

Розробка методики оптимізації швидкості завантаження сайту

О. І. Пушкар, Є. М. Грабовський, А. С. Гордєєв

Запропоновано методику оптимізації швидкості завантаження сайту. Сайт орієнтований на локальну аудиторію з урахуванням вартості оптимізації, розташування цільової аудиторії у межах одного міста або області. Також приймається в увагу те, що сайт може бути розроблено на готовій системі керування вмістом. Сформовано перелік критеріїв, що впливають на швидкість завантаження сайтів. Для формування переліку критеріїв, що впливають на швидкість завантаження сайтів, було залучено експертів галузі мультимедійного видавництва. Були виявлені складності і недоліки визначених критеріїв, які слід розглядати як аналітико-теоретичні дані для проведення експертного оцінювання складності реалізації критеріїв.

Визначено вагові коефіцієнти впливу критеріїв на ступень оптимізації швидкістю завантаження сайту. Побудовано матрицю парних порівнянь критеріїв на основі визначення, на скільки один критерій впливає на ступень оптимізації швидкістю завантаження сайту більше суттєвий, ніж інший. Здійснено розрахунок елементів матриці вагових коефіцієнтів критеріїв. Виявлено найбільш важливі та значущі критерії, що впливають на оптимізацію швидкістю завантаження сайту.

Сформована послідовність впровадження переліку критеріїв для підвищення швидкості завантаження сайту. Реалізація розробленої методики оптимізації швидкості завантаження сайту здійснена у вигляді прототипу сайту фуд-фотографа, який базується на системі керування вмістом Joomla 3.9 (США). Розглянуто декілька альтернатив впровадження критерію стискання зображень. Проведено тестування швидкості завантаження сайту до та після впровадження розробленої методики. Визначено, що в середньому показники швидкості завантаження сайту поліпилися на 48 %. Розроблення методики оптимізації швидкості завантаження сайту створить умови для покращання позицій сайту в рейтингах пошукових систем.

Ключові слова: швидкість завантаження, експертне оцінювання, матриця парних порівнянь, метод аналізу ієрархій.

1. Вступ

Сучасні веб-сайти містять велику кількість мультимедійного контенту високої якості (роздільна здатність, кольори, чіткий звук) та багато інтерактивних елементів. Це призвело до збільшення розміру сторінок у кілобайтах та збільшенню часу, який необхідний на завантаження сторінки.

Швидкість завантаження сторінки впливає на зручність використання сайту користувачами – usability (юзабіліті). Чим швидше завантажується – тим зручніше. Чим менше обсяг сторінки у кілобайтах, тим менше трафіку викорис-

тає користувач і тим менше він за це заплатить. Також швидкість завантаження сайту впливає на показник відмов – ситуація, коли користувач не дотикався завантаження сторінки та закрав її. В свою чергу це впливає на конверсії – продажі, заповнення форм на сайті та інші важливі для власників сайтів дії.

Швидкість завантаження сайту впливає на позиції сайту в пошуковій видачі. За іншими рівними умовами більш швидкі сайти займають більш високі позиції в рейтингу пошукових систем, а це дає змогу збільшити кількість відвідувачів та потенціальних клієнтів.

Вказані аспекти обумовлюють актуальність проблематики оптимізації швидкості завантаження сайту.

Зазвичай оптимізація швидкості завантаження сайту відбувається на основі правки вихідного коду CMS (Content Management System, Система управління контентом) або її розширення. Але при цьому є відсутньою можливість збереження сумісності CMS і різних доповнень. Крім того, глибока оптимізація CMS є практично нереальною через неможливість проведення refactoring (рефакторинга) коду. Цей підхід ускладнює механізм переходу з однієї версії системи управління контентом на іншу версію. При спробі вийти за ці обмеження для оперативного оновлення CMS і розширень виникають об'єктивні труднощі. Ці труднощі пов'язані з відсутністю інструментарію, який дозволяє оптимізувати процес швидкості завантаження сайту, зокрема, підвищити оперативність і якість стискання зображень.

Подолання вказаних труднощів варто здійснювати шляхом розробки методики оптимізації швидкості завантаження сайту. Центральною ланкою цієї методики є матриця парних порівнянь критеріїв на основі визначення, на скільки один критерій впливає на ступень оптимізації швидкістю завантаження сайту більш суттєвий, ніж інший.

Створення вказаної методики дозволить забезпечити діючий інструментарій стосовно вдосконалення інформаційного забезпечення мультимедійного видавництва. Крім того, розроблення методики оптимізації швидкості завантаження сайту створить умови для покращання позицій сайту в рейтингах пошукових систем і отримати певні ефекти від впровадження у виробництво. Зокрема, може бути забезпечено зростання відвідувачів сайтів внаслідок зниження часу роботи користувача з web-сторінкою.

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Практична потреба в оперативному завантаженні веб-сторінок обумовлює виникнення відповідного наукового інтересу стосовно проблематики оптимізації швидкості завантаження сайту. Так, в роботі [1] пропонується набір методів та алгоритмів, що дозволяють паралельно оцінювати сценарій коду, коли користувальницький браузер завантажує веб-сторінку. Також окреслюються компоненти, які повинні бути включені в користувацьку архітектуру браузера для реалізації цих методів. Але в даній роботі не враховується специфіка впливу різних факторів на швидкість завантаження сайту.

У дослідженні [2] пропонується математична модель багатопроєктної оптимізації змісту, яка дозволяє створити мультипроект з урахуванням специфіки

діяльності, ресурсів та можливостей компанії. Основу для даного дослідження становив проектно-орієнтований підхід. Проте дане дослідження не надає можливостей розгляду систематизації сайту як ітераційного процесу, спрямованого на зменшення часу на повне завантаження сторінки.

Робота [3] присвячена оцінюванню ризиків проектів корпоративних інфокомунікаційних систем із використанням мереж Байеса. Фактор низької продуктивності сайту розглядається як основний фактор ризику зниження ефективності інформаційного сервісу. Однак дана робота не містить опису найбільш значущих критеріїв, що впливають на оптимізацію швидкістю завантаження сайту.

В роботі [4] запропоновано підхід до розробки великомасштабних веб-систем на основі систематичного та чітко визначеного процесу для забезпечення якості та вимірюваності вказаних систем. В роботі наведений приклад застосування методу веб-інженерії ADM (Architecture Development Method, Метод розробки архітектури). Але в структурі вказаного підходу відсутня орієнтація на певну локальну аудиторію та відповідну систему керування вмістом.

Систематизація ключових змінних детермінант різних досліджень процесу оптимізації веб-сайту пропонується в роботі [5]. При цьому розгляд проблеми оптимізації швидкості завантаження сайтів є досить вузьким за складом розглянутих питань і призначений в основному для підвищення популярності академічних веб-сайтів.

В роботі [6] основна увага акцентується на оптимізації графічних компонент веб-додатків у процесі їхнього завантаження. Відповідно до цього в даній роботі пропонується методика візуалізації інформації для використання в мультимедійних додатках. Але дана робота для адекватного вирішення завдання оптимізації швидкості завантаження веб-сторінки не враховує критерію стискування зображень.

У дослідженні [7] пропонується апарат дробово-інтегрального числення, який дозволяє описувати нелінійні процеси оцінки швидкості завантаження сайту з високою точністю. Вказаний інструментарій вирішує завдання оцінки швидкості завантаження сайту за допомогою лінійних передавальних функцій дробового порядку. Однак питання визначення критеріїв оптимізації швидкості завантаження сайту у даному дослідженні залишається відкритим.

В роботі [8] пропонується підхід щодо використання моделі ланцюга Маркова та прихованої моделі Маркова для оптимізації алгоритму Google PageRank. Проте дана робота не містить опису основних етапів оптимізації швидкості завантаження сайтів.

Дослідження [9] розглядає можливості оптимізації процесу розробки 3D-реклами, в тому числі і з метою підвищення швидкості її завантаження на відповідних веб-ресурсах. Однак дане дослідження не враховує комплексного поєднання різних факторів оптимізації швидкості завантаження веб-сторінки в процесі створення відповідних рекламних інсталяцій.

Технологія покращення видимості веб-сторінок в Інтернеті за допомогою оптимізації пошукових систем наведена в дослідженні [10]. Але вказане дослідження не містить рекомендацій стосовно експертного оцінювання складності реалізації критеріїв оцінки якості вказаної оптимізації.

Таким чином, виконаний аналіз наукових досліджень з проблематики покращання взаємодії користувача з веб-ресурсами свідчить про відсутність у розглянутих роботах цілісної науково обґрунтованої методики оптимізації швидкості завантаження сайту.

3. Мета і задачі дослідження

Метою роботи є розроблення методики оптимізації швидкості завантаження сайту. Це дасть можливість вдосконалення інформаційного забезпечення мультимедійного видавництва шляхом орієнтації на локальну аудиторію. При цьому враховуються вартість оптимізації, розташування цільової аудиторії у межах одного міста або області, а також та обставина, що сайт може бути розроблено на готовій системі керування вмістом.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі:

- здійснити дослідження сутності критеріїв, що впливають на оптимізацію швидкості завантаження сайту;
- визначити міру впливу критеріїв на ступень оптимізації швидкістю завантаження сайту;
- спроектувати перелік і зміст основних етапів методики оптимізації швидкості завантаження сайту, орієнтованого на локальну аудиторію;
- провести реалізацію розробленої методики оптимізації швидкості завантаження сайту орієнтованого на локальну аудиторію, було обрано прототип сайту фуд-фотографа.

4. Матеріали та методи дослідження

Для вирішення поставлених задач використовувалися наступні методи дослідження. Експертний підхід став основою для формування переліку критеріїв, які впливають на швидкість завантаження сайту. Оцінка міри впливу критеріїв на ступень оптимізації швидкістю завантаження сайту здійснювалася шляхом використання експертного підходу та методу аналізу ієрархій. Методи аналізу та синтезу, а також системний підхід використовувалися для змістовного наповнення етапів методики оптимізації швидкості завантаження сайту, орієнтованого на локальну аудиторію.

Практична реалізація запропонованої методики у вигляді розробки прототипу сайту фуд-фотографа здійснена на основі використання програми стискування зображень FileOptimizer. Тестування створеної сторінки виконано за допомогою сервісу Google PageSpeed Insights.

5. Результати дослідження стосовно розробки методики оптимізації швидкості завантаження сайту, орієнтованого на локальну аудиторію

5.1. Дослідження сутності критеріїв, що впливають на оптимізацію швидкості завантаження сайту

Оптимізація швидкості завантаження – це ітераційний процес спрямований на зменшення часу, необхідного на повне завантаження сторінки. Цей час розраховується з моменту отримання сайтом запиту з браузера користувача до моменту, коли користувач може повноцінно взаємодіяти зі сторінкою у браузері.

Допускається завантаження не всього контенту, а тільки мінімально необхідної його частини. Наприклад, якщо на сторінці декілька зображень, то вважається достатнім швидко завантажити ті, що видні користувачеві на екрані. Інші зображення можна завантажувати у фоновому режимі, або не завантажувати зовсім, якщо користувач не дійде до них. Зменшення часу завантаження досягається за рахунок внесення змін у налаштування сайту, його файлів, файлів контенту та змін у налаштуваннях серверу. Всі ці дії не повинні нашкодити функціональності сайту, його зовнішньому вигляду та не повинні постійно підвищувати навантаження на сервер.

Для формування переліку критеріїв, що впливають на швидкість завантаження сайтів, було залучено експертів галузі мультимедійного видавництва. У якості таких експертів виступили фахівці мультимедійних студій «TessLab», «Karagez», «Artjoker» і «Sitepark» (Україна). На підставі опитування експертів було сформовано наступний перелік критеріїв, що впливають на швидкість завантаження сайтів:

- 1) Час завантаження;
- 2) використання мережі доставки контенту CDN (content delivery network, мережа доставки контенту);
- 3) використання cookieless domain (домен без файлів куки) для передачі статичних файлів;
- 4) відкладене завантаження зображень;
- 5) відключення зайвих розширень системи керування вмістом;
- 6) можливість кешування статичних файлів у браузері користувача;
- 7) можливість кешування сформованих сторінок на сервері;
- 8) мінімізація CSS (Cascading Style Sheets, Каскадні таблиці стилів);
- 9) мінімізація JavaScript;
- 10) обсяг сторінки;
- 11) наявність Zend OPcache на сервері;
- 12) наявність на хостингу (сервері) Memcache – модуля кешування запитів до бази даних;
- 13) наявність підтримки HTTP/2 на сервері;
- 14) об'єднання декількох не великих зображень в одне;
- 15) об'єднання всіх скриптів JavaScript в один файл;
- 16) об'єднання всіх стилів CSS в один файл;
- 17) об'єднання пробілів, видалення зайвих лапок в атрибутах тегів з коду;
- 18) оптимізація CSS в атрибутах style;
- 19) оптимізація URL (Uniform Resource Locator, Уніфікований вказівник ресурсів) в атрибутах href і src;
- 20) переміщення зовнішніх CSS файлів розміром до 1Кб всередину HTML (HyperText Markup Language, Мова гіпертекстової розмітки);
- 21) переміщення зовнішніх JavaScript файлів розміром до 1Кб всередину HTML;
- 22) переміщення стилів CSS в секцію head;
- 23) переміщення стилів CSS перед скриптами JavaScript;

24) погодження META тегів HTTP (HyperText Transfer Protocol, Протокол передачі гіпертексту) заголовками;

25) попередній resolving (резолвінг, перевірка домена) DNS (Domain Name System, Система доменних імен);

26) потужний сервер з малою кількістю сайтів на ньому;

27) наявність серверу з SSD дисками (Solid-State Drive, твердотільний накопичувач);

28) ефективність стискання зображень.

У процесі дослідження сутності критеріїв, що впливають на оптимізацію швидкості завантаження, були виявлені властиві їм складності і недоліки, які раціонально, в подальшому, розглядати як аналітико-теоретичні дані (D_i , при $i = \overline{1, k}$). Ці дані необхідні для проведення експертного оцінювання складності реалізації критеріїв.

5. 2. Визначення міри впливу критеріїв на ступень оптимізації швидкістю завантаження сайту

Визначення ступеня впливу критеріїв на рівень оптимізації швидкістю завантаження сайту починається з обробки множини критеріїв впливу F_v , при $v = \overline{1, 28}$, за допомогою методу аналізу ієрархій. В результаті обробки визначаються вагові коефіцієнти кожного з критеріїв впливу. Критерії, які мають найменші значення вагових коефіцієнтів, відсікаються з подальшого розгляду як такі, що вносять малий внесок у процес оптимізації швидкістю завантаження сайту.

У табл. 1 наведені критерії, що впливають на ступень оптимізації швидкістю завантаження сайту, і відповідні їм вагові коефіцієнти, які дають можливість вибрати тільки найбільш значимі з аналізованих критеріїв. Значення вагових коефіцієнтів було отримано шляхом опитування експертів, у якості яких виступили фахівці мультимедійних студій «TessLab», «Karagez», «Artjoker» і «Sitepark» (Україна).

З огляду на той факт, що ринок програмного забезпечення розвивається дуже швидко, перелік критеріїв може бути відкоректований і доповнений новими даними, виходячи з необхідності.

Таблиця 1

Критерії впливу на ступень оптимізації швидкістю завантаження сайту

Критерії		Ваговий коефіцієнт $\mu_i^u(F_i)$
Позначення	Найменування	
1	2	3
f_1	Час завантаження	0,05
f_2	Об'єднання всіх скриптів JavaScript в один файл	0,05
f_3	Попередній резолвінг DNS	0,003
f_4	Наявність Zend OPcache на сервері	0,02
f_5	Потужний сервер з малою кількістю сайтів на ньому	0,1
f_6	Об'єднання пробілів, видалення зайвих лапок в атрибутах тегів з коду	0,01
f_7	Об'єднання всіх стилів CSS в один файл	0,25
f_8	Об'єднання декількох не великих зображень в одне	0,026
f_9	Можливість кешування статичних файлів у браузері користувача	0,1
f_{10}	Відкладене завантаження зображень	0,03
f_{11}	Переміщення стилів CSS перед скриптами JavaScript	0,003
f_{12}	Сервер з SSD дисками	0,046
f_{13}	Погодження META тегів HTTP заголовками	0,02
f_{14}	Обсяг сторінки	0,05
f_{15}	Наявність на хостингу (сервері) Memcache – модуля кешування запитів до бази даних	0,01
f_{16}	Використання мережі доставки контенту (CDN)	0,002
f_{17}	Переміщення зовнішніх CSS файлів розміром до 1Кб всередину HTML	0,002
f_{18}	Можливість кешування сформованих сторінок на сервері	0,09
f_{19}	Мінімізація CSS	0,05
f_{20}	Мінімізація JavaScript	0,05
f_{21}	Наявність підтримки HTTP/2 на сервері	0,05
f_{22}	Стискання зображень	0,07
f_{23}	Переміщення стилів CSS в секцію head	0,01
f_{24}	Оптимізація URL в атрибутах href і src	0,003
f_{25}	Переміщення зовнішніх JavaScript файлів розміром до 1 Кб всередину HTML	0,002
f_{26}	Використання субдоменів/аліасів (cookieless domain) для передачі статичних файлів	0,05
f_{27}	Відключення зайвих розширень системи керування вмістом	0,05
f_{28}	Оптимізація CSS в атрибутах style	0,003

Для визначення значущих чинників, які братимуть участь в процесі ранжирування, необхідно виконати наступні кроки:

1) побудувати матрицю парних порівнянь критеріїв $F = \|f_{ij}\|$ (при $i, j = \overline{1, n}$).

В основу процедури порівняння покладено питання: «На скільки один критерій впливу на ступень оптимізації швидкістю завантаження сайту суттєвіший, ніж інший?». Процес побудови відбувається наступним чином. Будується матриця, в заголовках рядків (i) і стовпців (j) розташовані вибрані критерії. По діагоналі проставляється значення «1», так як при порівнянні кожен критерій порівнюється по значимості не тільки з усіма, але і з самим собою. Для визначення числового значення ступеня важливості попарно порівнюваних критеріїв використовується шкала відносності (шкала ступеня значимості дій), запропонована Сааті.

Вибір методу аналізу ієрархій обумовлений тим, що саме цей метод дозволяє врахувати цілий спектр різноманітних думок експертів, що виявляється дуже актуальним для такої складної та багатогранної задачі, як оптимізація сайтів.

Таким чином, наприклад, при порівнянні критерія f_5 (потужний сервер з малою кількістю сайтів на ньому) з критерієм f_7 (об'єднання всіх стилів CSS в один файл) визначається наступне. Критерій f_5 в 2 рази більше значущий при оптимізації швидкістю завантаження сайту, ніж критерій f_7 , значимість якого становить 0,25. Фрагмент матриці розрахунків наведено нижче:

$$F = \|f_{ij}\| = \begin{pmatrix} & f_1 & f_2 & f_3 & \dots & f_{28} \\ f_1 & 1 & 0.25 & 6 & \dots & 0.12 \\ f_2 & 4 & 1 & 3 & \dots & 4 \\ f_3 & 0.16 & 0.33 & 1 & \dots & 0.25 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_{28} & 8 & 0.25 & 4 & \dots & 1 \end{pmatrix}; \quad (1)$$

2) розрахувати елементи матриці вагових коефіцієнтів (відповідно до (2)):

$$\mu_i^u(F_i) = \frac{f_{ij}}{\sum_{i=1}^n f_{ij}}, \quad (2)$$

де $\mu_i^u(F_i)$ – значення вагових коефіцієнтів i -х критеріїв в межах u -го діапазону, при $u \in \overline{0,1}$.

Далі, на основі обчислення за кожним F_i суми виду $\sum_{j=1}^n \mu_i^u(F_i)$ визначаються вагові коефіцієнти критеріїв. Це дає можливість зробити обґрунтований вибір при порівнянні декількох критеріїв впливу на оптимізацію швидкістю завантаження сайту між собою. Так, наприклад, значення вагового коефіцієнта крите-

рію f_1 становить: $\mu_1''(F_1) = 0.05$. Розраховані для кожного критерія вагові коефіцієнти наведені вище (табл. 1).

Варто зазначити, що розрахункова сума всіх вагових коефіцієнтів повинна дорівнювати «1»:

$$\sum_{i=1}^n \mu_i''(F_i) = 1; \quad (3)$$

3) виявити найбільш важливі (значущі) критерії, що впливають на оптимізацію швидкістю завантаження сайту. Доречність включення критеріїв в процес вибору пропонується визначити, виходячи з того, що 90% від загальної сукупності критеріїв є абсолютно достатнім для подальшого розгляду, аналізу та формування відповідних висновків. Це дає можливість для формування наступних співвідношень:

- а) критерії $f_4, f_{13}, f_6, f_{15}, f_{23}, f_3, f_{11}, f_{24}, f_{28}, f_{16}, f_{17}, f_{25}$ в сумі за значимістю набрали менше 10%. Отже, їх можна виключити з процесу розгляду;
- б) критерії $f_5, f_9, f_{18}, f_{22}, f_1, f_2, f_7, f_{14}, f_{19}, f_{20}, f_{21}, f_{26}, f_{27}, f_{12}, f_{10}, f_8$ в сумі набрали більше 90%. Їх доцільно застосовувати для оптимізації швидкості завантаження сайту.

5. 3. Перелік і зміст основних етапів методики оптимізації швидкості завантаження сайту, орієнтованого на локальну аудиторію

Пропонується методика оптимізації швидкості завантаження сайту орієнтованого на локальну аудиторію з урахуванням того, що сайт розроблено на готовій системі керування вмістом.

Етап 1 – попередня оцінка. Тестування швидкості завантаження сайту у декількох сервісах з метою отримання інформації по швидкості завантаження сайту.

Етап 2 – підготовка сайту до оптимізації. Пошук розширень для оптимізації швидкості завантаження сайту для конкретної системи керування вмістом з урахуванням переліку суттєвих критеріїв оптимізації.

Етап 3 – перевірка хостингу. Перевірка хостингу сайту за такими критеріями:

- 1) потужний сервер з малою кількістю сайтів на ньому;
- 2) обсяг сторінки;
- 3) наявність підтримки HTTP/2 на сервері;
- 4) сервер з SSD дисками.

Етап 4 – оптимізація швидкості завантаження сайту. Впровадження переліку критеріїв для підвищення швидкості завантаження сайту. Послідовність впровадження може залежати від особливостей обраного компонента для оптимізації швидкості завантаження сайту:

- 1) відключення зайвих розширень системи керування вмістом;
- 2) об'єднання декількох не великих зображень в одне;
- 3) стискання зображень;
- 4) мінімізація CSS;
- 5) мінімізація JavaScript;

- 6) об'єднання всіх стилів CSS в один файл;
- 7) об'єднання всіх скриптів JavaScript в один файл;
- 8) відкладене завантаження зображень;
- 9) використання субдоменів/аліасів (cookieless domain) для передачі статичних файлів;
- 10) час завантаження;
- 11) можливість кешування статичних файлів у браузері користувача;
- 12) можливість кешування сформованих сторінок на сервері.

Етап 5 – перевірка сайту. Перевірка зовнішнього вигляду та функціонування всіх типових сторінок сайту у різних браузерах та пристроях. При виявленні помилок слід змінити в налаштування компоненту оптимізації сайту та серверу. Після цього повторити етап 4.

Етап 6 – кінцева оцінка. Тестування швидкості завантаження сайту у декількох сервісах з метою отримання інформації по швидкості завантаження сайту. Якщо більшість показників погіршилися слід повернутися до етапу 2 та знову пройти всі етапи.

5. 4. Реалізація розробленої методики оптимізації швидкості завантаження сайту, орієнтованого на локальну аудиторію

Розглянемо результати роботи запропонованої методики на прикладі оптимізації зображень.

Для реалізації розробленої методики оптимізації швидкості завантаження сайту орієнтованого на локальну аудиторію, було обрано прототип сайту фуд-фотографа. Він базується на системі керування вмістом Joomla 3.9. Особливостями сайту є: велика кількість зображень з високою роздільною здатністю та великою палітрою кольорів, цільова аудиторія сайту розташована в межах одного міста. Також слід зазначити, що власник не може сплачувати велику суму за хостинг. До початку оптимізації було розглянуто декілька тарифів від різних хостинг-провайдерів. Під час розгляду зверталась увага на такі критерії:

- 1) потужний сервер з малою кількістю сайтів на ньому;
- 2) обсяг сторінки;
- 3) час завантаження;
- 4) сервер з SSD дисками.

Також було встановлено обмеження на вартість тарифу у рік (не більше 71,18 \$) та розміщення серверів. Слід враховувати можливість створення трьох субдоменів або аліасів для впровадження cookieless domain. У результаті було виявлено три альтернативи:

- 1) U.ua. Тариф «Лучший SSD» – 49,61 \$ на рік;
- 2) Uh.ua. Тариф «Оптимальный» – 52,63 \$ на рік;
- 3) Bitte.net.ua. Тариф «Мастер» – 33,7 \$ на рік.

Який з цих хостингів обрати – буде вирішувати власник сайту. Для апробації методики оптимізації швидкості завантаження сайту прототип сайту було розміщено на тимчасовому акаунті хостингу U.ua. Тариф «Лучший SSD».

З метою підвищення швидкості завантаження сайту за розробленою методикою було впроваджено наступні критерії:

- 1) відключення зайвих розширень системи керування вмістом;
- 2) об'єднання декількох не великих зображень в одне;
- 3) час завантаження;
- 4) мінімізація CSS;
- 5) мінімізація JavaScript;
- 6) об'єднання всіх стилів CSS в один файл;
- 7) об'єднання всіх скриптів JavaScript в один файл;
- 8) відкладене завантаження зображень;
- 9) використання субдоменів/аліасів (cookieless domain) для передачі статичних файлів;
- 10) обсяг сторінки;
- 11) можливість кешування статичних файлів у браузері користувача;
- 12) можливість кешування сформованих сторінок на сервері.

Для впровадження критерію стиснення зображень було розглянуто декілька альтернатив.

Інструментарій Caesium містить відкритий код для стиснення файлів у форматах PNG, JPG і BMP.

Програма FileOptimizer крім стиснення зображень JPG, GIF і PNG, дозволяє обробляти виконувані файли.

Інструментарій програми RIOT завдяки чіткому та зрозумілому інтерфейсу швидко здійснює стиснення зображень GIF, PNG або JPG і порівнює отримані результати.

Онлайн сервіс TinyPNG дозволяє проводити оптимізацію зображень в форматах PNG і JPG. Також цей сервіс дозволяє здійснювати підтримку форматів JPG і PNG, завантажувати на сервіс до 20 зображень та розміром одного файлу не більше 5 МБ.

Онлайн сервіс Optimizilla дозволяє забезпечувати можливість контролю ступеня стиснення та є досить зручним для мобільних пристроїв.

В табл. 2 наведено інформацію про результати тестування стиснення п'яти зображень JPEG та п'яти зображень PNG.

Таблиця 2
Результати стиснення зображень

Сервіси	Результати стиснення	JPEG зменшився на	PNG зменшився на
Caesium		5 %	1,2 %
FileOptimizer		17,7 %	42,2 %
RIOT		15,9 %	20,3 %
TinyPNG		17,2 %	38,3 %
Optimizilla		17,4 %	41,9 %

У результаті для стиснення зображень було обрано FileOptimizer. Програма обробила 740 файлів у 95 територіях. З них 731 JPEG файл:

- загальний розмір всіх файлів до стиснення – 73,1 Мб.
- загальний розмір всіх файлів до стиснення – 30,3 Мб.

Обсяг всіх файлів було зменшено на 58,55 % без помітної втрати якості. На рис. 1 наведено приклад вікна FileOptimizer після стискання JPEG зображень.

Файл	Расширение	Исходный размер	Оптим. размер	Статус
D:\Оптимизировать\images\dmediatools\10-cars\6.jpg	.jpg	1 774 320	554 975	Done (31%) in 3 мин 37 сек
D:\Оптимизировать\images\dmediatools\14-my-city\7.jpg	.jpg	1 670 267	504 205	Done (30%) in 3 мин 15 сек
D:\Оптимизировать\images\dmediatools\9-front-header\4.jpg	.jpg	1 663 796	478 093	Done (28%) in 3 мин 42 сек
D:\Оптимизировать\images\dmediatools\10-cars\4.jpg	.jpg	1 482 414	466 116	Done (31%) in 2 мин 53 сек
D:\Оптимизировать\images\dmediatools\17-travel\6.jpg	.jpg	1 410 881	407 092	Done (28%) in 3 мин 6 сек
D:\Оптимизировать\images\dmediatools\9-front-header\2.jpg	.jpg	1 339 988	432 523	Done (32%) in 2 мин 59 сек
D:\Оптимизировать\images\dmediatools\9-front-header\7.jpg	.jpg	1 336 931	410 735	Done (30%) in 2 мин 35 сек
D:\Оптимизировать\images\dmediatools\10-cars\3.jpg	.jpg	1 333 909	409 571	Done (30%) in 3 мин 24 сек
D:\Оптимизировать\images\dmediatools\19-single-artide\9.jpg	.jpg	1 303 755	404 012	Done (30%) in 2 мин 24 сек
D:\Оптимизировать\images\dmediatools\19-single-artide\4.jpg	.jpg	1 280 559	389 556	Done (30%) in 2 мин 20 сек
D:\Оптимизировать\images\dmediatools\11-fashion\5.jpg	.jpg	1 227 402	343 957	Done (28%) in 2 мин 44 сек
D:\Оптимизировать\images\dmediatools\14-my-city\8.jpg	.jpg	1 194 016	352 441	Done (29%) in 2 мин 25 сек
D:\Оптимизировать\images\dmediatools\10-cars\8.jpg	.jpg	1 173 753	364 132	Done (31%) in 3 мин 7 сек
D:\Оптимизировать\images\dmediatools\19-single-artide\2.jpg	.jpg	1 143 579	339 695	Done (29%) in 2 мин 28 сек
D:\Оптимизировать\images\dmediatools\11-fashion\4.jpg	.jpg	1 138 464	321 936	Done (28%) in 2 мин 56 сек
D:\Оптимизировать\images\dmediatools\10-cars\5.jpg	.jpg	1 086 691	318 818	Done (29%) in 2 мин 36 сек

Рис. 1. Вікно програми FileOptimizer

Для оцінки ступеня оптимізації швидкістю завантаження сайту до впровадження переліку критеріїв було обрано наступні сервіси:

- Google PageSpeed Insights;
- WebPagetest;
- Gtmetrix;
- Pingdom.

Тестуванню підлягала сторінка «Обо мне», так як вона є найбільш «важкою»: галерея, статичні зображення, скрипти, стилі.

На рис. 2 показано результат тестування сторінки у сервісі Google PageSpeed Insights (для мобільних пристроїв).

На рис. 3 показано результат тестування сторінки у сервісі Google PageSpeed Insights (для комп'ютерів).

У табл. 3 наведено результати тестування сайту до та після впровадження розробленої методики.

Шляхом розрахунку середнього значення відсотків покращення показників можна вважати, що в середньому показники швидкості завантаження сайту поліпилися на 48 %.

PageSpeed Insights HOME GUIDES REFERENCE

.../ru/about

ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРОВ

54 .../ru/about

Оценка скорости загрузки основана на данных, полученных методом имитации загрузки сайта с помощью инструмента Lighthouse.
 Затраченное время: 04.03.2019, 17:05:42
 Scale: ● 90–100 (высокая скорость) ● 50–89 (средняя скорость) ● 0–49 (низкая скорость)

Данные наблюдений
 В отчете об удобстве пользования браузером Chrome недостаточно данных о фактической скорости загрузки этой страницы.

Origin Summary
 В отчете об удобстве пользования браузером Chrome недостаточно данных о фактической скорости загрузки страниц этого источника.

Имитация загрузки страницы
 Результаты анализа Lighthouse, проведенного для текущей страницы в эмулированной мобильной сети. Значения приблизительные и могут изменяться.

Время загрузки первого контента	4,5 сек. ▲	Время загрузки достаточной части контента	5,7 сек. ▲
Индекс скорости загрузки	5,6 сек. ⚠	Время окончания работы ЦП	5,7 сек. ⚠
Время загрузки для взаимодействия	5,8 сек. ⚠	Приблизительное время задержки при вводе	10 мс ✓

Оптимизация
 Эти действия по оптимизации могут ускорить загрузку страницы.

Возможности	Приблизительная экономия
1 Настройте подходящий размер изображений	36,9 s
2 Используйте современные форматы изображений	31,8 s
3 Настройте эффективную кодировку изображений	22,8 s
4 Устраните ресурсы, блокирующие отображение	4,85 s
5 Отложите загрузку неиспользуемого контента CSS	0,9 s
6 Уменьшите размер кода CSS	0,15 s

Диагностика
 Подробная информация о производительности вашего приложения.

- 1 Настройте показ всего текста во время загрузки веб-шрифтов ▲
- 2 Предотвратите чрезмерную нагрузку на сеть **Общий размер достиг 8 497 КБ** ▲
- 3 Сократите глубину вложенности критических запросов Найдено 41 цепочки ✓

Успешные аудиты 13 audits ✓

Рис. 2. Тестування сторінки у сервісі Google PageSpeed Insights для мобільних пристроїв



Рис. 3. Тестування сторінки у сервісі Google PageSpeed Insights для комп'ютерів

Таблиця 3

Аналіз показників швидкості завантаження сайтів до та після оптимізації

Показник швидкості завантаження сайту	До оптимізації	Після оптимізації	Покращення показника
Google PageSpeed Insights (для мобільних пристроїв)			
Загальна оцінка (максимум 100 %)	54	97	43 %
Час завантаження першого контенту (сек.)	4,5	1,6	35,55 %
Індекс швидкості завантаження (сек.)	5,6	2,2	39,28 %
Час завантаження для взаємодії (сек.)	5,8	3,3	56,89 %
Час завантаження достатньої частини контенту (сек.)	5,7	1,6	28,07 %
Час закінчення роботи центрального процесору (сек.)	5,7	2,9	50,87 %
Приблизний час затримки вводу (мілі секунди)	10	10	0
Google PageSpeed Insights (для комп'ютерів)			
Загальна оцінка (максимум 100 %)	79	100	21 %
Час завантаження першого контенту (сек.)	1,5	0,5	33,33 %
Індекс швидкості завантаження (сек.)	1,9	0,7	36,84 %
Час завантаження для взаємодії (сек.)	1,8	0,5	27,77 %
Час завантаження достатньої частини контенту (сек.)	1,8	0,5	27,77 %
Час закінчення роботи центрального процесору (сек.)	1,8	0,5	27,77 %
Приблизний час затримки вводу (мілі секунди)	10	10	0
GTmetrix			
PageSpeed (максимум 100 %)	0	95	100 %
YSlow (максимум 100 %)	70	90	20 %
Повний час завантаження сторінки (сек.)	5,5	3,5	63,63 %
Загальний об'єм сторінки (Мб)	8,62	0,745	91,35 %
Кількість запитів	66	30	45,45 %
WebPagetest			
Час завантаження (сек.)	16,467	0,934	94,33 %
Час отримання першого байту (сек.)	0,426	0,196	79,67 %
Початок відмолювання (сек.)	1,9	0,8	42,1 %
Індекс швидкості (сек.)	6,764	1,301	80,77 %
Кількість запитів	67	30	44,77 %
Загальний об'єм сторінки (Мб)	8,916	0,722	91,9 %

6. Обговорення результатів розробки методики оптимізації швидкості завантаження сайту

В рамках даного дослідження розроблено методику оптимізації швидкості завантаження сайту, орієнтованого на локальну аудиторію. В процесі створення методики (на етапах 5, 6) здійснювалося врахування:

- вартості оптимізації;
- розташування цільової аудиторії у межах одного міста або області;
- того, що сайт може бути розроблено на готовій системі керування вмістом.

Запропонована методика є продовженням досліджень з розробки методики інформаційного забезпечення мультимедійного видавництва. Можливими областями практичного застосування запропонованої методики виступають:

- управління процесами пошукової оптимізації сайту;

- маркетинг в мережі Інтернет і соціальних мережах;
- інформаційне забезпечення мультимедійного видавництва.

На основі результатів розробки можна зробити перелічені нижче висновки щодо можливого практичного застосування методики оптимізації швидкості завантаження сайту:

1) кінцева швидкість завантаження (подана в табл. 3) кожної конкретної сторінки сайту для кожного конкретного користувача в певний момент часу може відрізнятись. Швидкість завантаження навіть для цього ж користувача може бути іншою вже через кілька секунд, якщо він навіть просто оновив ту ж сторінку. Адже швидкість завантаження сайту залежить від дуже великої кількості критеріїв (табл. 1): завантаження з'єднання між користувачем і сервером, завантаженості сервера, кешування і т. д.;

2) у разі високонавантажених серверів з динамічними HTML-файлами gzip-стиснення також може бути застосовано (табл. 2). Тут варто орієнтуватися на мінімальний ступінь стиснення, бо процесорні витрати при цьому зростають лінійно, а розмір зменшується лише логарифмічно;

3) при створенні високопродуктивних веб-додатків повинні бути присутні і клієнт, і серверний підхід. Коли справа доходить до взаємодії «клієнт-сервер», то потрібно змінити обидва аспекти оптимізації. Це стосується етапу 3 запропонованої методики;

4) в процесі використання запропонованої методики оптимізації швидкості завантаження сайту не варто забувати, що швидкість завантаження сайту складається з різних складових. Такими складовими є, наприклад, швидкість пошуку DNS-інформації браузером користувача, швидкості з'єднання браузера користувача з сервером, швидкості генерації запитаної сторінки сервером і подібне. Це є актуальним для тестування сайту на мобільних пристроях (рис. 2) і на комп'ютері (рис. 3).

Перевагами запропонованої методики оптимізації швидкості завантаження сайту є:

- урахування думок ведучих фахівців мультимедійних студій відносно переліку та питимої ваги критеріїв, що впливають на швидкість завантаження сайтів;
- орієнтація запропонованої методики на локальну аудиторію, що дає змогу її ефективного застосування для маркетингу в мережі Інтернет і соціальних мережах;
- практична апробація та тестування як на стаціонарних комп'ютерах, так і на мобільних пристроях.

До недоліків створеної методики оптимізації швидкості завантаження сайту слід віднести те, що на локальному сервері неможливо впровадити деякі з обраних у методиці критеріїв. Також не можливо провести тестування сайту на локальному сервері за допомогою різних сервісів.

В процесі використання запропонованих результатів можуть накладатися наступні обмеження суб'єктивного характеру:

- для впровадження всіх критеріїв з розробленої методики передбачається використання спеціалізованого програмного забезпечення для системи керування вмістом;

– послідовність впровадження запропонованого переліку критеріїв може залежати від особливостей обраного компоненту для оптимізації швидкості завантаження сайту.

Подальшими напрямками дослідження можуть стати:

- оцінка ефективності SEO-оптимізації сайту;
- розробка методики управління ризиками SEO-просування сайту;
- розроблення методології оцінки якості пошукового трафіку.

В процесі реалізації вказаних подальших напрямків дослідження можуть виникнути такі труднощі:

– в ході оцінки ефективності SEO-оптимізації сайту може виникнути складність з визначенням інтегрального показника такої ефективності та кількісного визначення кожної складової даного показника;

– в процесі розробки методики управління ризиками SEO-просування сайту може зіткнутися з проблемою підбору прийнятних ризиків;

– в процесі розроблення методології оцінки якості пошукового трафіку може виникнути трудність виділення факторів корисності різних інструментів і варіацій для поліпшення показників якості трафіку.

7. Висновки

1. Проведено дослідження сутності критеріїв, що впливають на оптимізацію швидкості завантаження сайту. Відповідно до цього виділено перелік основних критеріїв оптимізації швидкості завантаження сайту. Характерними особливостями запропонованих критеріїв стало врахування того, що вони не повинні нашкодити функціональності сайту, його зовнішньому вигляду та не повинні постійно підвищувати навантаження на сервер.

2. Визначено міру впливу критеріїв на ступень оптимізації швидкістю завантаження сайту. Це дало змогу здійснити відсікання з подальшого розгляду таких критеріїв, що мають найменші значення вагових коефіцієнтів, як такі, що вносять малий внесок у процес оптимізації швидкості завантаження сайту. Доречність включення критеріїв в процес вибору визначено, виходячи зі сформованого висновку про те, що 90 % від загальної сукупності критеріїв є абсолютно достатнім для подальшого розгляду, аналізу та формування відповідних висновків.

3. Сформовано перелік і зміст основних етапів методики оптимізації швидкості завантаження сайту, орієнтованого на локальну аудиторію. Вказана методика орієнтована на локальну аудиторію з урахуванням того, що сайт розроблено на готовій системі керування вмістом. Результатом даної методики є кінцева оцінка швидкості завантаження сайту, яка визначається шляхом тестування. Тестування швидкості завантаження сайту має відбуватися у декількох сервісах з метою отримання детальної інформації.

4. Виконано реалізацію розробленої методики оптимізації швидкості завантаження сайту на прикладі прототипу сайту фуд-фотографа. Вказаний сайт базується на системі керування вмістом Joomla 3.9. Для апробації методики оптимізації швидкості завантаження сайту прототип сайту було розміщено на тимчасовому акаунті хостінгу U.ua. та обрано тариф «Лучший SSD». Проведено аналіз показників швидкості завантаження сайтів до та після оптимізації. Шляхом розрахунку

середнього значення відсотків покращення показників визначено, що в середньому показники швидкості завантаження сайту поліпилися на 48%.

Література

1. Losada, J., Raposo, J., Pan, A., Montoto, P., Alvarez, M. (2015). Optimization Techniques to Speed Up the Page Loading in Custom Web Browsers. 2015 IEEE 12th International Conference on e-Business Engineering. doi: <https://doi.org/10.1109/icebe.2015.12>
2. Lapkina, I., Prykhno, Y., Lapkin, O. (2020). Content optimization of the development of multi-project of a shipping company. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (3 (104)), 50–57. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.199477>
3. Poluektova, N., Klebanova, T., Guryanova, L. (2018). Risk Assessment of Corporate Infocommunication Systems Projects Using Bayesian Networks. 2018 International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T). doi: <https://doi.org/10.1109/infocommst.2018.8632150>
4. Diaz, P., Aedo, I., Montero, S. (2005). Web engineering in practice: a development case. *Proceedings of the 5th WSEAS International Conference on Distance Learning and Web Engineering*. Corfu: IASME, 140–145. URL: https://www.researchgate.net/publication/242080427_Web_engineering_in_practice_a_development_case
5. Gujari, R., Sahithi, C., Parihar, N. (2020). Academic search engine optimization. *Journal of Critical Reviews*, 7 (13), 1373–1376. doi: <https://doi.org/10.31838/jcr.07.13.227>
6. Hrabovskyi, Y., Brynza, N., Vilkhivska, O. (2020). Development of information visualization methods for use in multimedia applications. *EUREKA: Physics and Engineering*, 1, 3–17. doi: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2020.001103>
7. Horoshko, V. (2020). Control optimization of electromechanical systems by fractional-integral controllers. *Technology Audit and Production Reserves*, 3 (2 (53)), 56–59. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2020.207037>
8. Rai, P., Lal, A. (2016). Google PageRank Algorithm: Markov Chain Model and Hidden Markov Model. *International Journal of Computer Applications*, 138 (9), 9–13. doi: <https://doi.org/10.5120/ijca2016908942>
9. Hrabovskyi, Y., Yevsyeyev, O., Pandorin, A. (2018). Development of a method for the creation of 3d advertising printing products. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (2 (96)), 6–18. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.147325>
10. Bhandari, D. (2017). Improving online visibility of the web pages with Search Engine Optimization: Laurea University of Applied Sciences. *Laurea*, 56. URL: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/130683/ibility-of-the%20web-pages-with-Search%20Engine%20Optimization-%20Laurea%20University%20of%20Applied%20Sciences.pdf?isAllowed=y&sequence=1>