

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра дискретной математики и информационных технологий

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ, РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ ЛЕГКОВЕСНОГО
ПРОТОКОЛА ОБМЕНА ДАННЫМИ ДЛЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ
“ЦИФРОВАЯ АПТЕЧКА” НА СТЕКЕ NODE.JS/REACT**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 421 группы
направления 09.03.01 — Информатика и вычислительная техника
факультета КНиИТ
Мухачёва Владислава Сергеевича

Научный руководитель
доцент

Е. А. Синельников

Заведующий кафедрой
доцент, к. ф.-м. н.

Л. Б. Тяпаев

Саратов 2025

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. В современном мире веб-приложения играют все более значимую роль, в том числе в сферах здравоохранения и самообслуживания. Эффективное взаимодействие между клиентской и серверной частями критически важно, особенно для мобильных устройств и в условиях нестабильного интернет-соединения, где объем передаваемых данных и скорость их обработки напрямую влияют на пользовательский опыт. Стандартный формат JSON, несмотря на свою популярность, часто приводит к избыточности передаваемой информации из-за своей текстовой природы и повторения ключей. Это делает актуальной задачу проектирования и разработки специализированных легковесных протоколов обмена данными, способных минимизировать трафик и ускорить процессы (де)сериализации для конкретных приложений.

Цель и задачи выполняемой ВКР. Целью данной дипломной работы является проектирование собственного легковесного протокола обмена данными (LWPv1), разработка его реализации и анализ эффективности для использования в веб-приложении “Цифровая аптечка”, реализованном на стеке Node.js (Express) и React. Для достижения поставленной цели были решены следующие основные задачи:

- Проведен анализ существующих подходов к сериализации данных в веб-приложениях, выявлены преимущества и недостатки формата JSON и популярных бинарных альтернатив.
- Сформулированы требования и разработана концепция легковесного протокола обмена данными LWPv1, включая детальное описание его формата сериализации, ориентированного на минимизацию трафика и потенциальное ускорение обработки для данных приложения “Цифровая аптечка”.
- Реализованы функции сериализации и десериализации для протокола LWPv1 на стороне сервера (Node.js) и клиента (JavaScript).
- Разработано веб-приложение “Цифровая аптечка”, использующее как стандартный формат JSON, так и реализацию спроектированного протокола LWPv1, а также интегрирован формат MessagePack для трехстороннего сравнения.
- Проведен сравнительный анализ эффективности протокола LWPv1 с подходами на основе JSON и MessagePack по метрикам: объем передаваемых данных, время отклика сервера, время серверной сериализации и клиент-

ской десериализации.

Краткая характеристика материалов исследования. Исследование включает теоретический анализ форматов сериализации данных, практическую разработку полнофункционального веб-приложения с использованием современных технологий (React, Node.js, Express, PostgreSQL), создание и интеграцию собственного протокола обмена данными LWPv1, а также проведение экспериментального тестирования производительности различных подходов к обмену данными.

Описание структуры ВКР. Выпускная квалификационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Во введении обосновывается актуальность темы, формулируются цель и задачи исследования, дается краткая характеристика работы. В первой главе “Теоретические основы и анализ существующих решений для обмена данными в веб-приложениях” рассматриваются принципы клиент-серверного взаимодействия, проводится обзор и анализ форматов сериализации данных, таких как JSON, XML и бинарные форматы (включая MessagePack), обсуждаются критерии их выбора и формулируется постановка задачи исследования. Во второй главе “Проектирование и реализация веб-приложения “Цифровая аптечка” и легковесного протокола обмена данными” описывается архитектура разрабатываемого веб-приложения, структура его базы данных, детально излагается спецификация протокола LWPv1 и особенности его реализации на клиентской и серверной сторонах, а также пользовательский интерфейс приложения. В третьей главе “Экспериментальное исследование и анализ результатов” представляется методика проведения сравнительного тестирования производительности протоколов LWPv1, JSON и MessagePack, приводятся и анализируются полученные экспериментальные данные. В заключении подводятся итоги проделанной работы, формулируются основные выводы и обозначаются возможные направления дальнейших исследований. Приложения содержат листинги ключевых фрагментов исходного кода.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первом разделе “Теоретические основы и анализ существующих решений для обмена данными в веб-приложениях” рассмотрены фундаментальные аспекты клиент-серверной архитектуры и протокола HTTP. Проведен детальный анализ распространенных форматов сериализации данных: JSON (с акцентом на его текстовую природу и избыточность), XML (как исторически значимый, но менее используемый в современных легковесных API) и бинарных форматов (MessagePack, Protocol Buffers, Avro), подчеркивая их потенциал в снижении объема данных и ускорении обработки. Выделены ключевые критерии выбора формата, такие как размер данных, скорость (де)сериализации, читаемость, простота интеграции и поддержка типов данных. На основе анализа сформулирована проблема неэффективности стандартных подходов для специфических нужд приложения “Цифровая аптечка” и выдвинута гипотеза о возможности повышения эффективности за счет специализированного легковесного протокола LWPv1.

Во втором разделе “Проектирование и реализация веб-приложения “Цифровая аптечка” и легковесного протокола обмена данными” представлена реализация поставленной задачи. Описана трехзвенная архитектура веб-приложения: клиентская часть на React, серверная часть на Node.js с фреймворком Express и база данных PostgreSQL. Спроектирована структура БД, включающая таблицы для хранения информации о лекарствах, истории их использования и напоминаниях. Центральной частью раздела является проектирование протокола LWPv1. Его ключевые особенности: текстовая основа (для первой версии), позиционное кодирование полей для основной сущности “Лекарство” (что исключает передачу имен ключей), оптимизированное представление дат (формат YYYYMMDD) и единиц измерения (числовые индексы из словаря). Определены функции сериализации (“serializeToLWP”) и десериализации (“deserializeFromLWP”) для LWPv1, реализованные как на сервере, так и на клиенте для обеспечения совместимости. API сервера настроено на обработку запросов с учетом заголовков “Accept” и “Content-Type” для поддержки JSON, LWPv1 и MessagePack. Клиентская часть приложения реализована как одностраничное приложение (SPA) на React, предоставляющее пользователю интерфейс для управления домашней аптечкой, настройки напоминаний, просмотра истории использования и доступа к справочнику первой помощи. Реализована возможность выбора протокола

обмена данными через пользовательский интерфейс.

В третьем разделе “Экспериментальное исследование и анализ результатов” проведена оценка эффективности разработанного протокола LWPv1 в сравнении с JSON и MessagePack (в его стандартной конфигурации без оптимизации ключей). Тестирование проводилось на локальной машине на трех наборах данных (20, 100 и 500 записей о лекарствах). Измерялись следующие метрики: объем передаваемых данных (Content-Length), время отклика сервера (TTFB), время серверной сериализации и время клиентской десериализации (включая постобработку). Результаты показали, что LWPv1 обеспечивает существенное сокращение объема передаваемых данных (примерно на 47-48% по сравнению с JSON и MessagePack). По скорости серверной сериализации и клиентской десериализации LWPv1 также продемонстрировал лучшие показатели. Для больших наборов данных LWPv1 и MessagePack показали преимущество в TTFB по сравнению с JSON. MessagePack в текущей конфигурации не показал значимого выигрыша в объеме данных перед JSON и уступил в скорости клиентской десериализации. Эксперименты подтвердили эффективность предложенного подхода для оптимизации обмена данными в приложении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения дипломной работы была успешно решена задача повышения эффективности обмена данными в веб-приложении “Цифровая аптечка” путем проектирования, разработки, реализации и анализа специализированного легковесного протокола LWPv1. Проведенный анализ существующих форматов сериализации данных подтвердил актуальность разработки альтернативных решений для снижения избыточности JSON. Разработанный протокол LWPv1, основанный на позиционном кодировании полей и адаптированный под структуру данных приложения, продемонстрировал следующие ключевые преимущества по результатам экспериментального исследования:

- **Значительное сокращение объема передаваемых данных:** в среднем на 47-48% по сравнению с JSON и стандартной конфигурацией MessagePack, что особенно важно для пользователей с ограниченным интернет-трафиком или медленным соединением.
- **Ускорение процессов (де)сериализации:** LWPv1 показал наименьшее время как серверной сериализации, так и клиентской десериализации, что положительно сказывается на общей производительности приложения.
- **Улучшение времени отклика сервера (TTFB):** на больших объемах данных LWPv1, наряду с MessagePack, способствовал снижению TTFB по сравнению с JSON.

Полученные результаты подтверждают выдвинутую гипотезу о том, что для приложений с известной и относительно стабильной структурой данных разработка собственного легковесного протокола может быть более эффективным решением, чем использование универсальных форматов. Практическая значимость работы заключается в создании работающего прототипа веб-приложения и протокола, а также в разработке методики их сравнения, которая может быть использована для оптимизации других веб-приложений. Возможные направления дальнейшего развития включают разработку бинарной версии протокола LWPv1, расширение его спецификации для других сущностей приложения, исследование применения техник сжатия данных внутри протокола и разработку механизма автоматической генерации кода для (де)сериализаторов LWPv1 на основе описания схемы данных.

ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ:

1. Bray, T. The JavaScript Object Notation (JSON) Data Interchange Format. RFC 8259 [Электронный ресурс] / Internet Engineering Task Force (IETF). — 2017. — URL: <https://www.rfc-editor.org/info/rfc8259> (дата обращения: 20.04.2025).
2. MessagePack: It's like JSON. but fast and small. [Электронный ресурс]. — URL: <https://msgpack.org/> (дата обращения: 21.04.2025).
3. Node.js Documentation [Электронный ресурс]. — URL: <https://nodejs.org/en/docs/> (дата обращения: 22.04.2025).
4. Express.js — Node.js web application framework [Электронный ресурс]. — URL: <https://expressjs.com/> (дата обращения: 22.04.2025).
5. React — A JavaScript library for building user interfaces [Электронный ресурс]. — URL: <https://react.dev/> (дата обращения: 22.04.2025).
6. PostgreSQL: Documentation [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.postgresql.org/docs/> (дата обращения: 22.04.2025).
7. Viotti J. C., Kinderkhedia M. A Benchmark of JSON-compatible Binary Serialization Specifications [Электронный ресурс] // arXiv.org. — URL: <https://arxiv.org/abs/2201.03051> (дата обращения: 05.04.2025).