

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ТА МОНІТОРИНГУ ПРОДУКТИВНОСТІ ВЕБРЕСУРСІВ

Тези представляють опис розробленої інформаційної системи, яка на основі CLI-застосунку здійснює моніторинг продуктивності вебресурсів, відслідковуючи широкий спектр ключових показників Performance, SEO і Best Practices аудиту та технічного аналізу, надаючи рекомендації з їх покращення.

Ключові слова: оцінка продуктивності, управління продуктивністю застосунків, SEO аудит, технічний аналіз.

В умовах високих темпів цифровізації безперервна робота вебзастосунків стала критично важливим фактором для успішного функціонування в усіх сферах суспільства. Сучасні цифрові платформи виступають провідними каналами комунікації і взаємодії, через які здійснюється отримання інформації, знайомство з брендами, здійснення покупок, просування товарів на ринку, спілкування зі співробітниками, партнерами та клієнтами тощо. Тому ключем для успіху вебресурсів, які розробляють ІТ-компанії, є їх висока продуктивність на різних платформах у будь-якій точці земної кулі.

На сьогоднішній день існує багато сервісів, які перевіряють продуктивність вебзастосунків. До найбільш поширених відносять SE Ranking, WebPageTest, PageSpeed Insights, GTmetrix, Pingdom Tools. Проте більшість існуючих інструментів не враховують широкий спектр критично важливих метрик, що робить їх недостатньо ефективними для комплексного аналізу та оптимізації продуктивності вебзастосунків. Проведений аналіз показав, що вебінструменти для аналізу продуктивності мають низку обмежень: обмежений доступ до метрик, відсутність глибоких рекомендацій, низьку гнучкість налаштувань, використання сторонніх API та обмежену кількість безкоштовних аудитів, що обмежує їх ефективне використання. Це обумовлює необхідність розробки проєкту, який усуває недоліки вже існуючих вебінструментів, об'єднуючи широкий спектр критично важливих метрик, пропонуючи конкретні рекомендації для їх покращення, підтримуючи запуск аналізу продуктивності вебсторінки з різних географічних локацій, а також можливість швидкого та зручного аналізу в універсальному безкоштовному форматі.

Розроблена інформаційна система аналізу та моніторингу продуктивності вебресурсів базується на основі розробленого консольного CLI-застосунку (англ. Command Line Interface, CLI), як складової частини АРМ-систем. АРМ-системи є спеціалізованими системами управління продуктивністю вебзастосунків (англ. Application Performance Management, АРМ). Їх впровадження забезпечує моніторинг показників продуктивності вебресурсів, проводить діагностику проблем й надає рекомендації з їх розв'язання. Сучасні АРМ-рішення охоплюють численні аспекти роботи програмного забезпечення, що дозволяє розглядати їх як універсальні інструменти для підтримки високої продуктивності. Проте, незважаючи на наявність великої кількості інструментів для аналізу продуктивності вебсторінок, більшість з них мають суттєві обмеження. Зокрема, вони покладаються на синтетичні тести, які не завжди відображають реальний досвід користувачів. В умовах, коли вебресурси стають дедалі складнішими, із великою кількістю зовнішніх залежностей та інтеграцій, традиційні інструменти часто не здатні адекватно проаналізувати вебзастосунок [1]. Крім того, вебінструменти можуть вимагати значного часу на обробку даних, оскільки результати часто генеруються з урахуванням великої кількості факторів, що ускладнює швидке прийняття рішень.

Розробка саме CLI-застосунку пропонує цілу низку важливих переваг: високу швидкість роботи, незалежність від зовнішніх серверів, можливість повної автоматизації процесу аналізу та максимальну адаптацію під специфіку конкретного середовища. На відміну від традиційних веборієнтованих АРМ-рішень, CLI-інструмент не потребує мережевого підключення до сторонніх сервісів для обробки й візуалізації даних. Це дозволяє уникнути затримок, пов'язаних із передачею інформації через мережу, що особливо актуально в умовах високого навантаження або обмеженої пропускну здатності каналу.

Такий підхід дає змогу інтегрувати інструмент безпосередньо в CI/CD (анг. Continuous Integration / Continuous Delivery), забезпечуючи автоматичний запуск аналізу та моніторинг стану системи в реальному часі. Технологія неперервної інтеграції та доставки CI/CD, як технологія автоматизації тестування та доставки нових модулів проєкту, що розробляється, зацікавленим сторонам: розробникам, аналітикам, інженерам якості та кінцевим користувачам, дозволяє виявляти критично низькі показники продуктивності

ще до релізу продукту в продакшн, що знижує ризики та вартість усунення помилок на пізніших етапах життєвого циклу програмного забезпечення (англ. Software Development Life Cycle, SDLC) [2].

Для виявлення методів оцінки продуктивності вебзастосунків та основних факторів, які впливають на продуктивність вебресурсів і ключових показників, що відображають ефективність конкретних оптимізаційних заходів, було здійснено аналіз досліджень науковців та практиків у цій сфері. Проведений аналіз дозволив виявити широкий спектр критично важливих метрик, таких як Performance, SEO, Best Practices та технічні аналіз, які було реалізовано у розробленій інформаційній системі.

До ключових метрик Performance, які вимірюють реальний досвід користувача стосовно швидкості завантаження контенту вебресурсу, інтерактивності та візуальної стабільності сторінки, відносять [3]:

- TTFB (Time to First Bite) – час, необхідний для отримання першого байта відповіді сервера;
- FCP (First Contentful Paint) – момент, коли браузер вперше відображає будь-який вміст (текст, зображення тощо);
- LCP (Largest Contentful Paint) – час відображення найбільшого за розміром елемента сторінки;
- CLS (Cumulative Layout Shift) – стабільність макета (сукупний зсув), що показує, наскільки змінюється положення елементів при завантаженні;
- INP (Interaction to Next Paint) – час відгуку на взаємодію користувача до моменту візуального оновлення.

При визначенні ключових метрик враховують порогові значення, які визначають зони:

- *зелена зона*: показники в межах оптимальних значень, що свідчить про те, що вебресурс функціонує на високому рівні;
- *жовта зона*: показники, які виходять за межі норми, але ще не критично, що є сигналом для команди розробників звернути увагу на показники системи з метою оптимізації, адже вони можуть перетворитися на серйозні проблеми з ефективністю вебресурсу;
- *червона зона*: показники перебувають на небезпечному рівні, який негативно впливає на працездатність вебресурсу та користувацький досвід, що може призводити до високого відсотка відмов від користування ресурсом, зниження задоволеності користувачів і, як наслідок, погіршення позицій у пошукових системах.

Для кожної метрики в рамках порогових значень визначаються відповідні штрафи, які залежать від ступеня перевищення встановлених порогів. Оцінка продуктивності вебресурсу базується на загальній сумі штрафів, яка нараховується відповідно до певних метрик. Початкова оцінка складає 100 балів, із якої відраховуються штрафи за кожну метрику, що перевищує встановлені порогові значення. Загальна формула для оцінки продуктивності (англ. Performance Score) вебресурсу S_{perf} є наступною:

$$S_{perf} = \max(100 - D), \quad (1)$$

де D – загальний штраф усіх метрик.

У контексті підвищення ефективності роботи вебресурсу не менш важливе значення має SEO (англ. Search Engine Optimization) оптимізація, яка охоплює як органічний, так і платний пошуковий трафік. Результати дослідження впливу SEO факторів на залучення користувачів, свідчать про те, що ефективна оптимізація вебсайту для пошукових систем значно збільшує його видимість, що, в свою чергу, веде до зростання органічного трафіку [4]. Оцінка ефективної SEO-стратегії базується на елементах, які допомагають пошуковим системам краще зрозуміти вміст сторінки і правильно її ранжувати для пошукових ботів із метою органічного просування [5]:

- *title*: головний заголовок сторінки, який має бути унікальним, точним і включати основні ключові слова вебзастосунку;
- *description*: короткий опис сторінки, який теж відображається в пошуку і його добре продумана реалізація може збільшити кількість переходів на сайт;
- *H1 tag*: основний заголовок на самій сторінці, який має відображати її головну тему та допомагає пошуковим системам визначити, про що саме йде мова на вебсторінці;
- *alt image attribute*: альтернативний текст для зображень є важливим як для SEO (описує зміст зображення), так і для доступності сайту для людей із вадами зору (англ. accessibility);
- *canonical tag*: тег, що показує пошуковим системам, яка версія сторінки є основною, щоб уникнути дублювання контенту;
- *crawable*: означає, що сторінка відкрита для індексації і доступна для сканування пошуковими ботами (якщо доступ обмежений, сторінка може не потрапити в результати пошуку).

Для кожного SEO-компонента вказують вагу, яка відображає його значущість, та валідність, яка може приймати значення 0, 0,5 та 1 і відображає відповідність компонента оптимальним налаштуванням. Тоді розрахунок комплексного показника SEO-оцінки здійснювався за формулою:

$$S_{SEO} = \left(\frac{\sum_{i=1}^k w_i \cdot m_i}{\sum_{i=1}^k w_i} \right) \cdot 100, \quad (2)$$

де i – індекс SEO-компонента із множини вище перерахованих; w_i – значення ваги i -го компонента; m_i – значення показника валідності i -го компонента; k – кількість SEO компонент.

Установлено, що ефективність бізнес-процесів у вебзастосунках визначається також дотриманням цілого комплексу стандартів і рекомендацій, відомих як Best Practices. Вони охоплюють критично важливі аспекти – доступність контенту, продуктивність роботи (на рівні як frontend, так і backend), безпеку даних та архітектурну стійкість системи. Їх підтримка та контроль є надійним фундаментом для забезпечення

окупності бізнесу. До основних показників Best Practices вебресурсів відносять оцінку доступності, геолокації та безпеки, використання cookies та застарілих API, коректне співвідношення розмірів зображень, оцінку налаштувань метатегів та кодування символів, декларацію типу контенту [6]. Агрегована оцінка Best Practices вебресурсу здійснюється за формулою:

$$S_{BP} = \max(100 - \sum_{i=1}^n w_i(1 - m_i), \quad (3)$$

де w_i – вага, m_i – коефіцієнт валідності аудиторського елемента.

Вага аудиторського елемента відображає його важливість, а коефіцієнт валідності може приймати значення 0, 0,5 та 1 і оцінює коректність елемента.

Виявлено, що продуктивність не обмежується лише швидкістю завантаження, а включає й якість реалізації frontend архітектури, безпеки та доступності [7]. Це обумовлює необхідність здійснення технічного аналізу, який передбачає моніторинг таких показників: перевірка ефективності кешування та обробки даних: дозволяє оптимізувати витрати ресурсів і підвищити швидкодію застосунку; валідація HTML DOM структури у випадку інтеграції з веб-компонентами або генерацією звітів: забезпечує коректність візуалізації та сумісність із різними платформами; оптимізація роботи із зображеннями та медіа-ресурсами, що критично важливо для швидкодії та адаптивності вебчастини системи; перевірка адаптивності дизайну: дозволяє гарантувати коректне відображення інтерфейсів на різноманітних пристроях та розширеннях екранів; аналіз логуювання, обробки помилок та безпеки: допомагає мінімізувати ризики вразливостей і втрати даних.

Аналіз цих параметрів дає змогу виявляти технічні недоліки як на ранніх етапах розробки, так і під час впровадження та експлуатації, забезпечуючи стабільну, швидку та безпечну роботу вебресурсу з урахуванням потреб усіх категорій користувачів.

Для розробки інформаційної системи аналізу та моніторингу продуктивності вебресурсів було використано мову програмування JavaScript та середовище розробки VS Code. Для реалізації серверної частини було обрано Node.js. Бібліотека Puppeteer застосовувалася для керування браузером через Node.js, забезпечуючи програмний доступ до функціональності браузера та автоматизацію доступу до вебресурсів, збору даних про час завантаження, структуру DOM, аналіз SEO-метрик і відповідність Best Practices. Це дозволило отримувати комплексну аналітику сторінок без необхідності ручного втручання. Для створення ядра Node.js застосунку використано бібліотеку Yargs, яка дозволила організовувати обробку аргументів командного рядка. Бібліотека Axios використовувалася для здійснення асинхронних HTTP-запитів. Застосування бібліотеки cli-spinner забезпечило візуалізацію результатів роботи системи.

Для покращення візуального відображення результатів аудиту було реалізовано інтеграцію розробленого CLI-застосунку до вебзастосунку інформаційної системи. На рисунку 1 показано, як виводиться загальна оцінка аудиту вебресурсу.

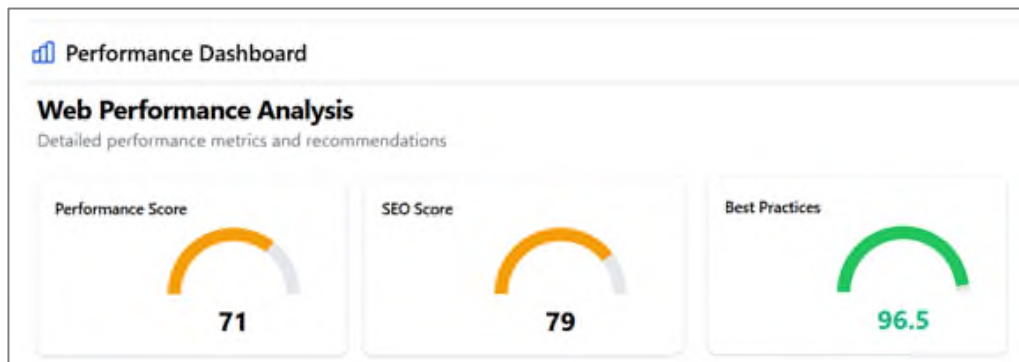


Рис. 1. Загальна оцінка аудиту вебресурсу.

На рисунку 2 відображено результати оцінки метрик завантаження сторінки Performance на різних платформах.

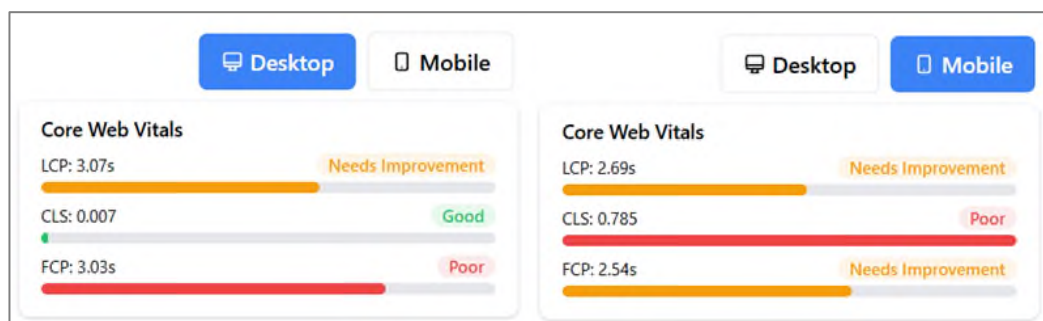


Рис. 2. Оцінка показників Performance вебресурсу.

Окрім графічних елементів, у системі передбачено виведення звіту по технічному аналізу, SEO і Best Practices аудиту та рекомендацій по забезпеченню оптимальної продуктивності й ефективності роботи вебресурсу. На рисунку 3 наведено приклад результатів оцінки метрик SEO та рекомендацій по їх покращенню.

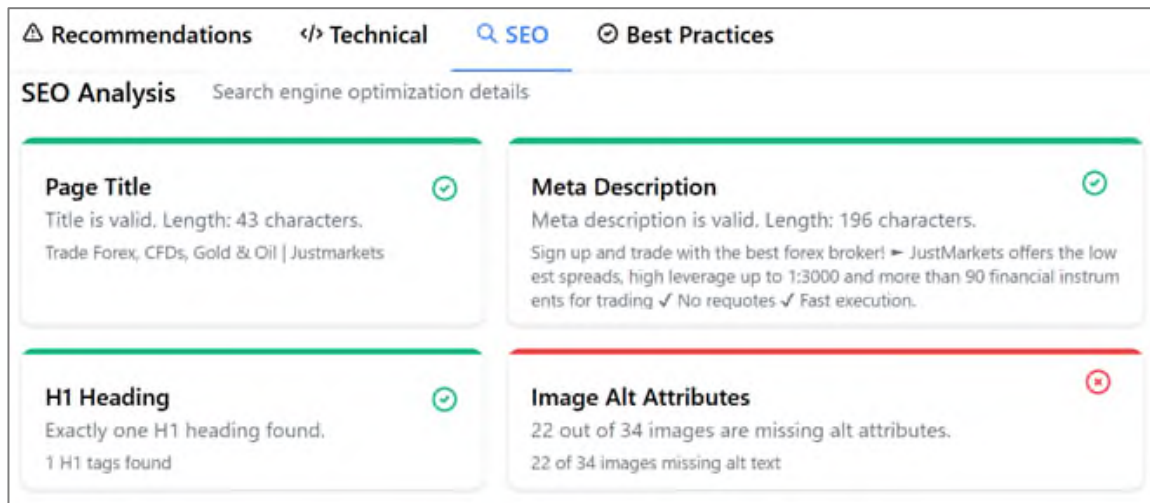


Рис. 3. Оцінка та рекомендації по оптимізації показників SEO.

У таблиці 1 наведено показники якості розробленого CLI-застосунку у порівнянні з іншими програмними засобами, які оцінюють продуктивність вебресурсів. Порівняльний аналіз демонструє, що розроблений інструмент не лише відповідає, але й перевершує функціональність багатьох популярних рішень, які представлені на ринку.

Таблиця 1.

Порівняльний аналіз розробленого CLI-застосунку з популярними сервісами аналізу продуктивності вебресурсів

Показники аналізу	Поширені ПЗ					CLI (розроблений)
	SE Ranking	Web Page Test	PageSpeed Insights	GTmetrix	Pingdom Tools	
Performance	+	+	+	+	+	+
SEO	+	–	+	–	–	+
Best Practise	–	+	+	–	–	+
Suggestions	–	–	+	–	–	+
GEO runs	–	+(обмеж.)	–	+(обмеж.)	+(обмеж.)	+(без обмеж.)
3 rd API for run	+	+	own API	+	own API	own API
Free or Paid	Free plan, but paid	Free plan, but paid	Free	Free plan, but paid	Free plan, but paid	Free
Audit report	–	+	+	+	+	+
Час аналізу, с	~20	~35-40	~20	~25	~10-15	~15

Таким чином, розроблена інформаційна система на основі CLI-застосунку для локального аналізу продуктивності вебресурсів є перспективним і стратегічно обґрунтованим рішенням. Її застосування дозволяє проводити комплексний аналіз та моніторинг продуктивності, бізнес параметрів, SEO-оптимізації і технічного стану вебресурсів, орієнтований на швидке, автономне тестування у реальному середовищі без потреби у сторонніх онлайн-сервісах. Що дає змогу оперативно виявляти проблемні місця та недоліки на усіх етапах життєвого циклу вебресурсу із врахуванням геолокації та потреб усіх користувачів.

References

1. Xilogianni, C., Doukas, F., & Drivas, I. (2022). Speed Matters: What to prioritize in Optimization for Faster Websites. *Analytics*, 1(2), (pp/ 175-192. Retrieved from: <https://doi.org/10.3390/analytics1020012>

2. Ale, N.K. (2020). Integration Performance Testing into CI/CD Pipelines for Test Automation. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 7(6), (pp. 273-278). Retrieved from: <https://jsaer.com/download/vol-7-iss-6-2020/JSAER2020-7-6-272-278.pdf>
3. Google Documentation. Understanding Core Web Vitals and Google search result. Retrieved from: <https://developers.google.com/search/docs/appearance/core-web-vitals>.
4. Bansal, D. (2024). How SEO Makes Website Loads Faster and Helps in User Engagement. *International Journal for Multidisciplinary Research*, 6(2). Retrieved from: <https://www.ijfmr.com/papers/2024/2/15291.pdf>
5. Coursaris, C., Osch, W., Lores-Nicolas, C., Molina-Castillo F., & Rapp, N. (2013). Driving Website performance using Web Analytics: A Case Study. In *Proceedings of the 19th Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*. Retrieved from: <https://aisel.aisnet.org/amcis2013/HumanComputerInteraction/RoundTablePresentations/9/>
6. Vepsalainen, J., Hellas, A., & Vuorimaa, P. (2024). Overview of Web Application Performance Optimization Techniques. Retrieved from: <https://arxiv.org/html/2412.07892v1>
7. Marang, A.Z. (2018). Analysis of web performance optimization and its impact on user experience. Retrieved from: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1228341/FULLTEXT01.pdf>

DOI 10.34132/mspc2025.01.14.03

Nadiia Boliubash
Volodymyr Blyntsov

INFORMATION SYSTEM FOR ANALYSIS AND MONITORING OF WEB RESOURCES PERFORMANCE

The abstracts present a description of the developed information system, which, based on a CLI application monitors the performance of web resources, tracking a wide range of key indicators of Performance, SEO and Best Practices of audit and technical analysis, providing recommendations for their improvement.

Key words: performance score, application performance management (APM), SEO audit, technical analysis.

Відомості про авторів / Information about the Authors

Надія Болюбаш, канд. пед. наук, доцент кафедри інтелектуальних інформаційних систем Чорноморського національного університету імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна. E-mail: Nadiya.Bolubash@chmnu.edu.ua, orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2274-2422>.

Nadiia Boliubash, PhD in Education, Associate Professor at the Department of Intelligent Information Systems, Petro Mohyla Black Sea National University, Ukrainian. E-mail: Nadiya.Bolubash@chmnu.edu.ua, orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2274-2422>.

Володимир Блинцов, студент факультету комп'ютерних наук Чорноморського національного університету імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна. E-mail: volodymyr.blyntsov@gmail.com.

Volodymyr Blyntsov, student at the Faculty of Computer Science, Petro Mohyla Black Sea National University, Ukrainian. E-mail: volodymyr.blyntsov@gmail.com.

© Н. Болюбаш, В. Блинцов
19.05.2025.

Стаття отримана редакцією

