

ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТИВНЫХ СТРАТЕГИЙ СЕРВЕРНОГО РЕНДЕРИНГА И ВЫБОРОЧНОЙ ГИДРАТАЦИИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ CORE WEB VITALS В ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯХ

Кузнецов А.В. (ИТМО)

Научный руководитель – доцент Государев И.Б. (ИТМО)

Аннотация. В работе проведён сравнительный анализ адаптивных стратегий серверного рендеринга и выборочной гидратации (SSR, Streaming SSR, React Server Components, islands architecture) и их влияния на метрики Core Web Vitals (LCP, INP, CLS). Разработана методика эмпирического тестирования на идентичных приложениях Next.js с использованием Lighthouse CI и WebPageTest. Эксперименты показали улучшение INP на 25–40% и снижение клиентского JavaScript на 30–45% на мобильных профилях при переходе к адаптивным подходам.

Введение. Включение Google Core Web Vitals (LCP, INP, CLS) в алгоритм ранжирования поисковых результатов сделало производительность веб-приложений одним из ключевых факторов успеха. Традиционные подходы – Client-Side Rendering и классический Server-Side Rendering – не всегда обеспечивают оптимальный баланс между скоростью первичной отрисовки и последующей интерактивностью, особенно на мобильных устройствах и в условиях медленных сетей.

Анализ научной литературы показал, что отечественные исследования в основном сосредоточены на серверных метриках и поисковой оптимизации [1], тогда как зарубежные работы уделяют больше внимания потоковому серверному рендерингу, серверным компонентам React и выборочной гидратации как средствам снижения задержек взаимодействия и суммарного блокирующего времени [2–4]. При этом систематического эмпирического сравнения адаптивных стратегий в единой методической рамке в литературе явно недостаточно.

Основная часть. Цель исследования – провести сравнительный анализ влияния адаптивных стратегий серверного рендеринга и выборочной гидратации на метрики Core Web Vitals в приложениях Next.js.

Для обеспечения воспроизводимости и чистоты эксперимента были разработаны три идентичных по функционалу и пользовательскому интерфейсу приложения: контентная страница (блог), страница товара интернет-магазина и интерактивный дашборд аналитики с фильтрацией сортировкой. Каждое приложение реализовано в четырёх конфигурациях, отличающихся только способом рендеринга и гидратации:

- базовый SSR с полной гидратацией;
- Streaming SSR с прогрессивной гидратацией;
- React Server Components с выборочной гидратацией;
- гибридный подход, приближенный к islands architecture.

Все приложения используют один и тот же набор компонентов, одинаковые mock-данные и стили. Измерения проводились с помощью Lighthouse CI и WebPageTest в двух эмулированных профилях: «мобильный слабый» (3G, CPU-throttling x4) и «десктоп хороший» (4G, без ограничений). Для каждого варианта выполнялось по 15 итераций с идентичными сценариями действий и последующим усреднением результатов.

Выводы. Эксперимент показал, что переход к адаптивным стратегиям (Streaming SSR + selective hydration и RSC) обеспечивает устойчивое улучшение ключевых метрик. На мобильных профилях INP снижается на 25–40 %, размер клиентского JavaScript – на 30–45 %, при этом значения CLS остаются в пределах нормы. Наиболее выраженный эффект наблюдается на страницах с высокой интерактивностью (дашборд), где выборочная гидратация позволяет отложить «оживление» второстепенных компонентов.

Полученные результаты будут полезны при проектировании современных веб-приложений на Next.js и аналогичных фреймворках. Рекомендуется внедрять предложенную методику сравнительного тестирования на этапе архитектурного проектирования и регулярно проводить регрессионные измерения Core Web Vitals при миграции на новые версии React и Next.js.

Список использованных источников

1. Максимов, Я. А. Методы, модели и метрики сбора данных о производительности клиент-серверных веб-приложений: дис. ... канд. техн. наук: 2.3.8 – Информатика и информационные процессы / Я. А. Максимов; ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет». – Пенза, 2025.

2. Chen, K. Improving Front-end Performance through Modular Rendering and Adaptive Hydration (MRAH) in React Applications / K. Chen // arXiv [Электронный ресурс]. – 2025. – 4 Apr. – URL: <https://arxiv.org/abs/2504.03884> – DOI 10.48550/arXiv.2504.03884. (дата обращения: 14.02.2026).

3. Hulthén, E. Streaming Server-Side Rendering: An Empirical Study on Page Performance, Server Load, and User Experience [Электронный ресурс]. – DiVA portal, 2025. – URL: <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1903931> (дата обращения: 15.02.2026).

4. Makarevich, N. React Server Components: Do They Really Improve Performance? [Электронный ресурс]. – Developer Way, 2025. – URL: <https://www.developerway.com/posts/react-server-components-performance> (дата обращения: 15.02.2026).

Автор _____ Кузнецов А.В.

Научный руководитель _____ Государев И.Б.