

Розділ 8

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ. УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ ТА ПРОГРАМАМИ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ

УДК 004.52:631.558.4

ОСНОВНІ КОМПОНЕНТИ ВЕБДОСТУПНОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Алла Желєзняк, к. е. н., Вадим Пташник, к. т. н., Валентин Смолінський, к. е. н.

Львівський національний університет природокористування,

вул. Володимира Великого, 1, м. Дубляни, Львівський р-н, Львівська обл., Україна,

e-mail: azheleznyak@ukr.net, ptashnykproject@gmail.com, vsmolinski@ukr.net

<https://doi.org/10.31734/agroengineering2022.26.171>

Желєзняк А., Пташник В., Смолінський В. Основні компоненти вебдоступності програмного забезпечення для сільського господарства

Інформаційні технології та програмне забезпечення покращують умови життя людей у сільській місцевості, фермерів та власників домогосподарств, у тому числі з обмеженими можливостями. У сільському господарстві все активніше використовують різноманітне програмне забезпечення, зростає кількість тематичних мобільних та вебдодатків. Частина користувачів має обмежені можливості і потребує спеціальних функцій програмного забезпечення для повноцінної роботи. Тематичні інтернет-ресурси допомагають людям з обмеженими можливостями отримати доступ товарів і послуг, здійснювати пошук інформації та проводити необхідні операції. Вебдодатки допомагають вирішити користувачам чимало завдань як особистого характеру (здійснення фінансових платежів, надання освітніх та медичних послуг), так і професійного спрямування (використання електронного підпису, подання звітності, проведення онлайн-нарад, опитувань). Онлайн-ресурси та спеціалізоване програмне забезпечення для сільського господарства також доцільно розробляти й тестувати з урахуванням вебдоступності, адже цими ресурсами можуть користуватися як люди з обмеженими можливостями, так і працівники, які тимчасово потрапляють у ситуацію, яка обмежує їхні можливості. Для прикладу, агроном, який працює з планшетом на полі в умовах яскравого освітлення вдень. У статті підкреслюється важливість впровадження процесу розробки вимог на основі вебдоступності. Розглядаються основні компоненти вебдоступності програмного забезпечення для сільського господарства. Представлено класифікацію користувачів вебдодатків з урахуванням типів обмежень. Визначено типи пристроїв та програмного забезпечення, які можуть використовуватися користувачами з обмеженими можливостями. Описано допоміжні технології, які можуть використовуватися для забезпечення вебдоступності програмного забезпечення для сільського господарства. Описано етапи реалізації політики вебдоступності у сфері розробки програмного забезпечення. Запропоновано шляхи вирішення проблем доступності програмного забезпечення для сільського господарства.

Ключові слова: вебдоступність, програмне забезпечення, вимоги, сільське господарство, розробка.

Zhelezniak A., Ptashnyk V., Smolinskiy V. Main components of agricultural software web accessibility

Information technologies and software improve the living conditions of people in rural areas, farmers and household owners, including those with disabilities. Various software is increasingly being used in agriculture, the number of thematic mobile and web applications is growing. Some users have limited capabilities and need special software functions for full-fledged work. Thematic Internet resources help people with disabilities to get access to goods and services, search for information, and carry out necessary operations. Web applications help users to solve many private tasks (making financial payments, providing educational and medical services), as well as professional ones (using an electronic signature, submitting reports, holding online meetings, and surveys). Online resources and specialized software for agriculture should also be designed and tested with consideration of web accessibility, as these resources can be used by both people with disabilities and workers who temporarily stay in a situation limiting their capabilities, e.g. an agronomist works with a tablet in a field in bright daytime conditions. The article highlights importance of conducting the development process in compliance with the requirements to web accessibility. The main components of web accessibility of agricultural software are reviewed in the work. A classification of the web application users with consideration of the type of disabilities is presented. The work defines types of devices and software that can be used by disabled people. The assistant technologies that can be used to ensure web accessibility of agricultural software are described. The stages of implementation of the web accessibility policy in the field of software development are outlined. The authors propose ways to solve the problem of software availability for agriculture.

Key words: web accessibility, software, requirements, agriculture, development.

Постановка проблеми. За даними ВООЗ, близько 15 % населення земної кулі має інвалідність, з яких лише 5 % – вроджена [7]. Набута інвалідність виникає внаслідок захворювань, нещасних випадків, виробничих травм, воєнних дій тощо і суттєво впливає на якість життя людини, її здатність працювати, вирішувати особисті проблеми, подорожувати, займатися побутом, вести сільське господарство. Кожний користувач програмного забезпечення та вебдодатків, окрім того, періодично потрапляє в ситуацію, де його можливості обмежені. Наприклад, людина, яка тримає однією рукою каву, мама з дитиною на руках, яка замовляє іншою рукою в мобільному додатку таксі, водій сільськогосподарської техніки, яка голосно працює і створює шум.

Політика розробки програмного забезпечення з урахуванням вимог доступності дозволяє реалізувати для людей з обмеженими можливостями право на реалізацію індивідуальних планів і щоденних завдань, особистісного та професійного розвитку. У сільській місцевості люди з обмеженими можливостями мають додаткові труднощі, пов'язані з відсутністю належної інфраструктури, роботи, сервісних установ. Наявність доступу до тематичних вебресурсів, присвячених веденню сільського господарства, спеціалізованого програмного забезпечення для аграрних підприємств, мобільних додатків для сільського населення сприятиме підвищенню якості життя населення та практичній реалізації політики розумного пристосування людей з обмеженими можливостями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз останніх досліджень і публікацій [4] дав змогу встановити, що доступність є фундаментальним викликом для розробки програмного забезпечення.

Багато наукових праць присвячено розробці вимог до програмного забезпечення з урахуванням специфіки різних предметних галузей [5; 6; 8]. Окремі дослідження глибше розкривають питання тестування програмного забезпечення на вебдоступність [9; 10]. Водночас у наукових дослідженнях не розкрито питання реалізації вимоги вебдоступності в програмному забезпеченні для сільського господарства.

Постановка завдання. Представити результати аналізу вебдоступності програмного забезпечення для сільського господарства. Обґрунтувати напрями застосування та рекомендовані компоненти вебдоступності програмного забезпечення для сільського господарства.

Виклад основного матеріалу. Під час розробки програмного забезпечення перед командами розробників стоїть дилема, чи враховувати вимоги доступності в розробці та тестуванні програмного забезпечення. Однією з причин недостатньої уваги розробників до питання доступності програмного забезпечення може бути відсутність належного досвіду розробки таких проєктів, що обґрунтовано в дослідженні [4], або ж відсутність запиту на розробку програмного забезпечення з урахуванням потреб і запитів цієї категорії користувачів. У рамках нашого дослідження було проаналізовано вебдоступність програмного забезпечення, яке може використовуватися власниками сільськогосподарських угідь, особистих селянських господарств, фермерських господарств тощо.

Згідно з офіційним визначенням, запропонованим W3C Web Accessibility Initiative (WAI), під вебдоступністю розуміють вебсайти, інструменти та технології, розроблені таким чином, щоб ними могли користуватися люди з обмеженими можливостями [11].

У табл. 1 наведено типи обмежень, які можуть бути або виникати в потенційних користувачів програмного забезпечення, зокрема вебдодатків, з урахуванням рекомендацій та класифікацій W3C Web Accessibility Initiative.

Розробка програмного забезпечення для сільського господарства з урахуванням вимог доступності часто передбачає застосування смарт-технологій, вбудованих систем чи окремих модулів, використання яких необхідно врахувати під час розроблення програмного забезпечення. У деяких випадках людям з обмеженими можливостями (виходячи з їхніх обмежень та потреб) необхідно відповідне програмне забезпечення у вигляді допоміжних технологій, які в поєднанні з апаратними інструментами дозволяють їм використовувати ПК. Ці програмні рішення також можуть вносити зміни до самих вебсторінок, щоб полегшити їх використання.

Під допоміжними технологіями (assistive technology) розуміють загальний термін для програмного забезпечення, апаратного забезпечення та інших типів інструментів, розроблених для людей з обмеженими можливостями [12]. Допоміжні технології допомагають користувачу з обмеженими можливостями виконувати повсякденні завдання. На етапах проєктування й розробки вимог та архітектури програмного забезпечення для людей з обмеженими можливостями необхідно враховувати їх технічні характеристики. У сільській місцевості та сільському господарстві допоміжні технології можуть бути інтегровані в загальну си-

стему обміну даними з пристроями, датчиками, програмним забезпеченням для ведення сільського господарства в разі застосування смарт-технологій та впровадження засад «розумного фермерства».

Таблиця 1. Класифікація користувачів вебдодатків із врахуванням типів обмежень
Table 1. Classification of web application users with consideration of the types of disabilities

Користувачі з вродженою або набутою інвалідністю	Користувачі без вродженої або набутої інвалідності
1. Пошкодження слуху. 2. Порушення зору. 3. Ураження опорно-рухового апарату. 4. Когнітивні розлади. 5. Неврологічні розлади. 6. Візуальні обмеження.	1. Користувачі, які використовують мобільні телефони, смарт-годинники, смарт-телевізори та інші пристрої з маленькими екранами, повними режимами введення. 2. Користувачі похилого віку, здатності яких змінюються внаслідок старіння. 3. Користувачі з «тимчасовими обмеженнями», такими як перелом руки або втрата окулярів. 4. Користувачі зі «ситуаційними обмеженнями», наприклад, під яскравим сонячним світлом або в середовищі, де вони не можуть слухати аудіо. 5. Користувачі, які використовують проблеми з підключенням до Інтернету (зокрема мобільний Інтернет, погане покриття) або мають обмежену пропускну здатність.

Допоміжні технології включають: продукти, обладнання та системи, які залучають людей з обмеженими можливостями і допомагають їм навчатися, працювати та адаптуватися до повсякденного життя (рис. 1).

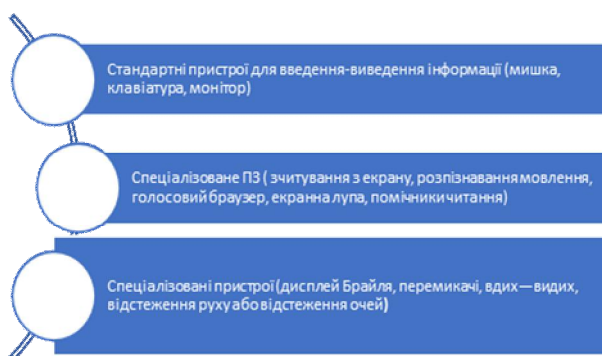


Рис. 1. Типи пристроїв і програмного забезпечення користувачів вебдодатків з обмеженими можливостями
Fig. 1. Type of the devices and software for web application users with disabilities

Допоміжні технології, такі як засоби перевірки орфографії, системи розпізнавання мовлення та спеціалізоване навчальне програмне забезпечення, активно пропагуються в суспільстві. Тому під час розроблення спеціалізованого програмного забезпечення та тематичних вебдодатків команди розробників мають враховувати ці вимоги з боку зацікавлених осіб.

Розширення сфери застосування допоміжних технологій та зростання уваги до поліпшення якості життя людей з обмеженими можливостями призвели до розширення сфери їх застосування.

Традиційно допоміжні технології застосовуються на стороні користувача програмного забезпечення, однак у веброботці є невеликий спектр рішень, які дозволяють застосувати допоміжні технології на стороні розробника і надавати користувачам допоміжні інструменти вебдоступності із самого вебсайту. Прикладом таких рішень може бути програмне забезпечення розпізнавання голосу, послуги субтитрів.

На нашу думку, розробникам необхідно врахувати й досвід користувача у використанні допоміжних програм та спеціальних пристроїв. Такі можливості залучення додаткового програмного забезпечення або обміну даними із зовнішніми пристроями дадуть змогу розробити якісне програмне забезпечення для різних категорій користувачів.

Проаналізувавши нормативну базу, проблеми людей з обмеженими можливостями та шляхи їх вирішення, було виділено низку позитивних практик, які можуть бути застосовані у веброботці. У табл. 2 представлено основні проблеми людей з обмеженими можливостями та шляхи їх вирішення за допомогою інструментів і допоміжних технологій у веброботці. Вимоги та рекомендації щодо доступності вебвмісту визначені на основі стандарту цифрової доступності WCAG 2.1 A, AA [3; 11].

Важливим етапом реалізації політики у сфері вебдоступності програмного забезпечення є тестування, моніторинг та аудит вебдодатків, вебсайтів та окремих вебсторінок на предмет їх доступності.

Таблиця 2. Шляхи вирішення проблем доступності програмного забезпечення для сільського господарства**Table 2.** Ways to solve the problem of agricultural software accessibility

Стандарти відповідності	Можливі рішення в програмному забезпеченні
<p>1. Інформація та компоненти інтерфейсу користувача мають бути представлені користувачам у спосіб, який вони можуть сприйняти.</p> <p>2. Компоненти інтерфейсу користувача та навігація мають бути працездатними.</p> <p>2. Інформація та робота інтерфейсу користувача мають бути зрозумілими.</p> <p>3. Вміст має бути достатньо надійним, щоб його можна було надійно інтерпретувати різноманітними агентами користувача, включаючи допоміжні технології.</p>	<p>1. Використання текстових альтернатив та підказок.</p> <p>2. Використання вербального змісту.</p> <p>3. Характеристика кольорів.</p> <p>4. Забезпечення перегляду зображень, відео та аудіовмісту із субтитрами.</p> <p>5. Збільшені шрифти.</p> <p>6. Увімкнення гіперпосилань та клавіші Tab.</p> <p>7. Масштабування вмісту.</p> <p>8. Операції з клавіатури.</p> <p>9. Більше часу для перегляду та читання.</p> <p>10. Допомога з навігацією на сайті.</p> <p>11. Передбачуваність вмісту та навігації.</p> <p>12. Максимальна сумісність з поточними та майбутніми інструментами користувача.</p>

Узагальнивши відомі практики моніторингу та аудиту на вебдоступність, виділимо основні їх етапи:

1. Автоматичне тестування, що передбачає застосування тематичних вебресурсів та спеціалізованих програм для перевірки на відповідність вебдоступності.

2. Ручне тестування, що передбачає перевірку коду та варіантів використання вебсторінок. На цьому етапі можуть залучатися як розробники та тестувальники, так і люди з обмеженими можливостями.

3. Тестування допоміжних технологій – використання інструментів, які люди з обмеженими можливостями застосовують для сценаріїв використання на унікальних сторінках.

У разі розробки вебдодатків із врахуванням вимог доступності, розробники та дизайнери можуть застосувати ряд вебресурсів, які дозволять їм протестувати власний ресурс на відповідність доступності і за потреби включити необхідні компоненти та елементи на сторінку:

1. WAVE від WebAIM надає візуальне представлення областей вебсайту, які вважаються недоступними.

2. DYNO Mapper від Indigo Design Company LLC генерує та використовує карти сайту для відображення доступності.

3. WCAG Compliance Auditor від Funnelback використовує стандарти доступності, надає рекомендації щодо покращання частин сайту, які «недоступні», та пропонує еталон доступності в часовому вимірі.

4. SortSite від PowerMapper аналізує сайт на дотримання вказівок і стандартів доступності, зо-

крема щодо наявності непрацюючих посилань, сумісності, зручності використання тощо.

Іншими інструментами тестування доступності, які можуть бути використані у веброзробці, є Google Lighthouse (проект з відкритим вихідним кодом для аудиту швидкості, SEO, PWA та вебдоступності) і спеціальні можливості Firefox.

Якість етапу тестування залежатиме від досвіду IT-команд із розробки доступних вебдодатків. Залучення до команди розробників з розумінням тематики доступності або членів команд з обмеженими можливостями позитивно вплине на розробку і реалізацію проекту.

Існує чимало способів аналізу вебдодатка чи сайту на доступність [1]. Такий моніторинг у деяких країнах світу проводять відповідні організації. У 2020–2021 рр. у рамках проекту WebAIM Центру людей з обмеженими можливостями проводився постійний моніторинг доступності близько мільйона найбільш популярних сайтів. За результатами звіту [3] у 2021 р. встановлено, що 98,1 % встановлених вебсторінок мали виявлені збої та проблеми в реалізації вимоги доступності.

В Україні, на відміну від інших країн, приділяється незначна увага питанню доступності програмного забезпечення, у т. ч. вебресурсів. Перші кроки на шляху покращання доступності вебресурсів державних органів влади та установ були зроблені у 2013 р. Незважаючи на значні проблеми, пов'язані з розвитком сервісів та можливостей для людей з обмеженнями, у цьому році були внесені зміни до Порядку оприлюднення в мережі Інтернет інформації про діяльність органів виконавчої влади (Постанова Кабінету Міністрів України від 26 вересня 2013 р. № 730) [2]. Відповідно

до внесених змін інформація на офіційному сайті органу виконавчої влади повинна бути доступною для користувачів з вадами зору та слуху. Політика доступності вебресурсів підтримується і Міністерством та Комітетом цифрової трансформації України, що підтверджено і виглядом їх головної сторінки <https://thedigital.gov.ua/> та інших міністерств (рис. 2, 3).

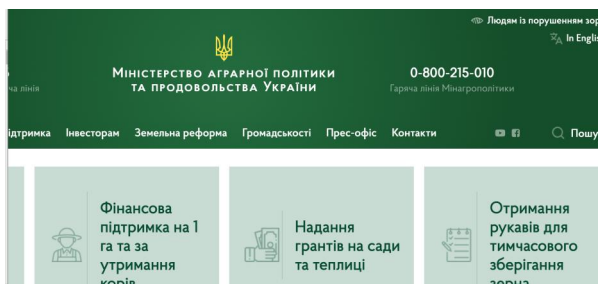


Рис. 2. Скріншот стандартної версії сайту Міністерства аграрної політики та продовольства України
Fig. 2. Screenshot of the standard version of the website of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine

Водночас глибший аналіз і тестування сайту Міністерства аграрної політики та продовольства України на вебдоступність з використанням <https://wave.webaim.org/> виявив такі недоліки цього ресурсу на предмет відповідності стандартам доступності: наявні посилання без тексту, низький контраст окремих елементів головної сторінки і фону, наявність дуже дрібного тексту тощо.

У процесі дослідження було здійснено порівняльний аналіз вебдоступності тематичних вебресурсів, пов'язаних із сільським господарством (табл. 3).

Таблиця 3. Порівняльний аналіз доступності вебресурсів для сільського господарства
Table 3. Comparative analysis of accessibility of the online resources for agriculture

Адреса вебсайту	Результати тестування
https://minagro.gov.ua/	Є можливість налаштувати сайт для людей з порушенням зору. Кількість помилок – 91, помилки контрасту – 11, кількість непідписаних посилань – 85.
https://shuvar.com/	Відсутність налаштувань доступності на головній сторінці сайту. Кількість помилок – 15, помилки контрасту – 0, кількість непідписаних посилань – 11. Відсутні мітки форм.
https://kurkul.com/	Відсутність налаштувань доступності на головній сторінці сайту. Кількість помилок – 20, помилки контрасту – 52, кількість непідписаних посилань – 5.
https://www.nestle.ua/	Відсутність налаштувань доступності на головній сторінці сайту. Кількість помилок – 4, помилки контрасту – 4, кількість непідписаних посилань – 131, кількість картинок без альтернативного тексту – 48.

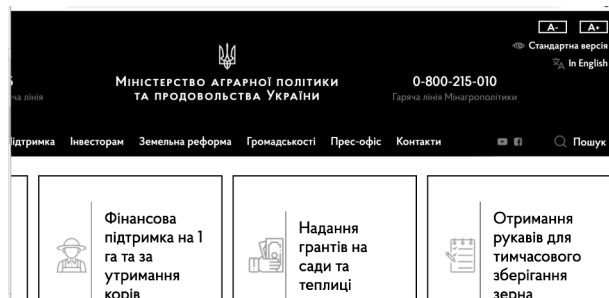


Рис. 3. Скріншот перевірки сайту <https://minagro.gov.ua/> на вебдоступність
Fig. 3. Screenshot of checking the website <https://minagro.gov.ua/> for web accessibility

Проведений аналіз вебдоступності вебдодатків та вебресурсів на прикладі програмного забезпечення для сільського господарства показав, що, за винятком сторінок органів державної влади, в Україні мало уваги приділяють питанню вебдоступності. Окремі елементи доступності присутні на головних сторінках тематичних сайтів, однак цей підхід не характеризується системністю та комплексністю. Незважаючи на те, що українські ІТ-компанії часто мають досвід розробки вебдодатків з урахуванням вимог доступності, що зумовлено їх орієнтацією на замовників з інших країн, не всі з них застосовують інструменти доступності на власних інтернет-ресурсах.

Проаналізувавши головні сторінки ІТ-компаній SoftServe, Eram, Sigma, GlobalLogic, Genesis, Grammarly, Lviv IT Cluster, можливості щодо налаштування доступності для людей з поганим зором були зафіксовані лише на сторінці компанії SoftServe.

Висновки

1. У процесі дослідження проаналізовано основні підходи та практики реалізації і тестування вебдодатків щодо вимог доступності для людей з обмеженими можливостями.

Встановлено, що основними компонентами програмного забезпечення, яке відповідає вимогам доступності, є спеціалізоване програмне забезпечення, застосування допоміжних технологій та обладнання. Користувачі з обмеженими можливостями потребують додаткових налаштувань і технологій, що дозволить їм полегшити використання Інтернету, вебдодатків (таких як зчитувачі екрана і тексту тощо).

2. Проведення тестування вебресурсів та іншого програмного забезпечення на предмет доступності повинно ґрунтуватися на інструкціях і рекомендаціях установ та організацій, які займаються питанням доступності. Аудит сайтів, залучення експертів або людей з інвалідністю до ручного тестування, використання спеціалізованого програмного забезпечення для автоматичного тестування можуть значно покращити ситуацію з доступністю онлайн-ресурсів.

3. Проведений аналіз тематичних сайтів для сільського населення та сільського господарства в Україні показав, що більшість із цих ресурсів не використовує спеціальних налаштувань для користувачів із порушенням зору. Водночас органами державної влади ця політика реалізовується, про що свідчать результати проведеного тестування. Це може стати гарним прикладом популяризації та привертання уваги до проблеми доступності програмного забезпечення, особливо в умовах нових викликів, коли кількість користувачів з набутою інвалідністю зростає.

Бібліографічний список

1. Клим Ю. В., Тарасенко Ю. С. Тестування веб-ресурсів на інклюзивність: аудит для реінжинірингу. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2022. № 3. С. 60-66.

2. Про Порядок оприлюднення у мережі Інтернет інформації про діяльність органів виконавчої влади: Постанова Кабінету Міністрів України від 04.01.2002 р. № 3. URL: http://comin.kmu.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=110618&cat_id=112508 (дата звернення: 21.08.2022).

3. 2022 ADA Web Accessibility Standards & Requirements dated December 2021. URL: <https://www.accessibility.works/blog/2022-ada-wcag-website-accessibility-standards-requirements/> (Last accessed: 19.08.2022).

4. Accessibility in Software Practice: A Practitioner's Perspective / T. Bi et al. *ACM Trans. Softw. Eng. Methodol.* 2022. 31, 4, Article 66 (October 2022). P. 1–26.

5. Applying Customer Development for Software Requirements in a Startup Development Program / R. Chanin, L. Pompermaier, K. Fraga, A. Sales, R. Prik-ladnicki. *2017 IEEE/ACM 1st International Workshop on Software Engineering for Startups (SoftStart)*, 2017. P. 2-5.

6. Diev S. Requirements development as a modeling activity. *SIGSOFT Softw. Eng. Notes*. 2007. 32, 2. P. 1-3.

7. Limited opportunities and health: Information letter No. 352 of the WHO, 2011. URL: <https://www.coe.int/uk/web/compass/disability-and-disablism#3> (Last accessed: 03.08.2022).

8. Pandey D., Suman U., Ramani A. K. An Effective Requirement Engineering Process Model for Software Development and Requirements Management. *Proceedings of the 2010 International Conference on Advances in Recent Technologies in Communication and Computing (ARTCOM '10)*. IEEE Computer Society, USA, 2010. P. 287-291.

9. Sánchez-Gordón M., Moreno L. Toward an Integration of Web Accessibility into Testing Processes. *Procedia Computer Science*. 2014. Vol. 27. P. 281-291.

10. Stanyshkevskyy V. Web accessibility. What every Front-end developer and designer should know dated December 2019. URL: <https://dou.ua/lenta/articles/web-accessibility/> (Last accessed: 21.08.2022).

11. Web Accessibility Laws & Policies dated September 2022. URL: <https://www.w3.org/WAI/policies/> (Last accessed: 01.08.2022).

12. What is AT? Report of Assistive Technology Industry Association (ATIA). URL: <https://www.atia.org/home/at-resources/what-is-at/> (Last accessed: 14.08.2022).

Стаття надійшла 25.08.2022