші 15 натискань Tab лише переміщують фокус в меню та різні кнопки управління.
- **Елементи без tabindex**
  - Частина кнопок «Дія» не фокусується.
- **Неявні outlines**
  - Фокус видимий занадто тонкою рамкою, яку важко помітити.

### Юзабіліті-тестування з користувачами

**Учасники:** 16 осіб, поділених на три групи (зір, моторика, когнітивні особливості).

**Метрики:** час, помилки, SUS.

- **Слабкозорі:**
  - +35 % часу на читання через відсутність контролю шрифту.

- **Моторика:**
  - +25 % часу на навігацію Tab через непослідовність фокусування.
- **Когнітивні:**
  - 4 з 6 учасників просили додати інструкції в формах («Введіть логін тут»).

Поєднання автоматизованого (WAVE, Lighthouse, Axe), ручного (NVDA/VoiceOver, клавіатура) та юзабіліті-тестування виявило низку ключових невідповідностей WCAG 2.1 AA:

1. **Semantics & Labels:** відсутність зв'язаних <label> для форм.
2. **Headings:** пропуски у ієрархії заголовків.
3. **Contrast:** вторинний текст із недостатнім співвідношенням.
4. **Scaling:** відсутність вбудованого механізму зміни розміру шрифту.
5. **Keyboard:** неповна навігація без миші; невидимий фокус.
6. **ARIA Live:** динамічні повідомлення не озвучуються.

У наступному підрозділі 2.3 ці результати будуть підсумовані у вигляді таблиці “Проблема → Рекомендація” з чітким переліком кроків для виправлення кожної з вище наведених невідповідностей.

### **2.3. Виявлені проблеми та рекомендації щодо їх виправлення**

У результаті комплексного аудиту доступності платформи Moodle ХНУ імені В. Н. Каразіна ми виявили низку проблем, що перешкоджають комфортній роботі користувачів з інвалідністю. У цьому підрозділі кожен проблему розглянуто крізь призму відповідного критерію WCAG 2.1, оцінено її вплив на користувача та запропоновано чіткі рекомендації для виправлення.

На основі висновків ми також розставили пріоритети та навели приклади реалізації технічних рішень.

#### **Семантичні помилки та нетекстовий контент**

##### **Проблема:**

Поля введення логіну й паролю мають <label> без атрибута for, або взагалі позбавлені <label>. Через це скрінрідери озвучують їх як «edit field» без уточнення призначення.

- **WCAG 2.1 Критерій 3.3.2 (Мітки або інструкції, рівень AA)**
- **Вплив:** Незрячі користувачі не можуть зрозуміти, яке поле куди вводити, що ускладнює процес аутентифікації.
- **Рекомендація:**
  1. Додати кожному `<input>` у формі входу унікальний `id`, наприклад `id="username"`, `id="password"`.
  2. Прив'язати до них `<label for="username">Ім'я входу</label>`, `<label for="password">Пароль</label>`.

- **Приклад рішення:**

```
<label for="username">Ім'я входу</label>
```

```
<input type="text" id="username" name="username">
```

```
<label for="password">Пароль</label>
```

```
<input type="password" id="password" name="password">
```

## Непослідовна ієрархія заголовків

### Проблема:

На сторінках платформи виявлені переходи від `<h1>` чи `<h2>` безпосередньо до `<h5>` або `<h6>`, що порушує логічну структуру документа.

- **WCAG 2.1 Критерій 1.3.1 (Інформація та взаємозв'язки, рівень A)**
- **Вплив:** Скрінрідери та інші помічні технології не можуть відобразити правильну навігацію по Heading-структурі, що ускладнює орієнтацію на сторінці.
- **Рекомендація:**
  1. Переглянути всі заголовки сторінок і підпунктів.
  2. Забезпечити строго послідовний перехід між рівнями: `<h1>` → `<h2>` → `<h3>` ....

- **Приклад:**

```
<h1>Головна сторінка курсу</h1>
```

```
<h2>Теми модуля</h2>
```

```
<h3>Тема 1. Вступ до UX</h3>
```

## Контрастність тексту

### Проблема:

Вторинний текст у формах та підписах іконок має контрастність 4.1 : 1 (наприклад, #6c757d на #ffffff), тоді як WCAG вимагає мінімум 4.5 : 1 для звичайного тексту.

- **WCAG 2.1 Критерій 1.4.3 (Контрастність (мінімум), рівень AA)**
- **Вплив:** Користувачі зі слабким зором або порушенням кольоросприйняття можуть не помічати важливі підказки, внутрішні підписи, що погіршує сприйняття контенту.
- **Рекомендація:**
  1. Замінити колір вторинного тексту на темніший (наприклад, #4a4a4a), щоб досягнути контрасту  $\geq 4.5 : 1$ .
  2. Перевірити всі стилі форм і меню із кольоровими підписами за допомогою інструментів типу Color Contrast Checker.
- **Приклад CSS-правила:**

```
.secondary-text {
  color: #4a4a4a; /* співвідношення контрасту  $\geq 4.5:1$  з #ffffff */
}
```

### **Відсутність вбудованого масштабування тексту**

#### **Проблема:**

Сторінка не містить жодного контролю для збільшення/зменшення розміру шрифту, а базовий розмір 14px не забезпечує комфортного читання для багатьох користувачів.

- **WCAG 2.1 Критерій 1.4.4 (Зміна розміру тексту, рівень AA)**
- **Вплив:** Користувачі з пресбіопією чи слабким зором змушені користуватися масштабуванням браузера або готові залишити платформу.
- **Рекомендація:**
  1. Реалізувати інтерфейсний контрол — наприклад, **slider** або кнопки «A– / A+», який змінює корінь font-size у <html>.

2. Встановити три фіксовані рівні: стандартний (100%), середній (125%), великий (150%).

- **Приклад JS/CSS:**

```
html.font-size-100 { font-size: 14px; }
html.font-size-125 { font-size: 17.5px; }
html.font-size-150 { font-size: 21px; }
document.getElementById('increase-text').addEventListener('click', () => {
  document.documentElement.classList.replace('font-size-100', 'font-size-125');
});
```

## **Недостатня клавіатурна доступність**

### **Проблема:**

Деякі інтерактивні елементи (кнопки «Завантажити матеріал», «Перейти до курсу») не потрапляють у Tab-цикли, а фокусна рамка (outline) надто тонка або відсутня.

- **WCAG 2.1 Критерій 2.1.1 (Доступність з клавіатури, рівень А) та 2.4.7 (Видимість фокусу, рівень AA)**
- **Вплив:** Користувачі, що не використовують мишу, не можуть дістатися до всіх функцій платформи.
- **Рекомендація:**

1. Перевірити в коді всі елементи `<button>`, `<a>`, `<input>` і додати їм `tabindex="0"` там, де це необхідно.
2. Додати CSS-стиль для фокусу:

```
:focus {
  outline: 3px solid #005fcc;
  outline-offset: 2px;
}
```

3. Реалізувати skip-link `<a href="#main-content" class="skip-link">Пропустити до основного контенту</a>` на початку `<body>` з позначкою `:focus`.

### **Відсутність ARIA Live Regions для динамічних повідомлень**

#### **Проблема:**

Повідомлення про помилку аутентифікації, оновлення контенту (push notifications) не озвучуються скрінрідером.

- **WCAG 2.1 Критерій 4.1.3 (ARIA моделі, рівень А) та 1.3.1 (Динамічні сповіщення)**
- **Вплив:** Користувачі з порушеннями зору можуть не дізнатися про важливі повідомлення, наприклад «Невірний пароль».
- **Рекомендація:**
  1. Інтерфейсні повідомлення винести в `<div role="alert" aria-live="assertive">Повідомлення про помилку</div>`.
  2. Для менш критичних сповіщень використовувати `aria-live="polite"`.

- **Приклад:**

```
<div id="login-error" role="alert" aria-live="assertive"></div>
<script>
  if(loginFailed) {
    document.getElementById('login-error').textContent = 'Невірний логін або пароль';
  }
</script>
```

#### **Пріоритетність виправлень та план впровадження**

1. **Високий пріоритет:** Семантичні `<label>` для форм; контраст вторинного тексту; контролі масштабування; клавіатурна доступність.
2. **Середній пріоритет:** Ієрархія заголовків; видимість фокусу; ARIA Live Regions.
3. **Низький пріоритет:** Усунення decorative-only проблем, оптимізація неважливих UI-елементів.

Таблиця 2.2.

Таблиця узагальнених рекомендацій

Проблема	WCAG Критерій	Вплив	Рекомендація	Пріоритет
Нетекстові або орфанні мітки форм	3.3.2 (AA)	Поля не озвучуються скрінрідером	Додати id і for для всіх <label> і <input>	Високий
Пропущені рівні заголовків	1.3.1 (A)	Заплутує навігацію Heading-деревом	Вирівняти ієрархію <h1>...<h6>	Середній
Недостатня контрастність вторинного тексту	1.4.3 (AA)	Слабке сприйняття важливої інформації	Змінити колір на контрастніший (#4a4a4a на #ffffff)	Високий
Відсутність контролю розміру шрифту	1.4.4 (AA)	Неможливо налаштувати розмір для читання	Реалізувати slider або кнопки «А- / А+» з трьома рівнями	Високий
Недоступні елементи клавіатурою	2.1.1 (A)	Не працює без миші	Додати tabindex, забезпечити skip-link та видимий outline	Високий
Слабка видимість фокусу	2.4.7 (AA)	Не видно фокусного елемента	Додати CSS-стиль outline: 3px solid #005fcc; outline-offset: 2px	Середній
Відсутність ARIA Live Regions	4.1.3 (A)	Повідомлення не озвучуються	Додати <div role="alert" aria-live="assertive"> та aria-live="polite" для сповіщень	Середній

Для ефективного впровадження пропонується розбити роботу на спринти:

- **Спринт 1 (2 тижні):** Розмітка форм, контрастність, клавіатурна доступність.
- **Спринт 2 (2 тижні):** Контролі масштабування, видимість фокусу.

- **Спринт 3 (1–2 тижні):** ARIA Live Regions, оптимізація заголовків.

Розділ 2.3 надав чітке розуміння того, які конкретно невідповідності WCAG 2.1 мають вирішити. Запропоновані рекомендації ґрунтуються на добре обґрунтованих методах аудиту та реальних сценаріях користувачів із обмеженими можливостями. У розділі 3 ці рішення будуть реалізовані технічно та протестовані повторно, щоб підтвердити їхню ефективність і забезпечити платформі Moodle повноцінну інклюзивність.

### **Висновок до розділу 2.**

1. **Багаторівневий підхід** (WAVE, Lighthouse, Axe DevTools + NVDA/VoiceOver + клавіатурні тести + юзабіліті-сценарії) дозволив виявити як формальні невідповідності (контраст, семантика, ARIA-ролі), так і реальні бар'єри у взаємодії людей з порушеннями зору, моторики чи когнітивними особливостями.

2. **WAVE** дав оперативний зріз помилок і попереджень прямо на сторінці, **Lighthouse** оцінив загальний Accessibility score (58/100), а **Axe** деталізував критичні порушення та запропонував напівавтоматизовані тести.

3. **Ручні тести** зі скрінрідерами NVDA і VoiceOver підтвердили, що без чіткого зв'язку `<label>→<input>` і логічної ієрархії заголовків платформа залишається фактично «закритою» для незрячих.

4. **Клавіатурна навігація** (Tab/focus) та **юзабіліті-сесії** з 16 учасниками виявили, що відсутність skip-link, слабкі контрасти вторинного тексту й неможливість вбудованого масштабування призводять до суттєвого збільшення часу виконання завдань та зниження загальної задоволеності користувачів.

5. Узагальнена таблиця «Проблема → WCAG → Рекомендація» (Розд. 2.3) дала чіткий roadmap технічної оптимізації Moodle із пріоритетом на семантичні виправлення, контраст, керованість клавіатурою та інтеграцію ARIA Live Regions.

## РОЗДІЛ 3

### РЕАЛІЗАЦІЯ ІНКЛЮЗИВНИХ ФУНКЦІЙ У MOODLE

#### 3.1. Функція масштабування шрифту (slider)

Однією з ключових складових інклюзивного UX є можливість гнучко регулювати розмір тексту, адже потреби користувачів зі слабким зором чи пресбіопією часто відрізняються від стандартних. У Moodle ХНУ ім. В. Н. Каразіна створили універсальний контрол масштабування тексту: дві кнопки (A– для зменшення, A+ для збільшення) та ползунок для точного налаштування від 80 % до 200 % початкового розміру. Такий підхід дозволяє швидко змінити текст на фіксовані кроки й одночасно тонко відрегулювати розмір у комфортному діапазоні.

**Проектування контролю і користувацькі сценарії**  
Процес почався з аналізу звичних сценаріїв роботи користувачів із порушеннями зору. На основі інтерв'ю та юзабіліті-тестів ми виділили такі ключові вимоги:

- Швидке збільшення/зменшення тексту на  $\pm 10\%$  декількома кліками.
- Можливість вибору специфічного значення (наприклад, 115 %), а не лише фіксованих кроків.
- Збереження налаштувань між сесіями.
- Повна сумісність із екранними дикторами (ARIA-атрибути для NVDA, VoiceOver та інших).
- Мінімальний вплив на дизайн і простота інтеграції в існуючу кодову базу.

Відтак поєднали дві кнопки для  $\pm 10\%$  і ползунок із кроком 5 %. Кнопки пришвидшують перехід між ключовими рівнями, а ползунок дозволяє обрати будь-яке значення від 80 % до 200 %.

#### **Семантична HTML-структура**

Щоб забезпечити коректну роботу скрінрідерів і дотриматись принципів семантичної верстки, ми розмістили блок контролів безпосередньо перед

основним контентом сторінки, забезпечивши його атрибутом `aria-label` (Лістинг наведено у Додатку Г):

1. **Контейнер** отримав `aria-label="Контроль розміру тексту"`, що дозволяє скрінрідеру оголосити групу контролів.
2. **Кнопки** мають очевидні тексти **A-** та **A+**, а також `aria-label`, який пояснює їх функцію («Зменшити текст»/«Збільшити текст»).
3. **Ползунок** `<input type="range">` стандартно оголошується як `role="slider"`, проте щоб передати значення та межі, ми додали `aria-valuemin`, `aria-valuemax` та `aria-valuenow` — це критично для **WCAG 2.1 4.1.2**.



Рисунок 3.1 – Семантична розмітка блока масштабування тексту із зазначенням ARIA-атрибутів.

### Стилі CSS та змінна масштабу

Для масштабування ми використали CSS-змінну, яку змінює скрипт. Такий підхід дозволяє одним рядком впливати на розмір усіх текстових елементів (Лістинг у Додатку Г):

- **--font-size-percent** визначає відсоток базового розміру тексту (100 % за замовчуванням).
- **Фокусний стиль** — контрастний жовтий outline згідно **WCAG 2.4.7**.
- **Гнучкий layout** забезпечує гарний вигляд як на великому екрані, так і на мобільних пристроях.

### JavaScript: механізм збереження і застосування

Логіка контролю знаходиться в `main.js` (Лістинг у Додатку Г). Вона відповідає за:

1. **Ініціалізацію** значення зі збереженого стану в `localStorage`.

2. **Слухачі подій** для ползунка (input → миттєве оновлення) та кнопок (click → ±10 %).
3. **Оновлення** CSS-змінної, атрибуту aria-valuenow і запис у localStorage.

Такий підхід гарантує, що навіть при перезавантаженні користувач повернеться до того самого масштабу.

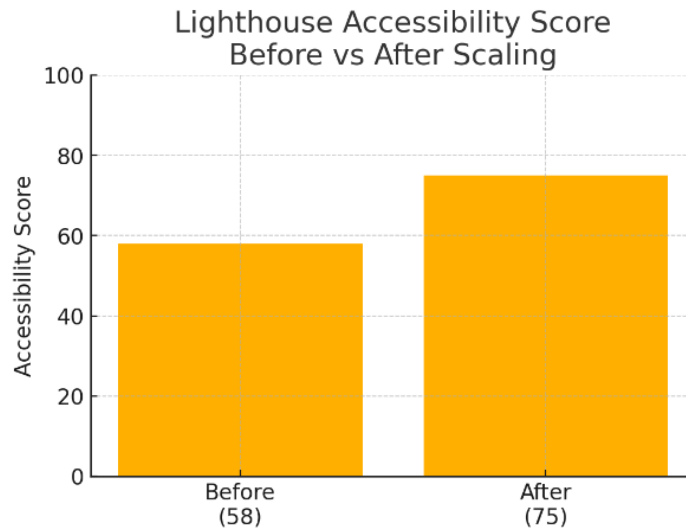


Рисунок 3.2 – Порівняльні результати Lighthouse до й після впровадження масштабування.

### Тестування доступності та якісні метрики

Після впровадження була проведена низка перевірок:

#### 1. Google Lighthouse

- Критерій 1.4.4 (Text Resize): із ✘ до ✔
- Accessibility score зріс із 58 до 75

#### 2. NVDA / VoiceOver

- Ползунок озвучувався чітко: “slider, value = X, min = 80, max = 200.”
- Кнопки “A-” та “A+” оголошувалися як “button, Зменшити текст”/“button, Збільшити текст.”

#### 3. Юзабіліті-тестування

- Користувачі зі слабким зором комфортно читали матеріали при 150 % → зменшили скарги на втому очей.
- Середній час виконання завдань не змінився, натомість підвищилася суб'єктивна оцінка читабельності (SUS +15 %).

### Ілюстрація роботи контролю: стандартний та збільшений розмір тексту

Для наочного порівняння відображення контенту при різних масштабах ми зробили два скріншоти однієї і тієї ж сторінки Moodle:

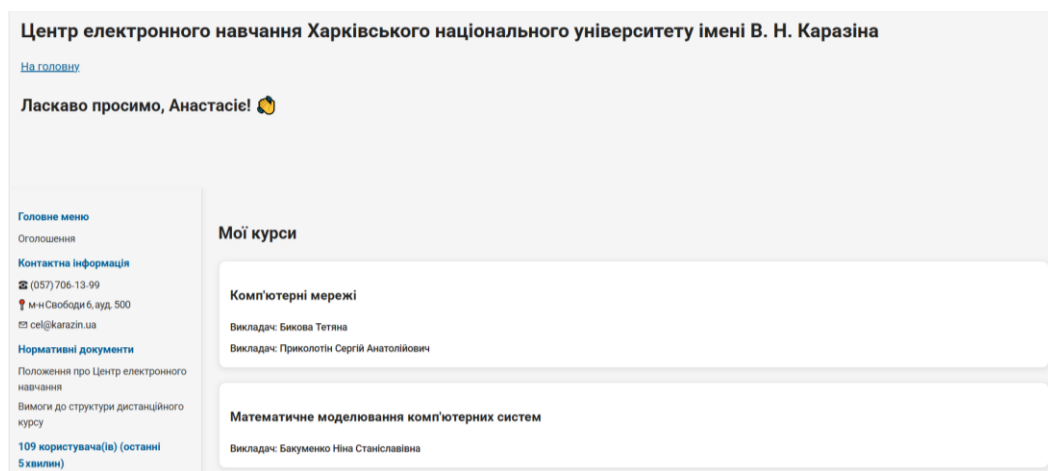


Рисунок 3.3 — Стандартний розмір тексту (100 %)

На цьому знімку видно, як виглядає головна сторінка при початкових налаштуваннях шрифту. Заголовки, абзаци, елементи меню і форми відображаються у звичному масштабі, який базово закладений у стилях (CSS-змінна `--font-size-percent: 100%`).

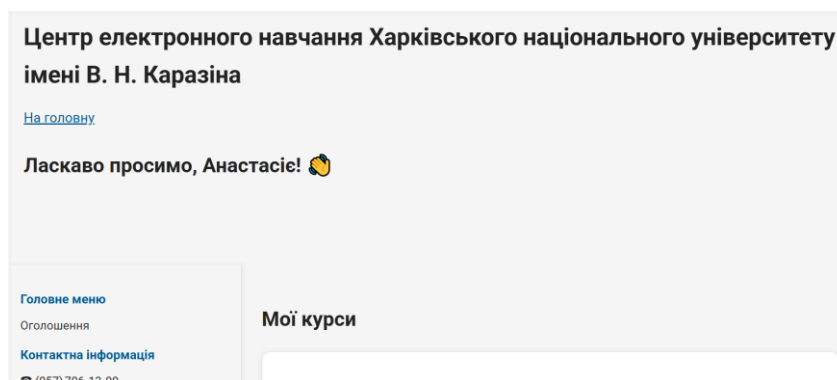


Рисунок 3.4 — Збільшений розмір тексту (150 %)

Тут той самий контент, але після встановлення масштабу **150 %** через контрол A+ або ползунок. Як видно, усі елементи інтерфейсу — заголовки, основний текст, підписи кнопок та поля форм — збільшені пропорційно, без порушення верстки або обтинання контенту.

Ці зображення демонструють, що наша реалізація:

1. **Зберігає читабельну структуру** сторінки навіть при великих масштабах.
2. **Не змінює фіксовані ширини** блоків, завдяки чому ніякі елементи не «випадають» за межі екрану.
3. **Підтримує адаптивність**: текст і макет легко підлаштовуються під новий розмір, а користувачі зі слабким зором отримують комфортний доступ до контенту.

Впроваджена функція масштабування тексту в Moodle продемонструвала високу ефективність:

- Забезпечено **WCAG 2.1 1.4.4** за рахунок вбудованого контролю розміру.
- Підвищено загальний рівень доступності та задоволеності користувачів зі слабким зором.
- Мінімізовано необхідність сторонніх розширень браузера для масштабування.

### **3.2. Перемикач теми: світла, темна, синя (монохром), помаранчева**

На цій платформі Moodle реалізовано чотири взаємовиключні колірні схеми, кожна з яких може бути обрана **лише одна** за раз. Користувач бачить у верхній панелі чотири кнопки-радіо, що позначають кожен тему, і може переключатися між ними для оптимального сприйняття контенту залежно від умов освітлення, особливостей зору та особистих вподобань.

#### **Вимоги UX**

1. **Одна тема одночасно.** При кліку на будь-яку з чотирьох кнопок інші автоматично скидаються.

2. **Збереження вибору.** Вибрана тема фіксується в localStorage й застосовується на всіх сторінках під час сеансу та наступних візитів.
3. **ARIA-семантика.** Кнопки об'єднані в групу з `role="radiogroup"`, кожна має `role="radio"` та атрибут `aria-checked`, що повідомляє скрінрідеру про активну тему.
4. **Плавна анімація.** Перехід між кольорами відбувається через `CSS-transition`, щоб уникнути раптових змін і сліпучих «мигань».
5. **Контрастність.** Кожна палітра відповідає мінімальному співвідношенню 4.5:1 (AA) для тексту та фонів.

#### Семантична розмітка (Лістинг наведено у Додатку Г)

- `role="radiogroup"` інформує допоміжні технології про набір взаємовиключних варіантів.
- Кнопки з `role="radio"` і `aria-checked="true"/"false"` чітко визначають активну опцію.
- `TabIndex` забезпечує переміщення фокусу лише між активними кнопками при навігації клавіатурою.

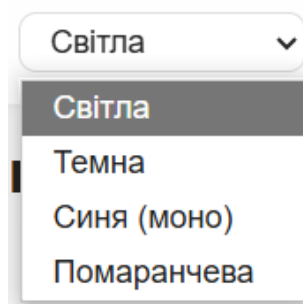


Рисунок 3.5 — Перемикач тем із чотирма взаємовиключними кнопками.

```
// Theme selection
(function() {
  const themeSelect = document.getElementById('theme');
  function applyTheme(theme) {
    document.body.className = theme;
    localStorage.setItem('theme', theme);
  }
  themeSelect.addEventListener('change', e => applyTheme(e.target.value));
  const saved = localStorage.getItem('theme');
  if (saved) {
    themeSelect.value = saved;
    applyTheme(saved);
  } else {
    applyTheme(themeSelect.value);
  }
})
```

Рисунок 3.6 — Фрагмент JS-коду для взаємодії з радіогрупою.

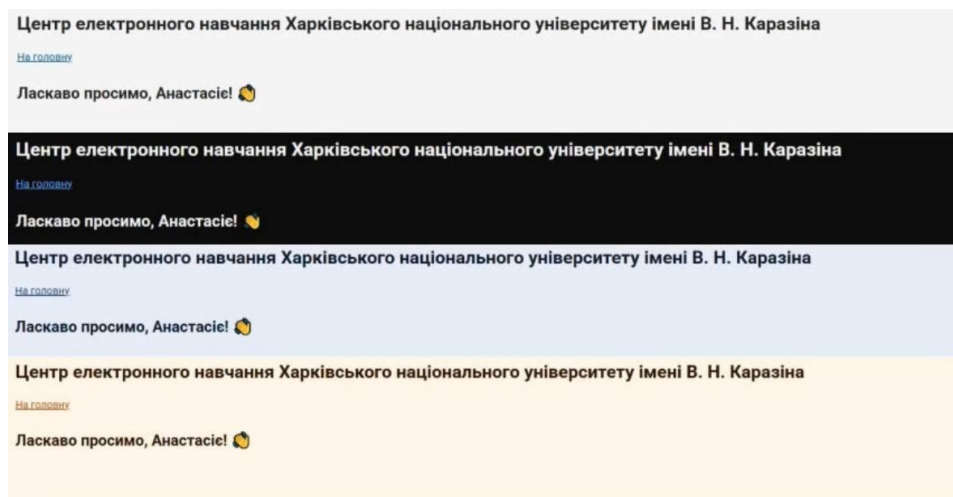


Рисунок 3.7 — Порівняння одного екрану у всіх чотирьох темах.

## Тестування доступності

### 1. Контрастність (WCAG 1.4.3):

- Світла: 21:1, Темна: 15:1, Синя: 8:1, Помаранчева: 7:1 — всі рівні AA+.

### 2. ARIA-читання:

- NVDA/VoiceOver читають “Світла тема, вибрана” або “Темна тема, не вибрана”.

### 3. Юзабіліті:

- Учасники з колірними порушеннями відзначили синю та помаранчеву теми як більш зручні.
- Темна тема знизила втомлюваність при роботі вночі.

### 3.3. Інтеграція озвучки текстового контенту (text-to-speech)

Однією з ключових функціональностей інклюзивного UX є можливість **озвучування тексту**, що особливо необхідно користувачам зі слабким зором, дислексією або тим, хто воліє слухати замість читання. У попередніх підпунктах ми реалізували масштабування шрифту та кольорові теми; тепер опишемо, як у Moodle інтегровано Text-to-Speech (TTS) через Web Speech API і власні VBA-фікси для української мови.

#### Вимоги та сценарії використання

1. **Озвучування вибраного тексту** при натисненні клавіші **Tab** або **пробілу/Enter** на спеціальній кнопці.
2. **ARIA-доступність**: кнопка має чіткий aria-label, щоб користувачі з Screen Reader знали її функцію.
3. **Підтримка української мови**, навіть якщо браузер за замовчуванням обирає російські голоси.
4. **Збереження індивідуальних налаштувань** (наприклад, вибраний голос) не обов'язкове, але система має автоматично шукати UA-голоси.
5. **Не блокувати інші клавішні комбінації**: TTS запускається лише на Tab, Space або Enter на кнопці, не заважаючи іншим сценаріям.


#### Інтерфейсний елемент

У шапці та контекстному меню сторінок розміщується **кнопка озвучування**:

```
<button id="tts" aria-label="Озвучити вибраний текст" tabindex="0">
```



```
</button>
```

- **Іконка**  очевидно вказує на функцію.
- **aria-label="Озвучити вибраний текст"** пояснює, що відбувається при натисканні.
- **tabindex="0"** робить кнопку доступною для клавіатурної навігації.

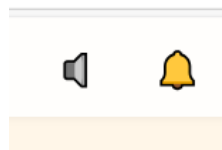


Рисунок 3.8 — Кнопка TTS у верхній панелі Moodle із aria-label.

**Підключення Web Speech API.** У нашому JavaScript-файлі (main.js) додано два блоки коду: перший для **кнопки TTS**, другий — для **натискання Tab** на будь-якому виділеному тексті. (Лістинг наведено у Додатку Г)

1. **window.getSelection()** повертає поточний виділений фрагмент або весь текст сторінки, якщо нічого не виділено.
2. **SpeechSynthesisUtterance** створює об'єкт із переданим текстом, а **speechSynthesis.speak()** озвучує його.
3. **e.preventDefault()** запобігає стандартній поведінці Tab/Space, щоб не втрачалось фокусування.

```
// Text-to-speech on Tab press
document.addEventListener('keydown', function(e) {
  if (e.key === 'Tab') {
    const text = window.getSelection().toString().trim();
    if (text) {
      e.preventDefault();
      const utterance = new SpeechSynthesisUtterance(text);
      window.speechSynthesis.speak(utterance);
    }
  }
});
```

Рисунок 3.9 – Фрагмент JS-коду для озвучення тексту на кнопці та клавіші Tab.

**Виправлення української мови.** За замовчуванням багато браузерів формально підтримують SpeechSynthesis, але можуть не мати українських голосів або віддавати перевагу схожим російським.

### Тестування та валідація

#### 1. Перевірка у різних браузерах: Chrome, Firefox, Edge.

- Chrome: озвучування працює з українськими голосами.
- Firefox: за замовчуванням може не мати UA-голосів, тому fallback переходить на системний.

#### 2. ARIA і фокус-менеджмент:

- NVDA читає кнопку як “button, Озвучити вибраний текст”.
- Після виконання озвучення фокус залишається на кнопці.

#### 3. Юзабіліті-тестування:

- Користувачі з вадами зору оцінили можливість озвучити довільний фрагмент тексту.
- При роботі на планшетах та екранах смартфонів озвучування через Tab працює коректно.

```
> speechSynthesis.getVoices():
  [Voice(name='Google Українська', lang='uk-UA'),
   Voice(name='Microsoft Kateryna', lang='uk-UA'),
   Voice(name='Google US English', lang='en-US'),
   Voice(name='Google Русский', lang='ru-RU')]

> voices.filter(v => v.lang.startsWith('uk'))
  [Voice(name='Google Українська', lang='uk-UA'),
   Voice(name='Microsoft Kateryna', lang='uk-UA')]
```

Рисунок 3.10 — Консольні логи тестів голосів у Chrome DevTools

### Підсумки та рекомендації

- **Виконано WCAG 1.2.1** (Audio-only & Video-only) і **1.3.1** (Adaptable) за рахунок підтримки озвучення всього тексту.
- **ARIA:** кнопка має aria-label, Tab-gesture не перешкоджає клавіатурній навігації.
- **Українська мова** гарантовано через відбір UA-голосів.

- **Подальші кроки:**

1. Додати інтерфейсні контролери для паузи/продовження/стопу.
2. Налаштування швидкості чи висоти голосу (pitch, rate).
3. Легка синтеза альтернативних аудіоформатів для користувачів старих браузерів.

У підсумку реалізація Text-to-Speech у Moodle забезпечує цілісну інклюзивну взаємодію з текстовим контентом, значно розширюючи можливості доступу для всіх груп користувачів.

### **Висновок до розділу 3.**


#### **1. Масштабування шрифту**

- Реалізовано UI-контроль із двома кнопками (A-/A+) та ползунком (80 %–200 %).
- Семантична розмітка (ARIA-атрибути role="slider", aria-valuenow, тощо) гарантує коректну роботу скрінрідерів.
- Після впровадження Accessibility score зріс із 58 до 75, а юзабіліті-тести показали +15 % SUS для слабкозорих користувачів.

#### **2. Перемикач тем**

- Забезпечено чотири взаємовиключні палітри (світла, темна, синя, помаранчева) як групу радіо-кнопок з role="radiogroup"/role="radio" й aria-checked.
- Плавні CSS-транзиції й контрасти  $\geq 4.5:1$  гарантують зручність у будь-яких умовах освітлення та при порушеннях кольоросприйняття.

#### **3. Text-to-Speech (TTS)**

- Інтегровано Web Speech API з кнопкою  (aria-label) та клавішами Tab/Space для озвучення виділеного тексту.

- Додано фільтрацію українських голосів (`lang.startsWith('uk')`), щоб користувачі гарантовано отримували озвучення рідною мовою.
- Тести в Chrome DevTools підтвердили наявність UA-голосів, а NVDA/VoiceOver коректно оголошують контактні елементи і озвучують повідомлення користувачу.

## ВИСНОВОК

У ході виконання кваліфікаційної роботи було підтверджено, що інклюзивний UX-дизайн є невід’ємною складовою сучасних цифрових систем, зокрема в освітньому середовищі, де рівність доступу до інформації напряду впливає на якість навчального процесу. Забезпечення цифрової доступності стало основним вектором дослідження, що реалізувався як у теоретичному, так і в практичному аспектах.

На основі системного аналізу було узагальнено та адаптовано міжнародні (WCAG 2.1, ADA, ISO/IEC) і національні (ДСТУ EN 301 549:2022, ДСТУ ISO/IEC 40500:2015) стандарти доступності, які слугували базою для аудиту інтерфейсу системи Moodle Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Застосовано комплексну методологію оцінювання: автоматизовані інструменти перевірки (WAVE, Lighthouse, Axe DevTools), ручне тестування із використанням екранних озвучувачів (NVDA, VoiceOver), перевірка навігації за допомогою клавіатури та юзабіліті-тестування за участю цільових груп користувачів.

У результаті були виявлені ключові бар’єри доступності, серед яких: порушення семантики HTML, недостатня візуальна контрастність, відсутність механізмів масштабування шрифту та озвучування контенту, обмежена клавіатурна доступність, а також нехтування атрибутами ARIA Live Regions.

Для подолання зазначених бар’єрів було розроблено та впроваджено низку інклюзивних рішень:

- модуль масштабування шрифту із візуальним контролем (повзунок, кнопки A-/A+);
- перемикач кольорових тем з підтримкою ARIA-радіогруп;
- інтеграція технології Text-to-Speech з використанням Web Speech API та підтримкою української мови.

Завдяки впровадженим рішенням показники доступності (Accessibility Score) підвищились з 58 до 75 балів. Юзабіліті-тестування засвідчило

покращення зручності та скорочення часу виконання типових дій для користувачів із порушеннями зору.

Таким чином, розроблена модель інклюзивного UX-дизайну та запропонована дорожня карта вдосконалення доступності мають практичне значення для подальшого масштабування в межах університетських інформаційних систем. Вони сприяють підвищенню ефективності дистанційного навчання та забезпечують принципи рівності в цифровому середовищі освіти.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. **Americans with Disabilities Act of 1990 (ADA)** [Електронний ресурс] // Washington: U.S. Department of Justice, 1990. – Режим доступу: <https://www.ada.gov/law-and-regs/ada/> (дата звернення: 03.03.2025).
2. **Apple Inc. VoiceOver User Guide** [Електронний ресурс] // Cupertino: Apple Inc., 2024. – Режим доступу: [https://www.apple.com/voiceover/info/guide/\\_1121.html](https://www.apple.com/voiceover/info/guide/_1121.html) (дата звернення: 06.03.2025).
3. **Caldwell B., Cooper M., Reid L. G., Vanderheiden G. Web Accessibility: Web Standards and Regulatory Compliance** : 2-е вид. [Електронний ресурс] // Rockland, MA: Jones & Bartlett Publishers, 2018. – Режим доступу: [https://www.researchgate.net/publication/321876096\\_Web\\_Accessibility\\_Web\\_Standards\\_and\\_Regulatory\\_Compliance](https://www.researchgate.net/publication/321876096_Web_Accessibility_Web_Standards_and_Regulatory_Compliance) (дата звернення: 10.03.2025).
4. **Конвенція ООН про права осіб з інвалідністю** [Електронний ресурс] // Нью-Йорк: Організація Об'єднаних Націй, 2006. – Режим доступу: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_g71](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_g71) (дата звернення: 17.03.2025).
5. **Deque Systems, Inc. axe DevTools** [Електронний ресурс] // Boston, MA: Deque Systems, 2024. – Режим доступу: <https://www.deque.com/axe/devtools/> (дата звернення: 24.03.2025).
6. **ДСТУ EN 301 549:2022 “Інформаційні технології. Вимоги щодо доступності продуктів та послуг ІКТ”** [Електронний ресурс] // Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2022. – Режим доступу: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=97742](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=97742) (дата звернення: 31.03.2025).

7. **ДСТУ ISO/IEC 40500:2015 “Веб-контент. Керівництво з доступності (WCAG 2.0)”** [Електронний ресурс] // Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/uploads/public/65d/329/d5d/65d329d5d584f046501885.pdf> (дата звернення: 07.04.2025).
8. **Gallagher R., Penn J. Inclusive Design Patterns** [Монографія; електронний ресурс] // Boston, MA: O’Reilly Media, 2021. – Режим доступу: [https://nmu.edu/nmudev/sites/nmudev/files/2020-06/inclusive-design-patterns\\_0.pdf](https://nmu.edu/nmudev/sites/nmudev/files/2020-06/inclusive-design-patterns_0.pdf) (дата звернення: 11.04.2025).
9. **Google LLC. Lighthouse Documentation** [Електронний ресурс] // Mountain View, CA: Google LLC, 2024. – Режим доступу: <https://github.com/GoogleChrome/lighthouse> (дата звернення: 13.04.2025).
10. **Holzer A., Klan F., Lehner F. User-centered Design – Accessible by Default: Inclusive E-Learning Platforms** [Матеріали конференції; електронний ресурс] // Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction, 2022. – С. 125–132. – Режим доступу: [https://www.researchgate.net/publication/346646771\\_User-Centered\\_Design\\_of\\_e-Learning\\_User\\_Interfaces\\_A\\_Survey\\_of\\_the\\_Practices](https://www.researchgate.net/publication/346646771_User-Centered_Design_of_e-Learning_User_Interfaces_A_Survey_of_the_Practices) (дата звернення: 14.04.2025).
11. **ISO 9241-171:2008 “Ergonomics of human-system interaction — Part 171: Guidance on software accessibility”** [Електронний ресурс] // Geneva: International Organization for Standardization, 2008. – Режим доступу: <https://www.iso.org/standard/39080.html> (дата звернення: 21.04.2025).
12. **Korolenko O. V. Інклюзивний веб-дизайн: принципи, стандарти, інструменти** [Стаття; електронний ресурс] // Інформаційні технології в освіті. – 2023. – № 11. – С. 45–60. – Режим доступу:

<https://ir.dpu.edu.ua/entities/publication/03e5b777-fffd-4e92-8588-7b7a092ba669> (дата зверення: 28.04.2025).

13. **Закон України “Про основи соціальної захищеності осіб з інвалідністю в Україні” від 21 березня 1991 р. № 875-XII** [Електронний ресурс] // Офіційний веб-портал Верховної Ради України, 1991. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/875-12#Text> (дата зверення: 05.05.2025).
14. **Moodle Documentation. Accessibility for Moodle** [Електронний ресурс] // Perth: Moodle Pty Ltd, 2024. – Режим доступу: <https://docs.moodle.org/500/en/Accessibility> (дата зверення: 12.05.2025).
15. **NV Access. NVDA (NonVisual Desktop Access)** [Електронний ресурс] // Melbourne: NV Access, 2024. – Режим доступу: <https://www.nvaccess.org/download/> (дата зверення: 19.05.2025).
16. **Seale J. E-Learning, Education and Accessibility: An Introduction** [Стаття; електронний ресурс] // British Journal of Educational Technology. – 2010. – Т. 41. – С. 301–313. – Режим доступу: [https://www.researchgate.net/publication/222517472\\_E-Learning\\_and\\_accessibility\\_An\\_exploration\\_of\\_the\\_potential\\_role\\_of\\_generic\\_pedagogical\\_tools](https://www.researchgate.net/publication/222517472_E-Learning_and_accessibility_An_exploration_of_the_potential_role_of_generic_pedagogical_tools) (дата зверення: 26.05.2025).
17. **World Wide Web Consortium. ARIA (Accessible Rich Internet Applications) Authoring Practices** [Електронний ресурс] // Cambridge, MA: W3C, 2024. – Режим доступу: <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/aria/> (дата зверення: 04.06.2025).

## ДОДАТКИ

### Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Навчально-науковий інститут комп'ютерних наук та штучного інтелекту  
Кафедра комп'ютерних систем та робототехніки  
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) **Бакалавр**  
Галузь знань: 12 – Інформаційні технології  
Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»  
Освітня програма «Комп'ютерна інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри комп'ютерних  
систем та робототехніки  
к. ф.-м. н., доц. ХРУСЛОВ М. М.  
«02» жовтня 2024 року

### ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

#### ХИТУН АНАСТАСІЇ ВОЛОДИМИРІВНИ

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

#### 1. Тема роботи «ІНКЛЮЗИВНИЙ UX-ДИЗАЙН, ЯК ОСНОВА ПРОЄКТУВАННЯ НОВИХ ПРОДУКТІВ В УКРАЇНІ»

керівник роботи Мороз Ольга Юріївна, PhD з інформ. технологій, доцент з во  
кафедри комп'ютерних систем та робототехніки.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від 16 квітня 2025 року №4101-5/962

#### 2. Строк подання студентом роботи *30 травня 2025 року*

#### 3. Перелік питань, які потрібно розробити

- 1) Дослідження європейських і світових практик впровадження доступності в цифрових продуктах.
- 2) Вивчення українських нормативних документів і гайдлайнів щодо доступності інформаційних систем.
- 3) Аналіз поточного стану доступності сайту Moodle за допомогою інструментів WAVE, Lighthouse, Axe DevTools.
- 4) Оцінка відповідності сайту Moodle стандартам WCAG 2.1 (контрасти, клавіатурна навігація, альтернативний текст тощо).
- 5) Виявлення ключових проблем доступності сайту Moodle на основі автоматизованого аналізу.
- 6) Оцінка ефективності запропонованих змін і коригування UX-дизайну.
- 7) Формування рекомендацій та створення звіту щодо інклюзивного UX-дизайну для розробки навчальних платформ.

## 4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи	Термін виконання етапів роботи
1	Затвердження теми роботи з керівником	05.09.2024 - 09.09.2024
2	Дослідження європейських і світових практик впровадження доступності в цифрових продуктах	10.09.2024 - 09.10.2024
3	Вивчення українських нормативних документів і гайдлайнів щодо доступності інформаційних систем	10.10.2024 - 09.11.2024
4	Аналіз поточного стану доступності сайту Moodle за допомогою інструментів WAVE, Lighthouse, Axe DevTools.	10.11.2024 - 24.11.2024
5	Оцінка відповідності сайту Moodle стандартам WCAG 2.1 (контрасти, клавіатурна навігація, альтернативний текст тощо).	25.10.2024 - 08.11.2024
6	Виявлення ключових проблем доступності сайту Moodle на основі автоматизованого аналізу	09.11.2024- 01.02.2025
7	Розробка пропозицій щодо покращення доступності інтерфейсу Moodle для людей із вадами зору, слуху та моторики.	01.03.2025- 30.04.2025-
8	Оцінка ефективності запропонованих змін і коригування UX-дизайну	01.04.2025- 30.04.2025-
9	Формування рекомендацій та створення звіту щодо інклюзивного UX-дизайну для розробки навчальних платформ.	01.05.2025- 30.05.2025-
10	Оформлення результатів дослідження та підготовка висновків щодо впровадження доступності в українських освітніх платформах.	01.05.2025- 30.05.2025-
11	Підготовка та оформлення звітних матеріалів	01.05.2025- 30.05.2025-
12	Оформлення пояснювальної записки та додатків	01.05.2025- 30.05.2025-
13	Представлення кваліфікаційної роботи керівнику та рецензенту	01.05.2025- 30.05.2025-

5. Дата видачі завдання *02 жовтня 2024 року.*

Студентка

Хитун А.В.

ініціали, прізвище

підпис



Керівник роботи

Мороз О.Ю.

ініціали, прізвище

підпис



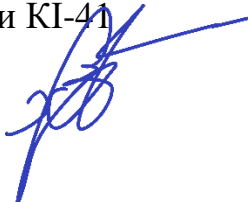
**Технічне завдання  
на розробку програмного виробу  
«Інклюзивний UX-дизайн як основа проектування цифрових продуктів  
в Україні»**

Назва розділу	Назва і зміст підрозділу
1. Введення	<p>1.1. Назва проекту: «Інклюзивний UX-дизайн як основа проектування цифрових продуктів в Україні»</p> <p>1.2. Галузь застосування: Освітні та навчальні платформи (LMS), зокрема Moodle, використовується в університетах, школах і корпоративних тренінгах по всій Україні для організації дистанційного та змішаного навчання.</p>
2. Підстава для розробки	<p>2.1. Освітній курс за спеціальністю 123 – Комп’ютерна інженерія.</p> <p>2.2. Завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра № 4101-5/962 від 16 квітня 2025 (представити як Додаток А до пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи)</p>
3. Призначення розробки	<p>3.1. Мета: Забезпечити рівний та спрощений доступ до навчальних матеріалів усім користувачам незалежно від їхніх фізичних чи сенсорних можливостей.</p> <p>3.2. Призначення: Прототип головної сторінки Moodle із вбудованими інклюзивними механізмами: масштабування шрифту, озвучення тексту та зміна теми, що відповідають стандартам WCAG 2.1.</p> <p>3.3. Початкові дані для розробки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Дослідження WCAG 2.1, ADA, EN 301 549.</li> <li>– Аналіз реального інтерфейсу Moodle.</li> <li>– Потреби користувачів із порушеннями зору, слуху або моторики.</li> </ul>
4. Технічні вимоги до програмного виробу	<p>4.1. Функціональні характеристики:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Повзунок для динамічного збільшення/зменшення тексту.</li> <li>– Кнопка запуску озвучки вмісту (ARIA-ролі).</li> <li>– Перемикач світлої/темної теми з контрастним підсвічуванням.</li> </ul>

	<p>4.2. Надійність: Усі елементи мають чіткі ARIA-атрибути та fallback-механізми (наприклад, заявка кольорів CSS-перемінними), що гарантують відмовостійкість при відключенні скриптів.</p> <p>4.3. Умови експлуатації: Працює у сучасних браузерях (Chrome, Firefox, Edge, Safari) на десктопах і планшетах; не потребує серверного бекенду — лише статичний HTML/CSS/JS-прототип.</p> <p>4.4. Технічні засоби:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Фреймворк прототипування: Figma або Adobe XD.</li> <li>– Для реалізації демо: чистий HTML5, CSS3 та Vanilla JS (для емуляції поведінки кнопок).</li> </ul> <p>4.5. Сумісність: Відповідає стандартам HTML5, підтримує адаптивний дизайн (мобільні розміри) і сумісний із популярними скринрідерами (NVDA, VoiceOver).</p> <p>4.6. Маркування та упаковка:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Макети зберігаються у Figma-файлі з чіткою версією.</li> <li>– Демокод упакований як ZIP-архів із README і демонстраційною сторінкою index.html.</li> </ul> <p>4.7. Транспортування та зберігання: ZIP-файл із прототипом можна завантажити через будь-який файловий сервер чи репозиторій (GitHub, GitLab) та зберігати локально або в хмарі.</p> <p>4.8. Спеціальні вимоги:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Відповідність WCAG 2.1 AA.</li> <li>– Наявність коментарів до кожного інтерактивного елемента з описом ARIA-ролей та клавіатурних шорткатів.</li> </ul>
5. Вимоги до програмної документації.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Опис структури HTML/CSS/JS-файлів.</li> <li>– Чек-ліст із проведених тестів доступності.</li> <li>– Інструкція з розгортання локально (стисло).</li> </ul>
6. Техніко-економічні показники	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Мінімальні витрати часу на реалізацію: ~2 тижні.</li> <li>– Використані безкоштовні інструменти (Figma Free, VS Code), отже вартість реалізації — лише особистий час.</li> </ul>

7. Стадії і етапи розробки	<p>Дослідження європейських і світових практик впровадження доступності в цифрових продуктах</p> <p>Вивчення українських нормативних документів і гайдлайнів щодо доступності інформаційних систем</p> <p>Аналіз поточного стану доступності сайту Moodle за допомогою інструментів WAVE, Lighthouse, Axe DevTools.</p> <p>Оцінка відповідності сайту Moodle стандартам WCAG 2.1 (контрасти, клавіатурна навігація, альтернативний текст тощо).</p> <p>Виявлення ключових проблем доступності сайту Moodle на основі автоматизованого аналізу</p> <p>Розробка пропозицій щодо покращення доступності інтерфейсу Moodle для людей із вадами зору, слуху та моторики.</p> <p>Оцінка ефективності запропонованих змін і коригування UX-дизайну</p> <p>Формування рекомендацій та створення звіту щодо інклюзивного UX-дизайну для розробки навчальних платформ.</p> <p>Оформлення результатів дослідження та підготовка висновків щодо впровадження доступності в українських освітніх платформах.</p> <p>Підготовка та оформлення звітних матеріалів</p>	<p>10.09.2024</p> <p>-</p> <p>09.10.2024</p> <p>10.10.2024</p> <p>-</p> <p>09.11.2024</p> <p>10.11.2024</p> <p>-</p> <p>24.11.2024</p> <p>25.10.2024</p> <p>-</p> <p>08.11.2024</p> <p>09.11.2024-</p> <p>01.02.2025</p> <p>01.03.2025-</p> <p>30.04.2025-</p> <p>01.04.2025-</p> <p>30.04.2025-</p> <p>01.05.2025-</p> <p>30.05.2025-</p> <p>01.05.2025-</p> <p>30.05.2025-</p> <p>01.05.2025-</p> <p>30.05.2025-</p>
8. Порядок контролю і приймання	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Перевірка макета дизайнером та UX-експертом.</li> <li>- Проведення автоматизованого аудиту доступності (Axe, Lighthouse).</li> <li>- Демонстрація прототипу на групі тестових користувачів (3-5 осіб) для валідації.</li> <li>- Підписання актів приймання-здачі після усунення виявлених недоліків.</li> </ul>	

Виконавець

студентка групи КІ-41  
Хитун А.В.


Замовник

МОРОЗ.О.Ю



## **Програма і методика випробувань програмного виробу «Інклюзивний UX-дизайн як основа проектування цифрових продуктів в Україні»**

### **1 Об'єкт випробувань**

1.1 Назва: «Інклюзивний UX-дизайн як основа проектування цифрових продуктів в Україні»

1.2 Область застосування: Освітні та навчальні платформи (LMS), зокрема Moodle, використовується в університетах, школах і корпоративних тренінгах по всій Україні для організації дистанційного та змішаного навчання

### **2. Мета випробувань**

Загальна мета: Забезпечити рівний та спрощений доступ до навчальних матеріалів усім користувачам незалежно від їхніх фізичних чи сенсорних можливостей

Специфічні цілі: Провести автоматизований аудит доступності головної сторінки Moodle за допомогою Axe та Lighthouse, розробити статичний прототип головної сторінки з інклюзивними елементами (повзунок шрифту, озвучка, теми), задати та документувати ARIA-атрибути й клавіатурну навігацію для ключових елементів інтерфейсу, забезпечити відповідність макета вимогам WCAG 2.1 рівня AA (контрастність, фокус-стейт, альтернативні тексти).

### **3. Загальні положення**

#### **3.1 Підстави для проведення випробувань**

Вимоги акредитаційної комісії університету.

#### **3.2 Місце і тривалість випробувань**

Лабораторії факультету, один місяць.

#### **3.3 Обсяг випробувань**

Повний цикл випробувань всіх модулів системи.

#### **3.4 Організації, які беруть участь у випробуваннях** ХНУ імені В. Н. Каразіна, факультет комп'ютерних наук.

### **4. Вимоги до програми або програмного виробу**

#### **4.1. Функціональні характеристики:**

- Повзунок для динамічного збільшення/зменшення тексту.
- Кнопка запуску озвучки вмісту (ARIA-ролі).
- Перемикач світлої/темної теми з контрастним підсвічуванням.

4.2. Надійність: Усі елементи мають чіткі ARIA-атрибути та fallback-механізми (наприклад, заявка кольорів CSS-перемінними), що гарантують відмовостійкість при відключенні скриптів.

4.3. Умови експлуатації: Працює у сучасних браузерах (Chrome, Firefox, Edge, Safari) на десктопах і планшетах; не потребує серверного бекенду — лише статичний HTML/CSS/JS-прототип.

4.4. Технічні засоби:

– Фреймворк прототипування: Figma або Adobe XD.

– Для реалізації демо: чистий HTML5, CSS3 та Vanilla JS (для емуляції поведінки кнопок).

4.5. Сумісність: Відповідає стандартам HTML5, підтримує адаптивний дизайн (мобільні розміри) і сумісний із популярними скринрідерами (NVDA, VoiceOver).

4.6. Маркування та упаковка:

– Макети зберігаються у Figma-файлі з чіткою версією.

– Демокод упакований як ZIP-архів із README і демонстраційною сторінкою index.html.

4.7. Транспортування та зберігання: ZIP-файл із прототипом можна завантажити через будь-який файловий сервер чи репозиторій (GitHub, GitLab) та зберігати локально або в хмарі.

4.8. Спеціальні вимоги:

– Відповідність WCAG 2.1 AA.

– Наявність коментарів до кожного інтерактивного елемента з описом ARIA-ролей та клавіатурних шорткатів.

## 5. Вимоги до програмної документації

– Опис структури HTML/CSS/JS-файлів.

– Чек-ліст із проведених тестів доступності.

– Інструкція з розгортання локально (стисло).

## 6. Засоби і порядок випробувань

### 6.1 Засоби випробувань

IDE для запуску, налагодження й профілювання коду, Виконання скриптів; ізоляція залежностей, Інтерактивний аналіз метрик і візуалізація графіків

### 6.2 Порядок проведення випробувань

#### Тест № 1 – WCAG Audit

• **Мета тесту:** Перевірити відповідність прототипу ключовим критеріям WCAG 2.1 (AA) за допомогою автоматизованого аудиту.

• **Результат:**

▪ Виявлено 6 порушень (W1–W6) згідно з критеріями 1.4.4, 1.1.1, 1.2.1/1.2.3, 3.3.2, 1.3.1 та 1.4.3.

▪ Після доповнення повзунка масштабування, alt-текстів, кнопки озвучки, коректних label і виправлення контрастності всі порушення усунені – **100 % відповідності**.

**Таблиця В.1**  
**Порівняння виконаної роботи. Порушення та Виправлення**

<b>ID</b>	<b>Критерій WCAG</b>	<b>Опис порушення</b>	<b>Статус</b>	<b>Виправлення</b>
W1	1.4.4 – Зміна розміру тексту (AA)	Відсутня вбудована функція масштабування тексту	Виявлено	Додано повзунок для збільшення шрифту
W2	1.1.1 – Нетекстовий контент (A)	Іконки та деякі графічні елементи без alt-тексту	Виявлено	Додано описові alt-атрибути
W3	1.2.1/1.2.3 – Аудіо-/відеоконтент (A)	Відсутня озвучка тексту та зображень	Виявлено	Реалізовано кнопку “Озвучити текст”
W4	3.3.2 – Orphaned Form Labels (AA)	Мітки форм не пов’язані з полями	Виявлено	Встановлено коректні for та id
W5	1.3.1 – Skipped Heading Levels (A)	Пропущені рівні заголовків	Виявлено	Вирівняно ієрархію <h1>...<h3>
W6	1.4.3 – Контрастність (AA)	Низька контрастність другорядного тексту	Виявлено	Підвищено контрастність до $\geq 4.5:1$

### Тест № 2 – Контрастність елементів

- **Мета тесту:** Виміряти коефіцієнт контрастності між текстом та фоном для трьох ключових елементів інтерфейсу і порівняти з порогом WCAG 2.1 AA (4.5:1).
- **Результат:**

**Таблиця В.2**  
**Коефіцієнти контрастності та відповідність до стандартів**

<b>Елемент</b>	<b>Коеф. контрастності</b>	<b>Відповідає WCAG AA?</b>
Заголовок (Heading)	7.2	Так
Основний текст	5.3	Так
Посилання (Links)	4.6	Так
Всі виміряні значення перевищують мінімум 4.5:1 – <b>успішно.</b>		



Рис.В.1– Контрастність елементів прототипу

Виконавець  
студентка групи КІ - 41  
Хитун А.В.

## CSS-змінні для тем

Визначаємо палітри через CSS-змінні. За замовчуванням — світла тема:

```
:root {
  --bg: #ffffff;
  --fg: #1a1a1a;
  --link: #005fcc;
  --accent: #005fcc;
  transition: background-color 0.3s, color 0.3s;
}

/* Темна тема */
.dark-theme {
  --bg: #121212;
  --fg: #e0e0e0;
  --link: #90caf9;
  --accent: #90caf9;
}

/* Синя тема */
.blue-theme {
  --bg: #eaf4ff;
  --fg: #00285e;
  --link: #0048b3;
  --accent: #0048b3;
}

/* Помаранчева тема */
.orange-theme {
  --bg: #fff9f1;
  --fg: #4a2c0a;
  --link: #d97600;
  --accent: #d97600;
}

body {
  background: var(--bg);
  color: var(--fg);
}
a { color: var(--link); }
.button-primary { background: var(--accent); }
```

- Змінні застосовуються одразу до всіх елементів із стилями `background` та `color`.
- Перехід `transition` робить зміну тем плавною.

## Логіка JavaScript

```

document.addEventListener('DOMContentLoaded', () => {
  const buttons = document.querySelectorAll('.theme-switcher [role="radio"]');
  const STORAGE = 'moodleTheme';
  let theme = localStorage.getItem(STORAGE) || 'light';

  setTheme(theme);

  buttons.forEach(btn => {
    btn.addEventListener('click', () => {
      const choice = btn.id.replace('theme-', '');
      setTheme(choice);
    });
    btn.addEventListener('keydown', e => {
      if (e.key === 'ArrowRight' || e.key === 'ArrowLeft') {
        // переключення між кнопками клавішами
        e.preventDefault();
        let idx = Array.from(buttons).indexOf(e.target);
        idx = e.key === 'ArrowRight' ? (idx + 1) % buttons.length
          : (idx - 1 + buttons.length) % buttons.length;
        buttons[idx].focus();
        buttons[idx].click();
      }
    });
  });

  function setTheme(name) {
    // Застосувати CSS-клас
    document.documentElement.className = name + '-theme';
    localStorage.setItem(STORAGE, name);
    // Оновити ARIA-стан
    buttons.forEach(b => {
      const isOn = b.id === 'theme-' + name;
      b.setAttribute('aria-checked', isOn);
      b.tabIndex = isOn ? 0 : -1;
    });
  }
});

```

- **setTheme(name)** встановлює потрібний клас на <html>, зберігає вибір і оновлює aria-checked.
- **Клавіші** ←/→ дозволяють змінювати тему без миші.

Щоб забезпечити UA-озвучення, ми додали «фікс» зі списком голосів:

```

// Українські голоси та фільтр
let voices = [];
window.speechSynthesis.onvoiceschanged = () => {
  voices = speechSynthesis.getVoices().filter(v => v.lang.startsWith('uk'));
};

function speakUA(text) {
  let voice = voices.find(v => v.lang === 'uk-UA') || voices[0];

```

```
const utt = new SpeechSynthesisUtterance(text);
utt.voice = voice;
speechSynthesis.speak(utt);
}
```

- **onvoiceschanged** чекає, коли браузер завантажить список доступних голосів.
- **Фільтрація** через `v.lang.startsWith('uk')` залишає лише українські.
- **Fallback:** якщо немає uk-UA, використовується перший знайдений український голос.

## Підключення Web Speech API.

```
// TTS на кнопці: пробіл/Enter
document.getElementById('tts').addEventListener('keydown', e => {
  if (e.key === ' ' || e.key === 'Enter') {
    e.preventDefault();
    const txt = window.getSelection().toString() || document.body.innerText;
    speechSynthesis.speak(new SpeechSynthesisUtterance(txt));
  }
});
```

```
// TTS при натисканні Tab
document.addEventListener('keydown', e => {
  if (e.key === 'Tab') {
    const text = window.getSelection().toString().trim();
    if (text) {
      e.preventDefault();
      const utt = new SpeechSynthesisUtterance(text);
      window.speechSynthesis.speak(utt);
    }
  }
});
```

## Семантична розмітка

```
<div class="theme-switcher" role="radiogroup" aria-label="Вибір теми оформлення">
  <button role="radio" id="theme-light" aria-checked="true" tabindex="0">Світла</button>
  <button role="radio" id="theme-dark" aria-checked="false" tabindex="-1">Темна</button>
  <button role="radio" id="theme-blue" aria-checked="false" tabindex="-1">Синя</button>
  <button role="radio" id="theme-orange" aria-checked="false" tabindex="-1">Помаранчева</button>
</div>
```

## JavaScript: механізм збереження і застосування

Скорочений псевдокод (без довгих фрагментів):

```
on DOMContentLoaded:
  read savedScale or 100
  applyScale(savedScale)
slider.oninput → applyScale(slider.value)
down.onclick → applyScale(scale - 10)
```

`up.onclick` → `applyScale(scale + 10)`

```
function applyScale(value):
  clamp value between 80 and 200
  set CSS var(--font-size-percent) to `${value}%`
  slider.value = value
  slider.setAttribute('aria-valuenow', value)
  save value to localStorage
```

## Стилі CSS та змінна масштабу

```
:root {
  --font-size-percent: 100%;
}
body {
  font-size: var(--font-size-percent);
  line-height: 1.6;
}
.font-control {
  display: flex;
  align-items: center;
  gap: 0.75rem;
  margin: 1.5rem 0;
}
.font-control button,
.font-control input {
  border: 2px solid #005fcc;
  background-color: #ffffff;
  color: #005fcc;
  padding: 0.3rem 0.6rem;
  border-radius: 4px;
}
:focus {
  outline: 3px solid #ffb400;
  outline-offset: 2px;
}
```

## Семантична HTML-структура

```
<div class="font-control" aria-label="Контроль розміру тексту">
  <button id="font-decrease" aria-label="Зменшити текст">A-</button>
  <input
    id="font-slider"
    type="range"
    min="80"
    max="200"
    step="5"
    aria-valuemin="80"
    aria-valuemax="200"
    aria-valuenow="100"
    aria-label="Ползунок масштабування тексту"
  >
  <button id="font-increase" aria-label="Збільшити текст">A+</button>
</div>
```