

Безбар'єрність вебпорталів освітніх навчальних закладів України

(Представлено: к.т.н. Єфремов Ю.М.)

Освіта під час війни отримала нові виклики, які суттєво впливають на формування нових поглядів на проблеми, що вже існують. Українці зіткнулися з великою кількістю бар'єрів, спричинених війною, тому питання доступності постало дуже гостро. У статті проаналізовано стан вебсторінок навчальних закладів України. Аналіз проведено за допомогою стороннього рішення WAVE Web Accessibility Evaluation Tools, що дало змогу сконфігурувати параметри перевірки та провести дослідження й групування проблем на вебресурсах. Для візуального відображення отриманих даних було створено сайт. Для його розробки використовувалися сучасні технології: HTML (HyperText Markup Language), CSS (Cascading Style Sheets), JavaScript, React, NodeJS. Сформовано статистику за показниками, як-от: помилки структури сторінки, невідповідність контрасту, помилки WAI-ARIA (Web Accessibility Initiative – Accessible Rich Internet Applications), невідповідні повідомлення, покращення, критичні аспекти. Також прораховано відсоткові співвідношення всіх та критичних помилок до кількості елементів на сторінках. У результаті дослідження було знайдено та проаналізовано 299 головних сторінок вебсайтів навчальних закладів відповідно до Всеукраїнського реєстру навчальних закладів освіти, а також сформовано модель даних для подальшого дослідження. Провівши тестування моделі, було виявлено найбільш доступні ресурси з точки зору технологій, типів сторінок, підходів та практик. Програмний комплекс має змогу аналізувати залежності складності вебресурсу від кількості помилок.

Ключові слова: вебдоступність; безбар'єрність; вебпортал; освітні платформи.

Актуальність теми. Сучасна епоха – це час активного розвитку інформаційних технологій. Незважаючи на те, що Всесвітня павутина поширена у всьому світі, вона створює перешкоди для певних груп користувачів. За задумом Тіма Бернерса Лі, Всесвітня мережа має залишатися платформою, де всі користувачі рівні, незалежно від їхніх фізичних вад [1]. Розвиток інтернету як засобу навчання розпочався під час дистанційного навчання, а також посилювався під час пандемії Covid-19. Саме під час пандемії розробники робили наголос на глобальному наданні послуг освіти через інтернет. За такого сценарію стає критично важливим підтримувати безбар'єрний канал доступу для всіх груп користувачів [2].

Дистанційне навчання стало своєрідним викликом для студентів та викладачів у всьому світі, тому що жодна країна та освітня система не були готові до цього. Через тривалий карантин освітянам довелося терміново опанувати нові підходи, технології, методи навчання, цифрову грамотність та інше. Водночас слід зазначити, що такі трансформації в освітньому процесі закладів вищої освіти надали змогу його учасникам швидко адаптуватися до роботи під час збройної агресії РФ після 24.02.2022 року [3]. Наразі більше за 2500 закладів освіти постраждали від війни, велика кількість працює лише дистанційно або ж повністю змінили свою локацію. Тому було прийнято рішення дослідити саме вебсайти університетів та коледжів України. Студенти, аспіранти, викладачі мають отримувати вигоду від безбар'єрності вебсайтів.

Вебресурси досліджено на стандарт Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1 рівня AA [4]. Стандарт W3C є найпопулярнішим набором рекомендацій щодо вебдоступності з 12 інструкціями за 4 принципами: відчутний, оперативний, зрозумілий та надійний. Рекомендації мають перевірені критерії успіху. Загалом 78 критеріїв. Оцінка доступності на основі вказівок є корисною як під час початкового дизайну вебсайту, так і під час його загального життєвого циклу. Однак величезний розмір багатьох вебсайтів та брак доступних ресурсів робить оцінку доступності на основі рекомендацій справжньою проблемою. Щоб вирішити це питання, створюються програмні засоби, які допомагають визначити, чи вебміст відповідає вказівкам щодо доступності. W3C WAI підтримує вичерпний список таких інструментів оцінки доступності на <https://www.w3.org/WAI/ER/tools>. У цій статті досліджується вплив потенційних проблем, визначених за допомогою автоматизованих інструментів на основі результатів оцінки вебдоступності на якість доступності вебсайту. А також для того щоб зробити сторінки доступними, потрібно виміряти бар'єри, які зараз створюють ці сторінки. Якщо нам потрібно щось покращити, то спочатку потрібно виміряти поточний стан. У цій перспективі вимірювання бар'єрів вебдоступності освітніх вебсайтів набуває вагомого значення. У цьому документі найважливішим завданням вимірювання бар'єрів, створених вебсторінками з точки зору доступності, надається першорядне значення. Інклюзивність є ключем до того, щоб кожен учень почувався комфортно та мав сили.

Основні цілі статті:

- запропонувати підхід змінної величини для обчислення кількості бар'єрів доступності;
- оцінити вебдоступність вебсайтів закладів освіти із запропонованим балом;
- надати перелік пропозицій щодо того, як зробити вебсторінки закладів освіти, наприклад, університетів, безбар'єрними для студентів з інвалідністю.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз останніх досліджень показує значний ріст цікавості до проблеми, а також її дослідження з різних напрямів. Дослідження застосування хмарних технологій в освіті пов'язані з такими вченими: В.Биков, М.Жалдак, В.Олійник та ін. Проблеми доступності досліджує ПРООН [5], а також О.Дзюбан, Ю.Скрипник, І.Макаров, О.Раєнок. Серед закордонних учених варто виокремити Шері Бертренд, Бена Шайда, Сьюзан Бойд, Річарда Шлінгера, Еріка Еммінга. А також проблемні аспекти створення інклюзивного простору в освіті досліджують Р.Вайнола, В.Гайдукевич та ін.

Метою статті є аналіз проблем вебдоступності головних сторінок закладів вищої освіти в розрізі Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1, а також розробка програмного комплексу швидкого аналізу вхідних параметрів та підготовки рекомендацій для покращення вебресурсів з візуалізацією даних.

Викладення основного матеріалу. Забезпечення вебдоступності є важливою складовою в освіті, оскільки забезпечує можливість отримання доступу до інформації та навчальних матеріалів усім користувачам, незалежно від їхньої фізичної чи психологічної здатності та обмежень. Наприклад, користувачі з вадами зору, слуху або руху можуть стикатися з труднощами у використанні сайтів, які не відповідають вимогам вебдоступності. Таким чином, забезпечення вебдоступності у сфері освіти є необхідним елементом для забезпечення рівної можливості отримання доступу до знань та навичок.

Також сучасний користувач працює з великою кількістю різноманітних пристроїв: телефони, ноутбуки, планшети, інтерактивні дошки з доступом до мережі «Інтернет». Якщо розглянути визначення В.Ю. Бикова, електронне навчання передбачає використання новітніх та інноваційних технологій з метою покращення можливостей студентів [6]. Саме тому наступний експеримент було проведено та досліджено з емуляцією різних типів засобів (мобільний та ПК), що дало змогу покращити точність даних і отримати зведений результат.

При дослідженні концепту соціальної інтеграції основним засобом реабілітації та інтеграції осіб з інвалідністю є поєднання їх зі здоровими людьми в процесі спільної діяльності та навчання. Збільшивши інтенсивність взаємовідносин, побудувавши нові рівні управління, суспільство вийде на вищий рівень інтегрованого соціального світу, головними індикаторами якого є поєднання субкультур та колективна ідентифікація учасників суспільства навколо спільної ідеї [7]. Таким чином, для того щоб прибрати бар'єри для людей з обмеженими можливостями, потрібно визначити категорії, групи та ознаки вебдоступності. Головним стандартом є Web Content Accessibility Guidelines.

Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) – це серія рекомендацій з вебдоступності, розроблена спільними зусиллями групи індустріальних експертів зі всього світу. WCAG 2.1 є останньою версією стандарту, який вийшов у 2018 році. Цей стандарт встановлює принципи, критерії та рівні доступності для вебконтенту, які дозволяють людям з різними видами обмежень використовувати вебсайти та вебдодатки.

WCAG 2.1 поділяється на чотири принципи: доступний для сприйняття, доступний для роботи, зрозумілий і стійкий. Потім кожен принцип розбивається на вказівки та критерії успіху, забезпечуючи дорожню карту для веброзробників. Рекомендації та критерії успіху розподіляються за трьома рівнями відповідності: А, АА та ААА, причому ААА є найсуворішим.

Найбільш важливою складовою для аналізу даних є саме 4 принципи WCAG:

- доступність для сприйняття. Принцип сприйняття вимагає, щоб вебсайти були розроблені таким чином, щоб користувачі могли сприймати представлений їм контент. Це включає надання альтернативного тексту для зображень, надання підписів до відео та забезпечення достатнього контрасту кольорів для користувачів із вадами кольорового зору;
- доступність для роботи. Цей принцип вимагає, щоб вебсайти були розроблені таким чином, щоб користувачі могли переміщатися по них і взаємодіяти з ними. Це враховує надання комбінацій клавіш для користувачів, які не можуть використовувати мишу, забезпечення того, що посилання та кнопки легко розрізняються, а також забезпечення того, щоб користувачі могли призупинити або зупинити будь-який вміст, який автоматично відтворюється;
- зрозумілість. Принцип зрозумілості вимагає, щоб вебсайти були розроблені таким чином, щоб користувачі могли зрозуміти представлений їм вміст. Це включає забезпечення того, щоб мова була чіткою та легкою для розуміння, надання інструкцій щодо використання вебсайту та забезпечення того, щоб користувачі могли легко переміщатися вебсайтом;
- стійкість. Принцип стійкості вимагає, щоб вебсайти були розроблені таким чином, щоб їх могли інтерпретувати широкий спектр агентів користувачів, включаючи допоміжні технології. Це враховує використання HTML, CSS і JavaScript у спосіб, сумісний із допоміжними технологіями, і надання резервних варіантів для вмісту, доступ до якого недоступний за допомогою допоміжних технологій.

Виконання стандарту WCAG 2.1 у сфері освіти є важливим елементом забезпечення рівних можливостей для всіх учасників освітнього процесу. Наприклад, університети та інші заклади освіти можуть використовувати стандарт WCAG 2.1 для забезпечення доступності своїх вебсайтів та електронних навчальних матеріалів для всіх користувачів. Для експерименту було прийнято рішення досліджувати саме стандарт WCAG 2.1 рівня AA.

З розвитком інформаційних технологій та їх інтеграції в освітній процес головні сторінки університетів стають важливим елементом взаємодії зі студентами та викладачами. Вебдоступність головних сторінок університетів є важливою з точки зору:

- першого враження. Головна сторінка є візитівкою університету для потенційних студентів, викладачів та партнерів. Вебдоступна головна сторінка створює позитивне враження та демонструє відкритість та дружелюбність університету;
- студентські потреби. Головна сторінка університету є центральним місцем для отримання інформації студентами про навчальні програми, розклад занять, новини та події, а також для доступу до різноманітних електронних ресурсів. Вебдоступність головної сторінки сприяє зручності та ефективності користування цими ресурсами для студентів з різними потребами та особливостями;
- зміцнення соціальної інтеграції. Вебдоступність головної сторінки дозволяє студентам з особливими потребами легше ділитися інформацією та спілкуватися з однокурсниками, викладачами та адміністрацією, що сприяє їх соціальній інтеграції та участі в студентському житті.

Враховуючи важливість головних сторінок університетів у сучасному освітньому процесі, забезпечення їх вебдоступності є одним з пріоритетних напрямків розвитку освітньої сфери. Було проаналізовано реєстри вищих навчальних закладів. Найбільш повним реєстром є Реєстр закладів вищої освіти України на сайті Міністерства освіти і науки України [8]. У довіднику міститься 3862 заклади освіти, які працювали або працюють на території України. Деякі із закладів освіти були реформовані або закриті. Додатковим викликом є нормалізація даних. Деякі записи містять застарілі сайти або порожні значення, також у таблиці наведено заклади, у яких замість сайту вказана просто поштова адреса. Велика кількість сайтів почала використовувати https протокол, а не http, тому перший прохід по сайтах знайшов лише 160 навчальних закладів. Для того щоб підняти рівень аналізу даних, було додано такий алгоритм:

- вчитано всі навчальні заклади з документа у форматі CSV. (3862 заклади освіти);
- відфільтровано ЗВО за ознакою сайту (680 закладів);
- проаналізовано та профільовано дані за ознакою основного закладу, це допомогло прибрати дублікати для відокремлених інститутів, факультетів та підрозділів вишів (залишилось 438 закладів освіти);
- зроблено запит на головні сторінки цих вишів (отримано 160 закладів); оскільки 160 з 438 є низьким показником, то було вирішено провести додатковий аналіз та оптимізацію запитів;
- наступним кроком було додано запит на http та https, якщо будь-який запит отримував відповідь, вірний URL сайту було додано в локальну версію реєстру (245 з 438);
- для всіх URL посилань, що не відповідали, був проведений додатковий аналіз на www та зроблені запити з www та без. Якщо один із запитів був успішний, дані в довіднику були оновлені і додані (280 з 438);
- останнім кроком було земульовано відкриття сайтів і перевірено, чи немає перенаправлення на нову сторінку; таким чином, було додано ще 19 університетів (299 з 438);

В цілому 299 унікальних сайтів закладів освіти вже достатньо для аналізу та створення висновків.

Наступним кроком є необхідність проаналізувати, які інструменти можна використати для автоматичної обробки сторінок, щоб через деякий час можна було б провести повторне дослідження. Розглянувши і порівнявши найбільш популярні інструменти для автоматичного аналізу вебдоступності, було виокремлено наступні застосунки:

- WAVE (Web Accessibility Evaluation Tool): цей безкоштовний інструмент надає візуальний звіт з помилок та попереджень щодо вебдоступності на вебсайті, відповідно до WCAG (Web Content Accessibility Guidelines);
- AChecker: цей вільний інструмент дозволяє аналізувати вебсторінки на предмет порушень WCAG, Section 508 та інших стандартів вебдоступності;
- Siteimprove: Комплексний платний сервіс, який надає звіти про вебдоступність, а також допомагає виявляти і виправляти помилки SEO, контенту та відповідності до законодавства;
- Tenon.io: цей платний інструмент забезпечує докладний аналіз вебдоступності вебсайту з можливістю інтеграції з іншими системами та інструментами розробки;
- axe: це безкоштовне розширення для браузерів, яке дозволяє перевіряти вебдоступність вебсайту відповідно до WCAG та інших стандартів.

Під час порівняння різних застосунків для автоматичного аналізу вебдоступності слід врахувати такі критерії:

- вартість: важливо знати, чи є інструмент безкоштовним чи платним, а також умови використання;
- стандарти вебдоступності: важливо перевірити, які стандарти вебдоступності підтримуються інструментом;

- візуалізація результатів: чіткість та зручність відображення результатів аналізу можуть сприяти швидкому та ефективному виправленню проблем;
- інтеграція з іншими системами: це дозволить використовувати інструменти в межах поточного процесу розробки вебсайту.

Важливими критеріями в дослідженні є стандарти вебдоступності, а також інтеграція з іншими системами. Таким чином, був вибраний WAVE від спільноти Webaim [9]. Webaim – це спільнота, яка розвиває вебдоступність, а також досліджує щороку 1000000+ сайтів на вебдоступність і робить відкриті репорти. Цей великий об’єм даних дозволяє розробникам та науковцям досліджувати проблему безбар’єрності та порівнювати результати в одній з країн з іншими державами та континентами. Зокрема, дослідження вебсайтів Арабського університету базується саме на цьому підході [10].

Основні функції WAVE: візуальний звіт з помилок та попереджень щодо вебдоступності на вебсайті, перевірка на відповідність WCAG (Web Content Accessibility Guidelines), підтримка різних форматів файлів: WAVE може аналізувати HTML-файли, вебсторінки, вебдодатки та PDF-файли, забезпечуючи широке застосування, розширення для браузерів, підтримку різних мов: WAVE підтримує аналіз вебсторінок, створених різними мовами програмування: HTML, CSS, JavaScript та інші.

Програмне рішення, що було створено з WAVE-інтеграцією, дозволило отримати дані у форматі JSON по кожному університету.

```
1 {
2   > "status": {~
3   },
4   >
5   >
6   > "statistics": {
7     > "pagetitle": "Державний університет «Житомирська політехніка»,
8     > "pageurl": "https://ztu.edu.ua/",
9     > "time": 8.96,
10    > "creditsremaining": 28,
11    > "allitemcount": 187,
12    > "totalelements": 1352,
13    > "waveurl": "http://wave.webaim.org/report?url=https://ztu.edu.ua/"
14  },
15  > "categories": {
16    > "error": {
17      > "description": "Errors",
18      > "count": 64,
19      > "items": {
20        > "alt_missing": {
21          > "id": "alt_missing",
22          > "description": "Missing alternative text",
23          > "count": 23
24        },
25        > "alt_link_missing": {~
26        },
27        > "link_empty": {~
28        },
29        >
30        >
31        >
32        >
33        >
34      }
35    },
36    >
37    > "contrast": {
38      > "description": "Contrast Errors",
39      > "count": 7,
40      > "items": {
41        > "contrast": {~
42        },
43        >
44        >
45      }
46    },
47  },
48 }
```

Рис. 1. Запропонована JSON структура даних по університету

На рисунку 1 видно, що звіт по кожному університету містить список помилок та зауважень, які погруповані за категоріями, відповідно до WCAG 2.1. Кожна з категорій розподілена по групах, що дає змогу більш детально аналізувати інформацію. А також шукати в кожній групі критичні помилки для того, щоб пріоритетувати їх вирішення для кожного із вебресурсу. Якщо ж якийсь з університетів має проблеми з однією з груп, є можливість перевірити конкретні елементи або селектори та запропонувати ЗВО вирішити їх. Таким чином, у майбутньому буде додана система рекомендацій.

Поточна реалізація застосунку містить 6 категорій проблем відповідно до WCAG 2.1, а також інформацію про заголовок сайту, URL. Важливою метрикою для аналізу є загальна кількість всіх елементів, загальна кількість помилок, кількість критичних помилок. За рахунок параметрів вище було створено можливість обрахування відсоткового відношення помилок та критичних помилок на сторінці, що покращило результати вибірки на 12 %. У детальному розгляді даних було помічено, що деякі сайти не мають інформації фактично, а містять декілька картинок та тестових елементів, тому кількість помилок мінімальна, але якість даних також низька. За рахунок відсоткового відношення аналіз сайтів на відповідність був відкорельований [11].

На базі показників, що описані вище, був створений програмний комплекс, який відображає інформацію в табличному вигляді. Програмний комплекс є React-додатком з компонентами з Material UI,

що дозволяє швидко та продуктивно працювати з даними. За алгоритмом було виконано такі дії. Відбулося зчитування та обробка попередньо згенерованих JSON-файлів з результатами аналізу вебдоступності, які знаходяться у каталозі './results'. Кожен файл має відповідний об'єкт у all. Наступним кроком було визначено структури колонок таблиці за допомогою масиву columns. Кожен об'єкт у масиві містить властивості field, headerName, width та type. Функція generalData отримує об'єкт all та перетворює його на масив об'єктів, кожен з яких містить інформацію про конкретний університет та його результати аналізу вебдоступності. За алгоритмом відображаємо таблиці з допомогою компонента DataGrid. Властивості rows та columns встановлюються на підготовлені дані (generalData(all)) та структуру колонок (columns) відповідно. Також встановлюються параметри розміру сторінки та опції для кількості рядків на сторінці (рис. 2).

<input type="checkbox"/>	№	Університет	Веб-сайт	Кількість елементів...	Кількість помилок	Помилки контраст	Помилки WAI-ARIA	Помилки структури	Невідповідні повід...	Покращення	Критичні помилк...	% помилок	↑ % критич...
<input type="checkbox"/>	9	Білоцерківський інститут економіки та ...	http://bc-uu.com.ua/	695	137	0	79	51	3	4	0	19.71	0
<input type="checkbox"/>	16	ЧПБ імені Героїв Чорнобиля	https://chirpb.dnrs....	52	9	0	0	5	1	3	0	17.31	0
<input type="checkbox"/>	18	Чортківський навчально-науковий інст...	http://chntpb.wi...	669	434	194	49	53	2	136	0	64.87	0
<input type="checkbox"/>	41	Головна - ДУІТ – Державний університ...	https://duti.edu.ua	51	8	0	0	4	1	3	0	15.69	0
<input type="checkbox"/>	44	Коледж	https://el.edu.ua/...	997	134	8	0	64	57	5	0	13.44	0
<input type="checkbox"/>	50	ВСП Городищенський фаховий колед...	https://gorodishn....	837	233	13	135	20	47	18	0	27.84	0
<input type="checkbox"/>	53	ГОЛОВНА	https://hmu.net.ua/	406	102	13	1	52	12	24	0	25.12	0
<input type="checkbox"/>	58	Інститут державного управління та нау...	https://ioudcz.ds...	52	9	0	0	5	1	3	0	17.31	0
<input type="checkbox"/>	114	І Національний університет «Львівська...	https://ipnu.ua/	780	190	0	60	77	18	35	0	24.36	0
<input type="checkbox"/>	144	Національний університет оборони Ук...	https://nuou.org.ua	52	9	0	0	5	1	3	0	17.31	0
<input type="checkbox"/>	294	Золочівський коледж ЛНАУ	http://zknau.com...	452	22	0	0	14	4	4	0	4.87	0
<input type="checkbox"/>	29	ДІ НУ ОМА – Дунайський інститут: На...	https://dinuoma.c...	1,748	624	15	461	90	39	18	1	35.7	0.06
<input type="checkbox"/>	221	ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ БУДІВНИЦТВА, А...	https://www.fbud...	1,486	345	4	230	53	13	44	1	23.22	0.07
<input type="checkbox"/>	227	Головна – Івано-Франківський национ...	https://www.ifnu...	2,151	471	8	16	74	287	84	2	21.9	0.09
<input type="checkbox"/>	211	Київський Хореографічний Коледж	https://www.chore...	993	263	1	183	30	38	10	1	26.49	0.1
<input type="checkbox"/>	15	Фаховий коледж економіки та управлі...	http://sepm.masoa...	2,290	591	267	25	148	35	113	3	25.81	0.13

Рис. 2. Приклад програмного комплексу для аналізу вебдоступності

Висновки та перспективи подальших досліджень. У результаті проведеного дослідження, що містило аналіз вебсторінок закладів освіти України за допомогою WAVE Web Accessibility Evaluation Tools, було виявлено та проаналізовано 299 головних сторінок вебсайтів. Оцінювалися такі показники, як помилки структури сторінки, невідповідність контрасту, помилки WAI-ARIA та інші. Застосування сучасних технологій у розробці сайту для візуального відображення отриманих даних сприяло кращому розумінню проблем, з якими стикаються вебпортали освітніх закладів.

Провівши тестування моделі, було виявлено найбільш доступні ресурси з точки зору технологій, типів сторінок, підходів та практик. Програмний комплекс має потенціал для аналізу залежностей складності вебресурсу від кількості помилок, що дозволяє розробникам та адміністраторам навчальних закладів краще зрозуміти та вирішити проблеми доступності, забезпечуючи зручність та доступність вебресурсів для всіх користувачів, незалежно від їх обмежень та обставин. Програмний комплекс має отримати функціонал історії, передбачень та рекомендацій для вебресурсу, а також аналіз сторінки за допомогою декількох інструментів. Таким чином, наступна версія не буде мати аналогів у науковому та комерційному середовищі.

Список використаної літератури:

1. Схема поєднується з методом для перевірки accessibility web / P.Acosta-Vargas, S.Luján-Mora, T.Acosta, L.Salvador-Ullauri // International Conference on Information Theoretic Security. – 2018. – P. 602–613.
2. Abid Ismail Web accessibility investigation and identification of major issues of higher education websites with statistical measures: A case study of college websites / Ismail Abid, K.S. Kuppasamy // Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences. – 2022. – Vol. 34, № 3 March. – P. 901–911.
3. Самойленко О.О. Переваги та недоліки дистанційного навчання в умовах сьогодення / О.О. Самойленко, О.Р. Заболотна // Інтеграція теорії у практику: проблеми, пошуки, перспективи. – 2022. – С. 255–257.
4. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1 [Electronic resource]. – Access mode : https://www.w3.org/TR/WCAG21/.
5. ПРООН в Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу : https://www.undp.org/uk/ukraine.
6. WAVE Web Accessibility Evaluation Tools [Electronic resource]. – Access mode : https://wave.webaim.org/.

7. Биков В.Ю. Мобільний простір і мобільно-орієнтоване середовище Інтернет-користувача: особливості модельного подання та освітнього застосування / В.Ю. Биков // Інформаційні технології в освіті : збірник наукових праць. – ХДУ. – 2013. – № 17. – С. 20.
8. Лещук Г.В. Концепт безбар'єрності в теорії та практиці інклюзії / Г.В. Лещук // Інклюзія в дії: стратегії впровадження в Україні та світі : колективна монографія. – Тернопіль : Осадца Ю.В., 2022. – С. 8–28.
9. Міністерство освіти і науки України [Електронний ресурс] – Режим доступу : <https://mon.gov.ua/ua/ministerstvo/diyalnist/vidkriti-dani>.
10. Accessibility evaluation of Arabic University websites for compliance with success criteria of WCAG 1.0 and WCAG 2.0 / M.Akram, G.A. Ali, A.Sulaiman and other // Univ Access Inf Soc. – 2022. DOI: 10.1007/s10209-022-00921-8.
11. Програмний комплекс для аналізу статистики футбольних матчів та прогнозування результатів на основі машинного навчання / Н.О. Кушнір, Ю.І. Лисогор, І.Д. Лімінович та ін. // Технічна інженерія. – 2022. – № 2 (90). – Р. 70–78. DOI: 10.26642/ten-2022-2(90)-70-78.

References:

1. Acosta-Vargas, P., Luján-Mora, S., Acosta, T. and Salvador-Ullauri, L. (2018), «Skhema pojednuietsia z metodom dlia perevirky accessibility web», *International Conference on Information Theoretic Security*, pp. 602–613.
2. Abid, Ismail and Kuppusamy, K.S. (2022), «Abid Ismail Web accessibility investigation and identification of major issues of higher education websites with statistical measures: A case study of college websites», *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*, Vol. 34, No. 3 March, pp. 901–911.
3. Samoilenko, O.O. and Zabolotna, O.R. (2022), «Perevahy ta nedoliky dystantsiinoho navchannia v umovakh sohodennia», *Intehratsiia teorii u praktyku: problemy, poshuky, perspektyvy*, pp. 255–257.
4. *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1*, [Online], available at: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>
5. *PROON v Ukraini*, [Online], available at: <https://www.undp.org/uk/ukraine>
6. *WAVE Web Accessibility Evaluation Tools*, [Online], available at: <https://wave.webaim.org/>
7. Bykov, V.Iu. (2013), «Mobilnyi prostir i mobilno-orientovane seredovishche Internet-korystuvacha: osoblyvosti modelnoho podannia ta osvithnoho zastosuvannia», *Informatsiini tekhnologii v osviti*, zbirnyk naukovykh prats, KhDU, No. 17, pp. 20.
8. Leshchuk, H.V. (2022), «Kontsept bezbariernosti v teorii ta praktytsi inkluziui», *Inkluziia v dii: stratehii vprovadzhenia v Ukraini ta sviti*, kolektyvna monohrafiia, Osadtsa Yu.V., Ternopil, pp. 8–28.
9. *Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy*, [Online], available at: <https://mon.gov.ua/ua/ministerstvo/diyalnist/vidkriti-dani>
10. Akram, M., Ali, G.A., Sulaiman A. et al. (2022), «Accessibility evaluation of Arabic University websites for compliance with success criteria of WCAG 1.0 and WCAG 2.0», *Univ Access Inf Soc.*, doi: 10.1007/s10209-022-00921-8.
11. Kushnir, N.O., Lysohor, Yu.I., Liminovykh, I.D. et al. (2022), «Prohramnyi kompleks dlia analizu statystyky futbolnykh matchiv ta prohnozuvannia rezultativ na osnovi mashynnoho navchannia», *Tekhnichna inzheneriia*, No. 2 (90), pp. 70–78, doi: 10.26642/ten-2022-2(90)-70-78.

Савицький Роман Святославович – аспірант, старший викладач кафедри інженерії програмного забезпечення Державного університету «Житомирська політехніка».

<https://orcid.org/0000-0001-9804-3604>.

Наукові інтереси:

- вебдоступність;
- фронтенд-розробка;
- фронтенд-фреймворки;
- архітектура вебдодатків.

E-mail: kkik_srs@ztu.edu.ua.

Savitskyi R.S.

Web Accessibility of Educational Institutions' Portals in Ukraine.

Education during wartime has faced new challenges that significantly impact the formation of new perspectives on existing issues. Ukrainians have encountered numerous barriers caused by the war, making the question of accessibility a pressing concern. This article analyzes the state of Ukrainian educational institutions' webpages. The analysis was conducted using the third-party solution WAVE Web Accessibility Evaluation Tools, enabling the configuration of verification parameters and the investigation and grouping of issues on web resources. A website was created to visually display the collected data. Modern technologies were utilized in its development, including HTML (HyperText Markup Language), CSS (Cascading Style Sheets), Javascript, React, and NodeJS. Statistics were generated for various indicators, such as page structure errors, contrast inconsistencies, WAI-ARIA (Web Accessibility Initiative – Accessible Rich Internet Applications) errors, inappropriate notifications, improvements, and critical aspects. Additionally, the percentage ratios of all and critical errors to the number of elements on the pages were calculated. As a result of the research, 299 main webpages of educational institutions were found and analyzed according to the All-Ukrainian Register of Educational Institutions, and a data model for further investigation was developed. By testing the model, the most accessible resources were identified from the standpoint of technologies, page types, approaches, and practices. The software suite can analyze the dependency of a web resource's complexity on the number of errors.

Keywords: web accessibility; barrier-free; web portal; educational platforms.

Стаття надійшла до редакції 11.05.2023.