

Л.М. Нуралієва¹, О.С. Назаров², Н.В. Назарова³¹ ХНУРЕ, м. Харків, Україна, liliia.nuraliieva@nure.ua² ХНУРЕ, м. Харків, Україна, oleksii.nazarov1@nure.ua, ORCID iD: 0000-0001-8682-5000³ ХНУРЕ, м. Харків, Україна, nataliia.nazarova@nure.ua, ORCID iD: 0009-0007-7816-7088

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПРОГРАМНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗАВАНТАЖЕННЯ САЙТІВ НА ФОРМУВАННЯ ДОСВІДУ КОРИСТУВАЧІВ

Стаття присвячена аналізу методів програмної оптимізації завантаження вебсайтів з метою покращення досвіду користувачів. У рамках дослідження було проаналізовано сучасні технології, спрямовані на зменшення часу завантаження сторінки, серед яких – відкладене завантаження ресурсів (lazy loading), кешування, оптимізація запитів до бази даних, а також мініфікація та стиснення статичних файлів. Увага приділялася не лише технічним аспектам підвищення продуктивності, а й принципам інклюзивності вебсайтів та формуванню доступності вебконтенту для людей з особливими потребами. Оцінювання ефективності впроваджених рішень здійснювалося за допомогою показників системи Web Vitals та інструменту Lighthouse, що дозволило комплексно оцінити як технічну продуктивність, так і користувацький досвід. Результати дослідження демонструють, що оптимізація швидкого завантаження без врахування критеріїв інклюзивного вебдизайну може призвести до втрати частини аудиторії, тоді як інтеграція практик доступності сприяє покращенню взаємодії всіх користувачів із сайтом, підвищенню SEO-показників та загальній ефективності цифрового продукту.

WEB VITALS, WEB ACCESSIBILITY, ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАВАНТАЖЕННЯ, КЕШУВАННЯ, LAZY LOADING, LIGHTHOUSE, UX, ВЕБРОЗРОБКА, ІНКЛЮЗИВНІСТЬ ВЕБСАЙТІВ

Liliia Nuraliieva, Oleksii Nazarov, Nataliia Nazarova. Research on software optimization methods for website loading and their impact on user experience. The article is devoted to the analysis of software optimization methods for website loading with the aim of improving user experience. The study examined modern technologies aimed at reducing page load time, including lazy loading of resources, caching, database query optimization, as well as minification and compression of static files. Attention was given not only to the technical aspects of performance improvement but also to the principles of website accessibility for people with special needs. The effectiveness of the implemented solutions was evaluated using Web Vitals metrics and the Lighthouse tool, which allowed for a comprehensive assessment of both technical performance and user experience. The results of the research demonstrate that optimizing performance without considering inclusive web design criteria can lead to the loss of part of the audience, whereas integrating accessibility practices contributes to enhancing the interaction of all users with the website, improving SEO indicators, and increasing the overall effectiveness of the digital product.

WEB VITALS, WEB ACCESSIBILITY, LOAD OPTIMIZATION, CACHING, LAZY LOADING, LIGHTHOUSE, UX, WEB DEVELOPMENT, WEBSITE INCLUSIVITY.

Вступ

На сьогоднішній день швидкість завантаження виступає одним з найголовніших показників, який визначає ступінь задоволення користування вебсайтом та детермінує популярність веб-ресурсу. Зі зростанням кількості онлайн-сервісів та загально-го обсягу вебконтенту, користувачі стають усе менш лояльними до затримок і очікують майже миттєвого реагування з боку системи. Рекомендація утримувати затримки на рівні менше ніж 2 секунди була широко цитована і залишалася «золотим стандартом» вебдизайну аж до 1990-х років [1]. З того часу технології значно еволюціонували, однак загальна ідея збереглася – сайт повинен реагувати швидко, стабільно та без збоїв. Питання оптимізації продуктивності веб-ресурсів постає особливо гостро з огляду на сучасні вимоги до UX, SEO та зручності використання мобільних пристроїв.

У відповідь на ці виклики компанія Google представила концепцію Web Vitals – набір ключових метрик, що дозволяють розробникам вимірювати ефективність взаємодії користувачів із вебресурсами.

Web Vitals фокусуються на трьох основних аспектах: швидкості завантаження головного контенту, часу до першої взаємодії та візуальної стабільності сторінки. Ці показники дають змогу визначити, наскільки швидко та плавно користувач отримує доступ до інформації, і наскільки комфортно є навігація в момент завантаження сторінки. Таким чином, Web Vitals стали універсальним інструментом оцінки реального користувацького досвіду.

Метрики Web Vitals широко інтегровані в сучасні інструменти розробки та аналізу, зокрема Lighthouse, PageSpeed Insights і Chrome DevTools. Вони дозволяють не лише виявити непомітні на перший погляд проблеми, що стосуються завантаження сторінки, а й отримати персоналізовані рекомендації щодо покращення її продуктивності. Завдяки цим інструментам оптимізація стала більш прозорою, вимірюваною та орієнтованою саме на користувача.

Важливим є і те, що Web Vitals напряму впливають на пошукову оптимізацію: Google офіційно включив ці показники до факторів ранжування в результатах пошуку. Це означає, що технічна продуктивність

сайту стала не лише питанням зручності для користувача, а й елементом цифрової конкурентоспроможності на рівні індексації та видимості ресурсу.

Метою даної роботи є аналіз програмних методів оптимізації завантаження вебсайтів з урахуванням метрик Web Vitals як ключових показників ефективності. У центрі уваги — визначення найрезультативніших підходів до підвищення швидкості завантаження, зниження затримок, оптимізації обробки контенту та забезпечення стабільного інтерфейсу користувача. Особлива увага також приділяється врахуванню принципів інклюзивного дизайну, що дозволяє створювати вебсайти, які не лише швидко завантажуються, а й є доступними для користувачів з різними фізичними можливостями.

1. Опис предметної області

Об'єктом даного дослідження є методи програмної оптимізації завантаження вебсайтів, зокрема сучасні технології, що сприяють зменшенню часу завантаження сторінок, такі як відкладене завантаження ресурсів (lazy loading), кешування, оптимізація запитів до бази даних, а також мініфікація та стиснення статичних файлів.

Предметом дослідження є вплив цих методів на формування досвіду користувачів під час взаємодії з вебсайтами, зокрема з огляду на технічну продуктивність та інклюзивність вебресурсів. Це включає формування доступності вебконтенту для людей з особливими потребами, а також забезпечення стабільної та швидкої взаємодії з користувачем.

Основним завданням роботи є дослідження та оцінка програмних рішень, спрямованих на покращення швидкості завантаження вебсторінок і підвищення якості користувацького досвіду з урахуванням не тільки продуктивності, а й інклюзивного вебдизайну. Оцінка ефективності впроваджених рішень проводилась за допомогою показників Web Vitals і інструменту Lighthouse, що дозволило комплексно оцінити як технічну продуктивність, так і загальний вплив на користувацький досвід.

2. Аналіз задач та методів програмної оптимізації

Проаналізуємо основні методи оптимізації вебресурсів та розглянемо їхній вплив на користувацький досвід. Метою такого аналізу є визначення найбільш ефективних підходів до забезпечення стабільності інтерфейсу та зменшення навантаження на серверну частину додатку. На сучасному етапі розвитку вебтехнологій особливу увагу приділяють не лише технічним характеристикам роботи вебдодатків, а й досвіду, який користувач отримує під час взаємодії з веб-сайтом. У цьому контексті Google запропонував комплексну систему метрик під назвою Web Vitals, яка дозволяє об'єктивно вимірювати продуктивність сайту з погляду користувача [2].

Основними індикаторами цієї системи є Largest Contentful Paint (LCP), який відповідає за час відмальовування найбільшого елемента на сторінці. First Input Delay (FID) — метрика, яка показує, наскільки швидко сайт реагує на першу взаємодію користувача; а також Cumulative Layout Shift (CLS) — показник, що характеризує стабільність візуального макету сторінки. Усі ці показники є фактичними індикаторами зручності та ефективності вебресурсу [3, 4, 5].

Низькі показники Web Vitals свідчать про поганий користувацький досвід, навіть якщо сам сайт функціонує коректно. Наприклад, якщо контент «стрибає» при завантаженні або кнопки реагують із затримкою, це створює відчуття нестабільності й викликає роздратування в користувачів. Тому оптимізація саме під ці метрики стала пріоритетом для сучасної frontend-розробки, а їх інтеграція в систему оцінки SEO підтверджує важливість врахування показників UX при створенні будь-якого вебпродукту.

У цьому контексті важливу роль відіграють такі методи, як відкладене (lazy) завантаження ресурсів, асинхронна обробка JavaScript, попереднє кешування даних, а також мініфікація CSS, JS та зображень. Наприклад, lazy loading зображень дозволяє значно зменшити початкове навантаження на сторінку, завантажуючи лише ті елементи, які дійсно необхідні в межах поточного перегляду. Це не тільки зменшує обсяг переданих даних, але й покращує LCP-метрику, оскільки найважливіший контент завантажувється швидше.

Окрім клієнтської частини, значна увага приділяється серверним процесам. Сюди входить використання серверного кешування, зменшення затримок відповіді, оптимізація запитів до бази даних та балансування навантаження між серверами. Наприклад, застосування індексів у базах даних та кешування часто використовуваних результатів дозволяє скоротити час відповіді на запити, тим самим покращуючи загальну продуктивність системи.

Кешування на стороні клієнта також є вагомим чинником оптимізації. Збереження інформації у браузерних сховищах, таких як localStorage або sessionStorage, дозволяє уникати повторних запитів до сервера та пришвидшити повторне завантаження контенту. Це покращує відчуття миттєвої реакції інтерфейсу, особливо в односторінкових застосунках або при повторному використанні одних і тих самих даних у межах кількох сторінок.

Нарешті, важливим є інтеграційний підхід, коли усі методи оптимізації розглядаються в комплексі. Висока продуктивність досягається завдяки поєднанню ефективного керування ресурсами, коректного розподілу навантаження та постійного моніторингу основних метрик. Такий підхід дозволяє підтримувати високу якість роботи сайту навіть за умов активного росту аудиторії та зростаючих обсягів контенту.

Також треба пам'ятати і про забезпечення інклюзивного інтерфейсу, який відповідає за створенні рівних умов для взаємодії всіх категорій користувачів. Розробка веб-сайтів з урахуванням потреб людей з вадами сприяє розширенню цільової аудиторії та покращенню користувацького досвіду, що впливає на загальне задоволення використання ресурсу та неабияк підвищує його популярність.

3. Методи оптимізації завантаження сайту з урахуванням інклюзивності та доступності

Оптимізація швидкості завантаження вебсайтів є критично важливим аспектом сучасної веб-розробки, оскільки користувачі часто очікують майже миттєвого завантаження сторінок. Низька продуктивність сайту, що негативно впливає на користувацький досвід, призводить до неефективного ранжування у пошукових системах. Тому застосування ефективних методів оптимізації є ключовим для забезпечення високої продуктивності.

Проте не менш важливим є врахування інклюзивності вебсайтів, що забезпечує доступність для всіх користувачів, незалежно від їхніх фізичних можливостей. Вебсайти, що забезпечують швидке завантаження та враховують потреби користувачів з фізичними вадами, здатні суттєво підвищити якість взаємодії з аудиторією та охопити ширше коло відвідувачів. Інклюзивний дизайн передбачає правильне використання контрасту кольорів, текстових читачів, а також можливість навігації за допомогою клавіатури або альтернативних пристроїв вводу. Врахування цих аспектів у процесі оптимізації дозволяє забезпечити рівний доступ до інформації і функціоналу сайту для всіх користувачів, що, в свою чергу, підвищує загальну ефективність вебресурсу та сприяє покращенню репутації бренду.

1. Lazy Loading (відкладене завантаження)

Один з найефективніших методів оптимізації – це lazy loading. Цей метод полягає у завантаженні ресурсів (зображень, відео, скриптів) тільки тоді, коли вони стають видимими для користувача на екрані. Це дозволяє значно скоротити час завантаження сторінки, особливо коли на сторінці міститься велика кількість медіафайлів або важких елементів.

Застосування технології відкладеного завантаження (lazy loading) дає змогу зменшити кількість ресурсів, що підтягуються з серверу на етапі початкового рендерингу сторінки, що в свою чергу позитивно позначається на метриці Largest Contentful Paint (LCP) – часі, необхідному для відмальовування найбільшого візуального елемента на сторінці. Як правило, відкладене завантаження застосовується до зображень, відео та інших медіафайлів, що зменшує початкове навантаження і дозволяє ресурсу швидше відобразитися на екрані.

2. Асинхронне завантаження ресурсів (Async/Defer)

Ще одним ефективним методом оптимізації є асинхронне завантаження ресурсів, таких як JavaScript та CSS. За допомогою атрибутів async та defer можна змінити поведінку завантаження скриптів на вебсторінці, що дозволяє значно скоротити час відгуку сторінки.

Async – атрибут, який дозволяє завантажувати та виконувати скрипт без блокування рендерингу сторінки. Скрипти з атрибутом async завантажуються паралельно з іншими ресурсами та виконуються, як тільки вони будуть завантажені, не чекаючи на завершення завантаження інших елементів.

Defer – атрибут дозволяє відкласти виконання скрипта до моменту, поки весь HTML не буде завантажено і розпарсено. Це дозволяє зменшити час блокування рендерингу сторінки [6].

Це безпосередньо позначається на метриці First Input Delay (FID), яка відображає час між першою взаємодією користувача та моментом, коли браузер починає обробляти цю дію. Чим менше часу браузер витрачає на блокування скриптів, тим швидше відбувається перша взаємодія.

3. Мініфікація та компресія ресурсів

Мініфікація та компресія – ще одні важливі методи, що дозволяють значно зменшити час завантаження сторінки. Мініфікація передбачає видалення зайвих пробілів, коментарів та інші оптимізації коду, що дозволяє зменшити розмір файлів CSS, JavaScript та HTML.

Компресія файлів, зокрема, зображень та інших медіафайлів, є важливим кроком у зменшенні обсягу трафіку та прискоренні завантаження сайту. Використання алгоритмів стиснення дозволяє зменшити розмір файлів без втрати їх якості. У поєднанні з оптимізацією зображень можна досягти значного покращення часу завантаження.

4. Кешування на сервері та клієнті

Кешування – це одна з основних технік для підвищення швидкості завантаження сторінки. Воно дозволяє зберігати дані або ресурси, які не змінюються часто, в пам'яті або на диску, що дозволяє повторно використовувати їх при наступних запитах без необхідності завантажувати їх знову.

Кешування на сервері дозволяє зберігати частини даних, що використовуються на сторінці (наприклад, результати запитів до бази даних), в пам'яті серверу. Це забезпечує швидкий доступ до цих даних при повторних запитах користувачів, зменшуючи навантаження на сервер і час відповіді.

Кешування на клієнтській частині зберігає файли, такі як CSS, JS та зображення, у браузері користувача. Це дозволяє уникнути повторних запитів до сервера при навігації по сайту або при повторному візиті сторінки, що прискорює завантаження.

5. Оптимізація запитів до бази даних

Навантаження на сервер та базу даних часто стають проблемою при роботі з великими вебсайтами. Для покращення часу відповіді на запити необхідно правильно оптимізувати запити. Основні стратегії включають:

- Використання індексів для полів, які часто запитуються. Це дозволяє значно прискорити пошук даних у таблицях.

- Кешування результатів запитів на сервері або клієнті, що дозволяє уникнути повторних запитів до бази даних.

- Нормалізація та денормалізація даних, що дозволяє зменшити складність запитів та підвищити швидкість доступу до необхідних даних.

Ці методи допомагають скоротити час, необхідний для обробки запитів та покращують час завантаження сайту.

6. Використання сучасних форматів зображень

Існують нові формати зображень, які дозволяють досягти кращого балансу між якістю та розміром файлів. Формат WebP є однією з таких інновацій, який підтримує високу якість при значно меншому розмірі файлу порівняно з традиційними форматами (JPEG, PNG) [7]. Це дозволяє значно зменшити обсяг трафіку і прискорити завантаження сайту.

7. Забезпечення доступності для всіх користувачів

Інклюзивність в контексті вебдизайну означає створення сайтів, доступних для всіх користувачів, незалежно від їхніх можливостей чи обмежень. Це важлива складова сучасної веброзробки, оскільки вона включає в себе не лише покращення функціональності та дизайну для людей з особливими потребами, але й забезпечує рівний доступ до інформації для кожного користувача.

Інклюзивність передбачає адаптацію сайту до різних пристроїв і допоміжних технологій, зокрема програм для зчитування інформації з екрана, що використовуються людьми з порушеннями зору, альтернативні текстові описи для зображень, а також правильне використання кольорів та контрастів для користувачів з порушеннями кольоросприйняття. Інтеграція таких практик допомагає підвищити загальний досвід взаємодії з вебсайтом.

Починаючи з 1997 року, Ініціатива з вебінклюзивності (WAI) Консорціуму (W3C) відіграє ключову роль у підвищенні обізнаності щодо важливості доступності вебресурсів, а також у розробці ефективної моделі, що сприяє впровадженню доступних вебтехнологій в діяльність організацій [8].

4. Аналіз застосованих методів програмної оптимізації на вебсайтах

Розглянемо декілька популярних вебсайтів на предмет використання практик методів програмної оптимізації та врахування інклюзивності.

Rozetka.ua – один з найбільших онлайн-магазинів в Україні, на якому можна знайти безліч різноманітних товарів. Як можна побачити на рис. 1, Rozetka.ua демонструє відмінні результати за продуктивністю, з дуже швидким відображенням контенту, що забезпечує плавний і швидкий досвід для користувачів.

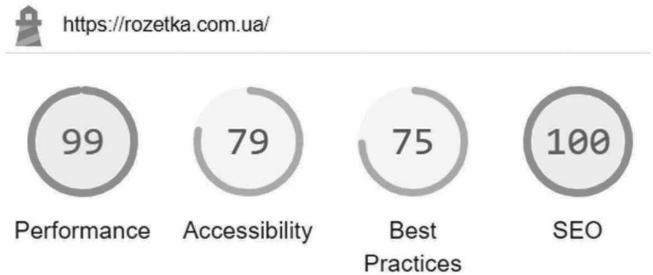


Рис. 1. Загальні метрики на сайті Rozetka.ua

За метриками на рис. 2 бачимо, що сайт Rozetka.ua демонструє відмінну продуктивність, зокрема завдяки дуже швидким показникам First Contentful Paint (0.3 с) та Largest Contentful Paint (0.5 с), що свідчить про те, що основний контент завантажується майже миттєво. Загальний час блокування (Total Blocking Time) складає всього 80 мс, що забезпечує плавну взаємодію з користувачем. Показник Cumulative Layout Shift (CLS) дорівнює 0, що гарантує стабільність макету сторінки під час завантаження та запобігає різкій зміні розташування елементів інтерфейсу. Speed Index, що становить 1.1 с, свідчить про дуже швидке завантаження сторінки, забезпечуючи безперервний і плавний досвід для користувачів.

METRICS

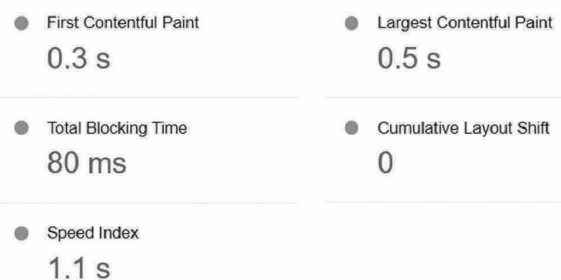


Рис. 2. Показники метрик на сайті Rozetka.ua

Тим не менш, що стосується вебдоступності та дотримання кращих практик, на сайті Rozetka.ua є певні нюанси, які потребують уваги (рис. 3). Наприклад, деякі кнопки не мають доступних імен, що ускладнює взаємодію для користувачів з обмеженими можливостями, зокрема тих, хто використовує екранні зчитувачі. Це є можливістю для покращення семантики елементів навігації. Крім того, наявність атрибуту `user-scalable="no"` в `<meta name="viewport">` та встановлення `maximum-scale` менш ніж на 5 можуть обмежувати можливість масштабування контенту,

що є важливим для користувачів з порушеннями зору. Порушення достатнього контрасту між фоном і текстом також потребує уваги, оскільки це може ускладнити читання для людей з ослабленим зором. Особливий фокус має бути спрямований на покращення доступності для людей з обмеженими можливостями через усунення цих проблем, таких як надання доступних імен для кнопок, належне використання ARIA-ролей для нестандартних елементів.

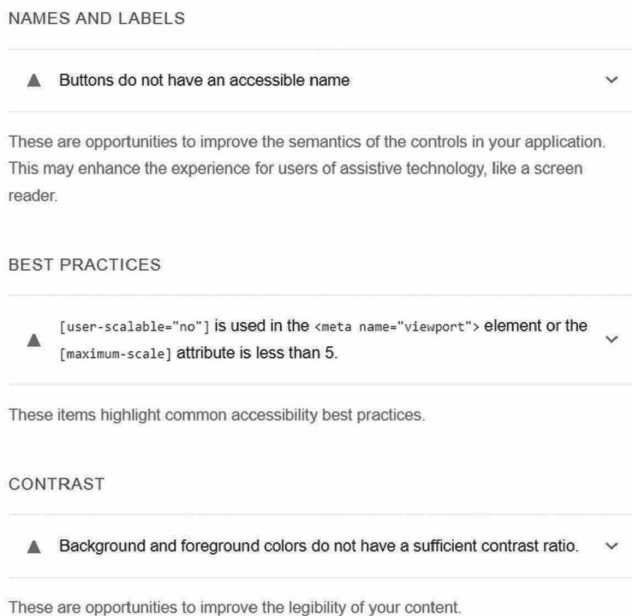


Рис. 3. Метрики вебдоступності на сайті Rozetka.ua

Інший популярний сайт, який часто використовується для того, щоб дізнатися погоду у різних регіонах є Sinoptik.ua. В даному випадку метрики показують значно кращі результати, зокрема в аспекті інклюзивності та загальної продуктивності (рис. 4).



Рис. 4. Загальні метрики на сайті Sinoptik.ua

Performance досягнув максимальної оцінки, що свідчить про надзвичайно швидке завантаження та оптимізацію контенту. SEO також отримало ідеальний результа, що означає, що сайт добре оптимізований для пошукових систем і має високі шанси на хорошу видимість в результатах пошуку.

З точки зору accessibility, сайт отримав оцінку 90/100, що вказує на те, що він надає користувачам з обмеженими можливостями високу доступність. Більшість основних аспектів доступності вже налаштовані належним чином, однак є проблеми з контрастом між фоном і текстом, що може ускладнити читання для людей з ослабленим зором. Покращення контрасту значно підвищить доступність сайту для цієї категорії користувачів (рис. 5).

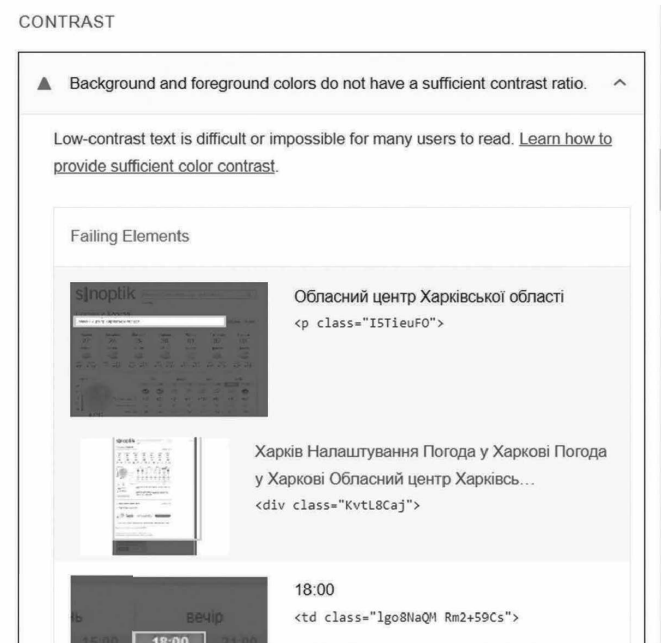


Рис. 5. Метрики вебдоступності на сайті Sinoptik.ua

Що стосується Best Practices, оцінка 83/100 свідчить про те, що сайт добре використовує сучасні підходи, хоча є місце для оптимізації. Загалом, сайт демонструє високий рівень виконання практик доступності та ефективної продуктивності і більше орієнтований на людей з вадами.

5. Роль інклюзивного вебдизайну в сучасному світі

Інклюзивний вебдизайн є критично важливою складовою сучасного цифрового середовища, оскільки він забезпечує доступність і зручність використання вебресурсів для всіх категорій користувачів. Люди з вадами можуть зіштовхуватися з різними незручностями при взаємодії з вебресурсами, оскільки при розробці показник вебдоступності не враховувався або ж йому приділялось мало уваги. Вебсайти, які підтримують інклюзивність, дозволяють залучати ширшу аудиторію, сприяючи підвищенню лояльності користувачів та покращенню загальної репутації

бренду. Окрім цього, застосування практик доступності позитивно впливає на SEO.

ARIA Authoring Practices Guide (APG) – специфікація для створення вебсайтів, які відповідають правилам інклюзивності. Вона описує, як застосовувати семантику доступності до поширених шаблонів дизайну та віджетів, надаючи дизайнерські шаблони та функціональні приклади [9]. Використання даної специфікації дозволяє забезпечити коректну взаємодію користувачів з обмеженими можливостями з інтерфейсами, а також полегшити навігацію за допомогою таких технологій як екранні зчитувачі.

6. Інструменти для оцінки вебдоступності

Існує низка інструментів для оцінки вебдоступності [10]. Це спеціалізовані програми або онлайн-сервіси, які допомагають розробникам та дизайнерам перевіряти відповідність вебсайтів стандартам інклюзивності. Вони дозволяють виявляти потенційні проблеми, які можуть ускладнити взаємодію з вебресурсами для людей з обмеженими можливостями, таких як слабкий зір, слухові порушення або обмеження в русі.

Основною метою цих інструментів є полегшення процесу тестування вебсайтів на відповідність вимогам WCAG (Web Content Accessibility Guidelines), ARIA (Accessible Rich Internet Applications) та іншим стандартам. Ці інструменти можуть автоматично перевіряти такі аспекти, як доступність контенту для екранних зчитувачів, правильне використання семантики HTML, контрастність кольорів, навігацію за допомогою клавіатури та інші важливі параметри. Окрім автоматичних перевірок, багато інструментів надають рекомендації щодо покращення доступності та пропонують розробникам практичні поради для досягнення більш інклюзивного дизайну.

Інструменти для оцінки вебдоступності не лише допомагають забезпечити відповідність стандартам, але й сприяють загальному покращенню користувацького досвіду, оскільки роблять вебресурси доступнішими для ширшої аудиторії.

Висновки

Підвищення продуктивності вебсайтів через оптимізацію швидкості завантаження є необхідною умовою для забезпечення комфортного користувацького досвіду в сучасному цифровому середовищі. Застосування таких методів, як кешування, відкладене завантаження ресурсів, оптимізація запитів до бази даних та мініфікація файлів, дозволяє значно знизити час завантаження та підвищити ефективність роботи сайтів.

Водночас, важливо пам'ятати про інклюзивність і доступність для всіх категорій користувачів. Цифрові ресурси, які враховують потреби осіб з вадами, мають потенціал до залучення більшої кількості аудиторії.

Для досягнення оптимальної доступності важливо використовувати інструменти для оцінки вебдоступності, такі як Lighthouse, який допомагає виявляти й виправляти проблеми з контрастністю, семантикою елементів та іншими критичними аспектами. Крім того, керівництва на кшталт ARIA Authoring Practices Guide надають необхідні знання та приклади для створення доступних інтерфейсів. Використання таких інструментів дозволяє покращити взаємодію користувачів з обмеженими можливостями з вебресурсами, що в результаті підвищує ефективність вебсайту.

Таким чином, інтеграція методів оптимізації продуктивності та інклюзивного дизайну є ключовим фактором для створення успішного вебресурсу, який забезпечує не лише швидкий доступ до інформації, а й рівні можливості для всіх користувачів.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють, що не мають конфлікту інтересів.

Список джерел

- [1] Nielsen, Jakob. "User Interface Directions for the Web." Communications
- [2] Web Vitals. URL: <https://web.dev/articles/vitals?hl=en>
- [3] Largest Contentful Paint. URL: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/LargestContentfulPaint>
- [4] First Input Delay. URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Glossary/First_input_delay
- [5] Cumulative Layout Shift. URL: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Glossary/CLS>
- [6] Асинхронне завантаження скриптів. URL: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTML/Reference/Elements/script>
- [7] WebP. URL: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Glossary/WebP>
- [8] Kelly, Brian & Sloan, David & Brown, Stephen & Seale, Jane & Smith, Stuart & Lauke, Patrick & Ball, Simon. (2009). Accessibility 2.0: Next Steps For Web Accessibility. Journal of Access Services. 6. pp. 265-294.
- [9] Accessibility information for web authors. URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/Accessibility/Guides/Information_for_Web_authors
- [10] Web Accessibility Evaluation Tools List. URL: <https://www.w3.org/WAI/test-evaluate/tools/list/>
- [11] Rozetka.ua. URL: <https://rozetka.com.ua>
- [12] Sinoptik.ua. URL: <https://sinoptik.ua/pohoda/kharkiv>

Надійшла до редакції 07.05.2025