

DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2024-55-15>

УДК 004.347

Лукашук Микола Миколайович, аспірант

<http://orcid.org/0009-0009-5448-4315>

Київський національний університет культури і мистецтв, м. Київ, Україна

СТАНДАРТИЗАЦІЯ ВЕБ-ДОСТУПНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЯК СПОСІБ ЗАЛУЧЕННЯ БІЛЬШОГО ЧИСЛА КОРИСТУВАЧІВ

Лукашук М.М. Стандартизація веб-доступності інформаційно-комунікаційних технологій як спосіб залучення більшого числа користувачів. У роботі досліджено стандартизацію веб-доступності інформаційно-комунікаційних технологій як способу залучення більшого числа користувачів. Зазначається, що під веб-доступністю розуміють інклюзивну практику, за якої веб-сайти, онлайн-інструменти та веб-технології розробляються таким чином, щоб їх могли використовувати люди з особливими потребами, у тому числі й особливо особи з обмеженими можливостями здоров'я. Наголошується, що під час організації доступного веб-контенту необхідно враховувати індивідуальні особливості, які можуть перешкоджати доступу користувача до Інтернету. Наголошується, що дизайн веб-сторінки доступний, якщо користувач може вільно оперувати веб-контентом без сторонньої допомоги, а саме сприймати матеріал і розуміти його, орієнтуватися в межах сторінки або групи зв'язаних сторінок, переміщатися за гіперпосиланнями та вносити свої дані до інтерактивних форм. Зазначається, що головним органом стандартизації веб-технологій є Міжнародний консорціум весвітнього павутиння, який ґрунтується на принципі, що доступність Інтернету для осіб з обмеженими можливостями здоров'я може бути досягнута, якщо доступні та перебувають у взаємодії такі компоненти: веб-контент (змістова частина та розмітка); користувальницькі агенти (браузери та інші веб-додатки); асистивні технології (допоміжне програмне та апаратне забезпечення); користувачі з обмеженими можливостями здоров'я, які знають адаптивні стратегії оперування веб-сторінками; веб-розробники, які мають компетенції до розробки доступних веб-сторінок; програмне забезпечення веб-розробника; інструменти оцінки доступності веб-ресурсів. Описано детально всі версії WCAG, розвиток яких продовжується безперервно. Наголошено, що кожна нова версія ініціюється W3C з метою покращення рекомендацій доступності та побудована на принципі зворотної сумісності з версією-батьком. Важливість веб-доступності додатково підкреслюється необхідністю цілісного підходу, який залучає всіх зацікавлених сторін, включаючи розробників, користувачів з обмеженими можливостями та постачальників технологій. Стандартизуючи веб-доступність, мета полягає в тому, щоб створити інклюзивне цифрове середовище, де всі користувачі, незалежно від їхніх фізичних чи когнітивних здібностей, зможуть отримати доступ і скористатися інформацією та послугами, доступними в мережі Інтернет. Це не тільки збільшує потенційну базу користувачів, але й сприяє рівним можливостям і соціальній інтеграції в епоху цифрових технологій.

Ключові слова: веб-доступність, інклюзивні технології, стандартизація ІКТ, WCAG, інтерактивна доступність.

Lukashuk M. Standardization Of Web Accessibility Of Information And Communication Technologies As A Way To Attract More Users. The paper examines the standardization of web accessibility of information and communication technologies as a way to attract a larger number of users. It is noted that web accessibility is understood as an inclusive practice in which websites, online tools and web technologies are developed in such a way that they can be used by people with special needs, including and especially people with disabilities. It is emphasized that when organizing accessible web content, it is necessary to take into account individual characteristics that may hinder the user's access to the Internet. It is emphasized that the design of a web page is accessible if the user can freely operate the web content without external assistance, namely, perceive and understand the material, navigate within a page or group of linked pages, navigate by hyperlinks, and enter data into interactive forms. It is noted that the main standardizing body for web technologies is the International World Wide Web Consortium, which is based on the principle that the accessibility of the Internet for people with disabilities can be achieved if the following components are available and interact: Web content (content part and marking); user agents (browsers and other web applications); assistive technologies (supporting software and hardware); users with disabilities who know adaptive strategies for operating web pages; web developers who have the competence to develop accessible web pages; web developer software; tools for assessing the availability of web resources. All versions of WCAG are described in detail, the development of which continues continuously. It is emphasized that each new version is initiated by the W3C in order to improve accessibility recommendations and is built on the principle of backward compatibility with the parent version. The importance of web accessibility is further underscored by the need for a holistic approach that involves all stakeholders, including developers, users with disabilities, and technology providers. By standardizing web accessibility, the goal is to create an inclusive digital environment where all users, regardless of their physical or cognitive abilities, can access and benefit from the wealth of information and services available on the internet. This not only increases the potential user base but also promotes equal opportunities and social inclusion in the digital age.

Key words: web accessibility, inclusive technologies, ICT standardization, WCAG, interactive accessibility.

Вступ. Зростаюча кількість користувачів щодня взаємодіє з веб-сайтами та мобільними додатками, різноманітність та кількість останніх зростає з геометричною прогресією, і користувачі цінують зручність використання та користувацький досвід (UX), які вони пропонують. Зростаюча потреба користувачів у мобільних програмах призвела до відкриття гібридних програм, які поєднують веб-технології та власні функції. Однак і гібридні, і нативні програми мають деякі обмеження, такі як зобов'язання щодо вільного місця на пристроях і складніші мультиплатформенні оновлення. У 2015 році Google запропонувала вирішення вищезгаданих обмежень, представивши

нову технологію під назвою прогресивні веб-програми (PWA). PWA реалізують функції, які користувач очікує від нативних програм, у мобільному браузері [3]. Вони створені та вдосконалені за допомогою сучасних інтерфейсів прикладного програмування (API), щоб забезпечити розширені можливості, надійність і можливість встановлення, охоплюючи будь-кого, будь-де та на будь-якому пристрої за допомогою єдиної кодової бази [1]. У той час, коли веб-технології стрімко розвиваються, інтерес розробників до веб-доступності згасає. Потреба людей з обмеженими можливостями в рівному доступі до нових технологій зростає. Навіть академічні та державні веб-сайти не пропонують реальної доступності, ускладнюючи таким чином життя людей з обмеженими можливостями.

Аналіз попередніх досліджень. У сучасній науковій площині з'являються роботи присвячені дослідженням інклюзивності та веб-доступності, їх впровадження у інформаційні і комунікаційні технології для підвищення якості та рівня використання.

Н. С. Тюркеджи [4] розглядає проблему створення доступного інформаційного середовища та розвитку безбар'єрного простору для людей з інвалідністю. Авторкою розкрито принципи та послідовність розробки та реалізації концептуальної моделі впровадження асистивних технологій у документноінформаційних структурах на фізичному рівні доступності та в реалізації веб-доступності цифрових ресурсів.

У [2] запропоновані і досліджуються в загальних рисах складові інформаційного середовища, зокрема, технологічного базису інформаційно-комунікаційних систем та основні процеси його вдосконалення для побудови інформаційного суспільства. Відстежується взаємодія користувач – Web-сервіс (інформаційні послуги, які надаються користувачам за допомогою Web-технологій).

Із зарубіжних авторів варто відмітити роботи таких науковців як: Крус К., Флор Е. [5], Естрада-Мартінес Ф., Хілера Х., Отон С., Агуадо-Дельгадо Х. [6], Хемблі А., Есілада Ю., Віго М., Харпер С. [7], Хортісуела Р. [8], Хусніта Л., Рахаюні А., Фусфітасарі Й., Сісванто Е., Рінтанінгрим Р. [9], Джорданоскі З., Мейерхофф Нільсен М. [10] та інших. Однак незважаючи на масштабність наукових досліджень питання актуальності даної роботи не викликає сумнівів.

Мета. Метою роботи є дослідження стандартизації веб-доступності інформаційно-комунікаційних технологій як способу залучення більшого числа користувачів.

Результати та обговорення. Веб-доступність дозволяє кожному, включаючи людей з обмеженими можливостями, сприймати, розуміти, орієнтуватися в Інтернеті та взаємодіяти з додатками. Те саме стосується мобільних програм і PWA. Веб-доступність можна визначити як спосіб створення веб-сайту, який можна навігувати та просувати різним категоріям користувачів, особливо користувачам з обмеженими можливостями, які зазвичай стикаються з перешкодами та обмеженнями під час взаємодії з Інтернетом через електронні пристрої. Веб-доступність пов'язана з практикою створення веб-сторінок, до яких мають доступ люди з будь-якими здібностями та вадами. Незважаючи на технологічний розвиток і міжнародні правила, більшість веб-сайтів і додатків залишаються недоступними для певних груп людей. Зростаюча кількість національних і міжнародних стандартів, що стосуються доступності інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), включаючи Інтернет, призвела до появи багатьох різних підходів на практиці. Першим законом про доступність, прийнятим у США в 1990 році, є Закон про американців з обмеженими можливостями (ADA). Відповідно до закону веб-сайти та програми вважаються місцями розміщення інформації та мають бути доступними; ті, до яких немає доступу, вважаються такими, що дискримінують людей з обмеженими можливостями.

Існує широкий спектр людей з обмеженими можливостями, включаючи зорові, слухові, фізичні, мовленнєві, когнітивні, мовні, навчальні та неврологічні порушення, а також їх поєднання. Незважаючи на те, що було розроблено численні вказівки та інструменти, щоб допомогти покращити доступ до вмісту веб-сайтів і зрозуміти його, найбільш актуальними є W3C WCAG та ISO.

Керівництво щодо інтерфейсів користувача всесвітньої павутини містить вказівки щодо орієнтованого на людину дизайну веб-інтерфейсів користувача програмного забезпечення. ISO 9241-151 зосереджується на аспектах проектування та надає вказівки та рекомендації щодо проектування в чотирьох основних сферах:

- високорівневі дизайнерські рішення та стратегія дизайну;
- наповнення та функціональність;

- навігація, пошук і взаємодія;
- медіа дизайн та презентація.

Консорціум Всесвітньої павутини (W3C) розробив Рекомендації щодо доступності веб-контенту (WCAG), щоб зробити Інтернет доступним для людей з обмеженими можливостями. Дотримання цих вказівок робить контент доступнішим для більшого кола людей з обмеженими можливостями. Реалізація Інтернету доступним приносить користь окремим особам, підприємствам і суспільству, і метою WCAG є надання єдиного спільного стандарту для доступності веб-вмісту, який відповідає потребам окремих осіб, організацій та урядів у всьому світі.

Існує чотири різні версії WCAG: WCAG 1.0, WCAG 2.0, WCAG 2.1 і WCAG 2.2. Кожна версія розширює свою попередницю та враховує її вимоги. WCAG 1.0, створений W3C 5 травня 1999 року, є основою правил WCAG. Ця перша версія складається з 14 вказівок або загальних принципів доступного дизайну. Кожна настанова має унікальне положення, номер настанови та контрольні точки. Відповідно, контрольні точки мають унікальний оператор, номер контрольної точки та посилання на розділ документу про методи, де обговорюються реалізації та приклади контрольної точки. Щоб класифікувати контрольні пункти залежно від їх важливості, кожен контрольний пункт має рівень пріоритету, призначений робочою групою на основі впливу контрольного пункту на доступність. У цьому процесі виникло три рівні відповідності:

- Рівень відповідності «A»: усі контрольні точки Пріоритету 1 задоволені;
- Рівень відповідності «Double-A»: усі контрольні точки пріоритету 1 і 2 задоволені;
- Рівень відповідності «Triple-A»: усі контрольні точки пріоритету 1, 2 і 3 задоволені.

Незважаючи на те, що рівень відповідності було створено для визначення пріоритету кожної контрольної точки, водночас із підвищенням рівня веб-розробникам важко досягти відповідних вимог, тобто контрольні точки рівня А легше досягти, ніж потрібний рівень.

WCAG 2.0 вийшов як оновлення до WCAG 1.0 у 2008 році. Вони покращили структуру та узгодженість попередніх рекомендацій і, водночас, додали додаткові критерії успіху. Контрольно-пропускні пункти були перейменовані на критерії успіху, а пріоритет було асимільовано з Рівня А до ААА. WCAG 2.0 організовано навколо чотирьох принципів дизайну, які забезпечують основу для веб-доступності (відчутний, працездатний, зрозумілий і надійний):

Рівень А – це мінімальний рівень, який визначає основи веб-доступності. Він складається з 12 настанов, включаючи 25 критеріїв успіху.

Рівень АА включає всі вимоги рівня А та АА. Крім того, він додає 13 нових критеріїв успіху до існуючих шести настанов. Ці критерії успіху визначають основні цілі, яких мають досягти автори, щоб створити більш доступний вміст для користувачів із різними рівнями інвалідності.

Рівень ААА включає всі вимоги до рівнів А, АА та ААА. Крім того, він додає 23 нових критеріїв успіху до існуючих дев'яти керівних принципів. Ці критерії успіху дозволяють оцінити вимоги та потреби, такі як специфікації проекту, закупівлі, регулювання або договірні угоди.

Оновлена версія WCAG 2.1 вийшла в червні 2018 року. WCAG 2.1 став розширенням Версія 2.0, додавши до існуючих інструкцій п'ять критеріїв успіху А, сім АА та п'ять ААА. Найновішу версію WCAG 2.2 було представлено як робочу чернетку в серпні 2020 року та оновлено в травні 2021 року. WCAG 2.2 розширює вказівки свого попередника, додаючи такі дев'ять критеріїв успіху:

Доступна автентифікація (3.3.7; рівень А).

Якщо процес автентифікації покладається на тест когнітивних функцій, тоді має бути доступний принаймні один інший метод, який не покладається на тест когнітивних функцій. Когнітивні дефіцити зазвичай виникають у літніх людей, яким важко запам'ятовувати паролі, робити розрахунки чи навіть розгадувати головоломку. Оскільки цей критерій успіху необхідний для відповідності рівню А, повинен існувати альтернативний метод у випадку, якщо веб-сайт використовує функцію когнітивної автентифікації.

Надлишковий запис (3.3.8; рівень А).

Надлишковий запис є критерієм успіху рівня А, який вимагає автоматичного заповнення або вибору користувачем інформації в полях, які раніше вводив користувач. Однак існує виняток, якщо здійснюється повторне введення важливої інформації.

Послідовна допомога (3.2.6; рівень А).

Зіштовхнувшись із проблемами під час виконання завдання на веб-сайті, люди з певними типами обмежень можуть не впоратися з проблемою без додаткової допомоги. Проблеми можуть

включати труднощі із заповненням форми або пошуком документа чи сторінки, які надають інформацію, необхідну для виконання завдання. Тому потрібні актуальні розділи «Поширені запитання» та контактні дані людини або механізм обміну повідомленнями.

Навігація розривом сторінки (2.4.13; рівень А).

Мета цього критерію успіху полягає в тому, щоб дозволити людям, які використовують допоміжні технології або програми зчитування з екрана, знаходити посилання на вміст на основі локаторів розривів сторінок, які можна знайти в режимі перегляду за замовчуванням або в друкованій версії публікації.

Рухи перетягування (2.5.7; рівень AA).

Усі функції, які використовують рух перетягування, можуть працювати за допомогою одного вказівника без перетягування, якщо перетягування не є необхідним. Рухи перетягування спостерігаються в таких службах, як Google Maps на мобільних телефонах, де для перетягування карти потрібно більше вказівників.

Цільовий розмір (2.5.8; мінімум; рівень AA).

Цей критерій успішності належить до рівня відповідності AA та спрямований на те, щоб допомогти користувачам із тремором рук і тим, хто має труднощі з дрібною моторикою, точно активувати інтерактивні області, такі як вбудовані посилання та спливаючий вміст.

Видимі елементи керування (3.2.7; рівень AA).

Елементи керування, необхідні для просування або завершення процесу, видимі в той час, коли вони потрібні, не вимагаючи наведення вказівника або фокусування клавіатури, або доступний механізм, який робить їх видимими постійно. Такі завдання, як взаємодія з користувачем при наведенні миші, можуть ускладнити це людям із порушеннями пам'яті та іншими когнітивними розладами та вадами навчання.

Фокусний зовнішній вигляд (2.4.11; мінімум; рівень AA).

Мета цього критерію успіху полягає в тому, щоб індикатор фокусування клавіатури був чітко видимим і помітним після відповідної мінімальної площі та контрасту.

Фокусний зовнішній вигляд (2.4.12; покращений; рівень AAA).

Цей критерій успіху є розширенням попереднього, розширюючи мінімальну площу, збільшуючи контраст і виключаючи затемнені елементи.

Успіх веб-додатків залежить від того, наскільки добре вони сприймаються кінцевими користувачами. Надання доступу до веб-сайтів і програм є обов'язковим. Так, наприклад, у кожній новій технології, яку представляє Google, наголошується на необхідності створення орієнтованих на людину веб-додатків. Крім того, веб-розробники, мотивовані найкращим рейтингом пошукових систем, дотримуються деяких вказівок щодо доступності. Однак більшість створених веб-додатків не є повністю доступними, що створює проблеми з доступністю для людей з обмеженими можливостями. Хоча деякі закони зобов'язують власників веб-сайтів як у державному, так і в приватному секторах створювати веб-сайти, доступні для всіх, ці закони не застосовуються, якщо особа з обмеженими можливостями не поскаржиться на недотримання.

Попередні дослідження показали, що, незважаючи на те, що рекомендації щодо доступності закладають основу для більш доступного Інтернету, вони також мають деякі обмеження. Докази свідчать про те, що дотримання стандартів доступності не завжди гарантує задовільний UX в Інтернеті. Крім того, керівні принципи важко оцінити, навіть якщо використовується комбінація людського та машинного аудиту. У дослідженні за участю учасників з інтелектуальними вадами було виявлено, що навіть якщо веб-сайт відповідає W3C WCAG, задоволеність користувачів не є 100%.

З точки зору розробника, робота зі спеціальними можливостями є складним завданням, яке потребує багато часу для дотримання кожної з інструкцій і критеріїв успіху. Щоб реалізувати реальну доступність, кожне агентство веб-розробників має найняти спеціальну команду, яка перевірить доступність програми як за допомогою онлайн-інструментів, так і вручну. Крім того, існує проблема, яка пов'язана з тим, що відсутність обізнаності, освіти та мотивації змушує розробників створювати недоступні веб-сайти.

Онлайн-інструменти (машинний аудит) і плагіни були розроблені, щоб допомогти власникам веб-сайтів і веб-розробникам створювати більш доступні веб-сайти. За допомогою онлайн-інструментів оцінки, таких як WAVE (від WebAim), валідатор W3 (від W3C) і Lighthouse (від Google), кожен веб-сайт можна перевірити на відповідність WCAG і критеріям успіху. Ці

інструменти сканують вихідний код веб-сайту та виділяють виправлення, які необхідно внести, щоб зробити веб-сайт більш доступним. Деякі з них використовують візуальні композитори, щоб виділити області, де виникають помилки, тоді як інші звертаються до відповідного критерію успіху, щоб зрозуміти, що саме потрібно виправити. Хоча інструменти машинної оцінки пропонують корисні поради, кожен із них представляє різні помилки веб-сайту порівняно з іншими. Крім того, деякі плагіни для популярних платформ з відкритим вихідним кодом обіцяють повну доступність одним клацанням миші. Ці плагіни вносять деякі зміни у вихідний код веб-сайту, не обов'язково охоплюючи будь-які вказівки чи критерії успіху.

Таким чином, на сьогодні, потреба в доступності зростає, однак все більше веб-сайтів – навіть державних, онлайн-бібліотек і університетських веб-сайтів – не дотримуються цих інструкцій. З одного боку, хоча інструкції щодо доступності не можуть охопити кожне питання інвалідності, вони вдосконалюються з кожним днем. З іншого боку, веб-розробники мають моральний обов'язок створити веб-сайт, який є максимально доступним. Щоб досягти цього, необхідно проводити як ручний, так і машинний аудит.

В якості прикладу доступного дизайну у даному дослідженні наведено веб-ресурс, який спеціалізується на продажу цифрових та аудіокниг. Веб-сайт відповідає різноманітним вимогам доступності для користувачів з вадами зору. Він використовує висококонтрастну кольорну схему з темним текстом на світлому фоні, що забезпечує читабельність для користувачів із слабким зором або дальтонізмом. Користувачі мають можливість налаштувати параметри кольору за допомогою панелі «Параметри», дозволяючи їм вибирати з кількох кольорних схем або регулювати рівні контрастності відповідно до своїх уподобань. Усі зображення продукту містять описовий альтернативний текст, надаючи користувачам програми зчитування з екрана або текстові браузері з інформацією про обкладинки книг, авторів і жанри. Елементи заголовків (<h1><h6>), списки (,) і орієнтири (<nav>, <main>, <footer>) належним чином використовуються для передачі ієрархії та організації вмісту, полегшення навігації для користувачів. Розмір тексту можна змінювати, що дозволяє користувачам регулювати розмір шрифту за допомогою налаштувань браузера без шкоди для читабельності чи цілісності макета.

Висновки. Метою веб-доступності є надання доступної веб-інформації та послуг якомога більшій кількості людей. Зростає кількість технологій, які характеризуються як доступні без фактичного дотримання вказівок щодо доступності. Існує суттєва потреба адаптувати доступність до Всесвітньої павутини, охоплюючи кожну платформу та кожну технологію. У цій статті запропоновано поглиблений огляд стандартів веб-доступності, як технологій для залучення більшої кількості користувачів.

Обізнаність веб-розробників є ключовою перевагою для досягнення оновлення Всесвітньої павутини до місця, де кожен користувач, незалежно від його/її здібностей, може мати рівний і безпроблемний доступ.

Майбутні дослідження за темою полягають у створенні інструментів, які не лише перевірятимуть веб-сайти на основі списку вказівок щодо веб-доступності, але й включатимуть пропозиції від осіб, які стикаються з проблемою виділення частини веб-сайту, яку їм важко прочитати, зрозуміти або отримати доступ.

Список бібліографічного опису

1. Болюбаш Н., Олійник М. Методи підвищення продуктивності прогресивного вебзастосування бібліотеки на основі моделі RAIL. *Інформаційні технології та суспільство*. 2023. Вип. 1 № 7. С. 13–20. DOI: 10.32689/maup.it.2023.1.2
2. Міхалевський В.Ц., Міхалевська Г. І. Розвиток інформаційного середовища для формування інтелектуальної надбудови інформаційного суспільства. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2020. №1 С. 163–170.
3. Ткачук В. PWA, як перспективний напрямок об'єднання мобільних технологій. *Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво*. Вип. 46. 2022. С. 83–87. DOI: 10.36910/6775-2524-0560-2022-46-12
4. Тюркеджи Н. С. Асистивні технології в документно-інформаційних структурах: сервісний підхід. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 029 Інформаційна, бібліотечна та архівна справа. – *Міністерство культури та інформаційної політики України, Харківська державна академія культури*. 2023. 224 с.
5. Cruz C., Flor E. Vidal Caicedo Maria. User-centered web accessibility : recommendations for ensuring access to government information for older adults. *Ingenieria Solidaria*. 2023. № 19. P. 1–22. DOI:10.16925/2357-6014.2023.03.02.

6. Estrada-Martínez F., Hilera J., Otón S., Aguado-Delgado J. Semantic web technologies applied to software accessibility evaluation: a systematic literature review. *Universal Access in the Information Society*. 2022. №21. P.1-25. DOI:10.1007/s10209-020-00759-y.
7. Hambley A., Yesilada Y., Vigo M., Harper S. Web Structure Derived Clustering for Optimised Web Accessibility Evaluation. 2023. P. 1345-1354. DOI:10.1145/3543507.3583508.
8. Hortizuela R. Towards Web Equality: Efforts on Web Accessibility for Persons with Cognitive Disability. *International Journal of Research In Science & Engineering*. 2022. P.1-16. DOI:10.55529/ijrise.23.1.16.
9. Husnita L., Rahayuni A., Fusfitasari Y., Siswanto E., Rintaningrum R. The Role of Mobile Technology in Improving Accessibility and Quality of Learning. *al-fikrah: Jurnal Manajemen Pendidikan*. 2023. №11. P. 259. DOI:10.31958/jaf.v11i2.10548.
10. Jordanoski Z., Meyerhoff Nielsen M. The challenge of web accessibility: an evaluation of selected government websites and service portals of high, middle and low-income countries. 2023. P. 101-110. DOI:10.1145/3614321.3614343.

References

1. Boliubash N., Oliinyk M. (2023). Metody pidvyshchennia produktyvnosti prohresyvnogo vebzastosunku biblioteki na osnovi modeli RAIL. [Methods for increasing the performance of a progressive web application library based on the RAIL model]. *Informatsiini tekhnologii ta suspilstvo*. 1(7), 13-20. DOI: 10.32689/maup.it.2023.1.2 [in Ukrainian].
2. Mikhalevskiy V.Ts., Mikhalevska H.I. (2020). Rozvytok informatsiinoho seredovyshcha dlia formuvannia intelektualnoi nadbudovy informatsiinoho suspilstva. [Development of the information environment for the formation of the intellectual superstructure of the information society]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnogo universytetu*, 1, 163-170. [in Ukrainian].
3. Tkachuk V. (2022). PWA, yak perspektyvnyi napriamok obiednannia mobilnykh tekhnologii. [PWA as a promising direction for combining mobile technologies]. *Kompiuterno-intehrovani tekhnologii: osvita, nauka, vyrobnytstvo*, 46, 83-87. DOI: 10.36910/6775-2524-0560-2022-46-12 [in Ukrainian].
4. Tiurkedzhi N.S. (2023). Asystyvni tekhnologii v dokumentno-informatsiinykh strukturakh: servisnyi pidkhid. [Assistive technologies in document and information structures: a service approach]. PhD thesis in Information, Library, and Archival Science. Ministry of Culture and Information Policy of Ukraine, Kharkiv State Academy of Culture. 224 p. [in Ukrainian].
5. Cruz, C., Flor, E., & Vidal Caicedo, M. (2023). User-centered web accessibility: recommendations for ensuring access to government information for older adults. *Ingenieria Solidaria*, 19, 1–22. <https://doi.org/10.16925/2357-6014.2023.03.02>
6. Estrada-Martínez, F., Hilera, J., Otón, S., & Aguado-Delgado, J. (2022). Semantic web technologies applied to software accessibility evaluation: A systematic literature review. *Universal Access in the Information Society*, 21, 1–25. <https://doi.org/10.1007/s10209-020-00759-y>
7. Hambley, A., Yesilada, Y., Vigo, M., & Harper, S. (2023). Web structure derived clustering for optimised web accessibility evaluation. *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1345-1354. <https://doi.org/10.1145/3543507.3583508>
8. Hortizuela, R. (2022). Towards web equality: efforts on web accessibility for persons with cognitive disability. *International Journal of Research In Science & Engineering*, 1–16. <https://doi.org/10.55529/ijrise.23.1.16>
9. Husnita, L., Rahayuni, A., Fusfitasari, Y., Siswanto, E., & Rintaningrum, R. (2023). The role of mobile technology in improving accessibility and quality of learning. *al-fikrah: Jurnal Manajemen Pendidikan*, 11(2), 259. <https://doi.org/10.31958/jaf.v11i2.10548>
10. Jordanoski, Z., & Meyerhoff Nielsen, M. (2023). The challenge of web accessibility: An evaluation of selected government websites and service portals of high, middle and low-income countries. *Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction*, 101-110. <https://doi.org/10.1145/3614321.3614343>