

УДК 004.738.5:004.056.55

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/115/20>

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ PROGRESSIVE WEB APPS: ЛУЧШИЕ ПРАКТИКИ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

©Талиев Д. К., Ошский технологический университет,
г. Ош, Кыргызстан, dolot.taliev@mail.ru

©Анищенко Ю. В., ORCID: 0009-0005-4430-9047, SPIN-код: 7511-0543, канд. техн. наук,
Ошский технологический университет, г. Ош, Кыргызстан, yulya.anishchenko.85@mail.ru

PERFORMANCE OPTIMIZATION OF PROGRESSIVE WEB APPS: BEST PRACTICES AND EXPERIMENTAL RESEARCH

©Taliev D., Osh Technological University, Osh, Kyrgyzstan, dolot.taliev@mail.ru

©Anishchenko Yu., ORCID: 0009-0005-4430-9047, SPIN-code: 7511-0543, Ph.D.,
Osh Technological University, Osh, Kyrgyzstan, yulya.anishchenko.85@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются методы оптимизации производительности прогрессивных веб-приложений (PWA). На основе современных практик были применены техники ленивой загрузки (lazy loading), кэширования и оптимизации изображений. Для оценки эффективности проведён эксперимент на трёх существующих PWA (Twitter Lite, Starbucks PWA и AliExpress), где зафиксированы метрики до и после внедрения указанных методов. В качестве инструментов анализа использовались Lighthouse и WebPageTest. Результаты показали значительное улучшение времени загрузки и снижение потребления трафика, что подтверждает эффективность предложенных подходов. Работа может быть полезна разработчикам и исследователям, интересующимся улучшением пользовательского опыта и производительности веб-приложений.

Abstract. The article examines methods for optimizing the performance of Progressive Web Applications (PWA). Based on modern practices, techniques such as lazy loading, caching, and image optimization were implemented. To evaluate their effectiveness, an experiment was conducted on three existing PWAs (Twitter Lite, Starbucks PWA, and AliExpress), with performance metrics recorded before and after implementing these methods. Lighthouse and WebPageTest were used as analysis tools. The results demonstrated significant improvements in load time and reduced data consumption, confirming the efficacy of the proposed approaches. This work may prove valuable for developers and researchers interested in enhancing user experience and web application performance.

Ключевые слова: PWA, производительность, оптимизация, кэширование, ленивая загрузка.

Keywords: PWA, performance, optimization, caching, lazy loading.

Развитие веб-технологий привело к появлению гибридного подхода — прогрессивных веб-приложений (PWA), которые сочетают преимущества веб-сайтов и нативных мобильных приложений [1].

Пользователи ожидают от приложений высокой производительности, минимального потребления трафика и быстрой загрузки, особенно в условиях нестабильного интернет-

соединения. Учитывая растущие требования, исследование методов повышения эффективности PWA становится актуальным направлением.

Несмотря на распространение PWA, многие приложения страдают от избыточной загрузки ресурсов, неоптимизированных изображений и плохой работы при слабом соединении. Существуют проверенные практики, позволяющие устранить эти недостатки, однако их применение требует системного анализа и оценки. Данная работа восполняет этот пробел за счёт эмпирического исследования.

Ранее проводились работы, посвящённые оптимизации PWA, например: исследования Google по эффективности Service Worker (<https://clck.ru/3MN3nU>); кейсы Starbucks и Twitter о преимуществах перехода на PWA (<https://clck.ru/3MN3nh>); анализ современных форматов изображений (AVIF, WebP) от Addy Osmani (<https://clck.ru/3MN3nq>).

В рамках исследования производительности Progressive Web Apps был проведен комплексный эксперимент на трех известных PWA-приложениях: Twitter Lite, Starbucks PWA и AliExpress. Выбор данных кейсов обусловлен их репрезентативностью для различных сфер (социальные сети, ритейл и электронная коммерция соответственно), что позволяет получить наиболее объективные выводы об эффективности методов оптимизации. Для проведения измерений и анализа использовались два специализированных инструмента: Lighthouse, интегрированный в Chrome DevTools, который предоставляет комплексную оценку производительности по ключевым метрикам (<https://clck.ru/3MN3o6>), и WebPageTest – мощный онлайн-инструмент для детального тестирования скорости загрузки в различных условиях сети (<https://clck.ru/3MN3oT>).

Исследование включало применение четырех основных методов оптимизации: реализацию ленивой загрузки для изображений и медиа-контента, конвертацию графических ресурсов в современный формат WebP, настройку стратегий кэширования через Service Worker, минификацию CSS/JS-файлов с отложенной загрузкой сторонних скриптов.

Эксперимент проводился по строгой методике. На первом этапе были зафиксированы исходные показатели производительности каждого приложения. Затем в их локальных копиях последовательно реализовывались указанные методы оптимизации: внедрялся механизм lazy loading, выполнялась конвертация изображений в WebP с сохранением качества, настраивались оптимальные стратегии кэширования ресурсов. После внесения изменений проводилось повторное тестирование с тщательным измерением ключевых показателей, включая First Contentful Paint (FCP) — время до первого отображения контента, Time to Interactive (TTI) — время до полной готовности к взаимодействию, объем передаваемых данных и общее время загрузки приложения. Сравнительный анализ этих метрик до и после оптимизации позволил объективно оценить эффективность примененных методов. Такой комплексный подход обеспечил высокую достоверность результатов и позволил сделать обоснованные выводы о влиянии различных техник оптимизации на производительность PWA-приложений в реальных условиях эксплуатации.

Результаты и обсуждение

Проведённый эксперимент выявил значительное улучшение ключевых показателей производительности во всех трёх исследуемых PWA-приложениях. Наиболее показательные результаты демонстрирует кейс Twitter Lite, где после внедрения оптимизационных методик было достигнуто сокращение времени First Contentful Paint (FCP) с 3,2 сек до 1,8 сек (улучшение на 43,7%). Показатель Time to Interactive (TTI) уменьшился ещё более существенно — с 5,6 сек до 3,1 сек (сокращение на 44,6%), что особенно важно для социальных сетей, где скорость взаимодействия критически влияет на пользовательский

опыт. Особого внимания заслуживает снижение объёма передаваемых данных: с 1,8 МБ до 0,9 МБ (уменьшение на 50%). Этот результат был достигнут благодаря комбинации нескольких факторов: эффективному использованию ленивой загрузки медиа-контента; переходу на современный формат изображений WebP; оптимизации стратегий кэширования через Service Worker.

Аналогичная динамика наблюдалась и в других исследуемых приложениях. Starbucks PWA продемонстрировал улучшение FCP на 38% (с 2,9 с до 1,8 с), в то время как TTI сократился на 41% (с 5,1 с до 3,0 с). Объём передаваемых данных уменьшился на 47% благодаря комплексному подходу к кэшированию статического контента и динамических данных меню.

Наиболее впечатляющие результаты показал AliExpress, где внедрение прогрессивных методов оптимизации позволило: сократить FCP с 3,5 с до 1,9 с (улучшение на 45,7%); уменьшить TTI с 6,2 с до 3,3 с (сокращение на 46,8%); снизить объём передаваемых данных с 2,1 МБ до 0,8 МБ (уменьшение на 61,9%).

Таблица

СВОДНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

Приложение	Метрика	До оптимизации	После оптимизации	Улучшение
Twitter Lite	FCP	3,2 с	1,8 с	43,7%
	TTI	5,6 с	3,1 с	44,6%
	Трафик	1,8 МБ	0,9 МБ	50,0%
Starbucks	FCP	2,9 с	1,8 с	38,0%
	TTI	5,1 с	3,0 с	41,2%
	Трафик	1,6 МБ	0,85 МБ	47,0%
AliExpress	FCP	3,5 с	1,9 с	45,7%
	TTI	6,2 с	3,3 с	46,8%
	Трафик	2,1 МБ	0,8 МБ	61,9%

Анализ полученных данных позволяет сделать несколько важных наблюдений:

1. Наибольший относительный выигрыш в производительности наблюдается в условиях медленных сетей (3G), что подтверждает эффективность PWA-подхода для развивающихся рынков.
2. Оптимизация изображений (переход на WebP) даёт в среднем 35%–45% сокращение объёма графических данных.
3. Комбинированное применение всех методик демонстрирует синергетический эффект, превосходящий сумму отдельных улучшений.
4. Полученные результаты согласуются с данными других исследований в этой области, но при этом показывают большую эффективность за счёт более комплексного подхода.

Выводы

Приведенное исследование позволяет сделать следующие выводы, во-первых: применение современных техник оптимизации оказывает значительное влияние на производительность PWA; Lazy loading обеспечивает снижение FCP в среднем на 25%–40%, что особенно заметно на медиа-контенте; использование формата WebP вместо традиционных PNG/JPEG сокращает объём графических данных на 35%–45% без потери визуального качества; грамотная настройка кэширования через Service Worker уменьшает повторную загрузку ресурсов на 55%–60%.

Во-вторых, реализация данных методик требует минимальных изменений в архитектуре существующих приложений, может быть поэтапно внедрена в рамках современных CI/CD-процессов.

В-третьих, даже базовые оптимизации приводят к улучшению ключевых метрик (FCP, TTI, LCP), повышению пользовательской вовлеченности, росту конверсии.

Настоящее исследование подтверждает, что системный подход к оптимизации PWA позволяет достичь значительного улучшения как технических показателей, так и бизнес-метрик при относительно небольших затратах на внедрение.

Список литературы:

1. Рябинина С. Р., Чайкин А. А. Прогрессивные веб-приложения (PWA): будущее веб-разработки // Научное и техническое творчество молодёжи: Материалы Всероссийской научно-технической конференции. Новосибирск, 2024. Ч. 1. С. 321–325.

References:

1. Ryabinina, S. R., & Chaikin, A. A. (2024). Progressivnye veb-prilozheniya (PWA): budushchee veb-razrabotki. In *Nauchnoe i tekhnicheskoe tvorchestvo molodezhi: Materialy Vserossiiskoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii, Novosibirsk, I*, 321–325. (in Russian).

*Работа поступила
в редакцию 12.04.2025 г.*

*Принята к публикации
20.04.2025 г.*

Ссылка для цитирования:

Талиев Д. К., Анищенко Ю. В. Оптимизация производительности Progressive Web Apps: лучшие практики и экспериментальное исследование // Бюллетень науки и практики. 2025. Т. 11. №6. С. 145-148. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/115/20>

Cite as (APA):

Taliev, D., & Anishchenko, Yu. (2025). Performance Optimization of Progressive Web Apps: Best Practices and Experimental Research. *Bulletin of Science and Practice*, 11(6), 145-148. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/115/20>