

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕРЕЛЯЦИОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОРПОРАТИВНОЙ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

**Введение.** В современных условиях разработчики всё чаще обращаются к нереляционным базам данных для создания гибких, масштабируемых и высокопроизводительных приложений. Одним из ключевых примеров успешного применения NoSQL является MongoDB, которая идеально подходит для проектов с динамически меняющимися требованиями и разнородными данными. В статье рассмотрен кейс внедрения MongoDB в систему управления логистическими процессами предприятия, включающую веб-интерфейс для сотрудников и мобильное приложение для водителей.

Цель исследования состоит в оценке эффективности применения нереляционных баз данных для разработки приложений, требующих гибкости, масштабируемости и работы с разнородными данными, а также демонстрация их преимуществ в контексте управления бизнес-процессами.

Объектом исследования выступает разработка программной системы для автоматизации логистических процессов предприятия, объединяющая веб-интерфейс для сотрудников логистического отдела, мобильное приложение для водителей и нереляционную базу данных на MongoDB, выступающую в роли центрального хранилища информации.

Предметом исследования являются особенности проектирования, реализации и оптимизации приложения на основе документо-ориентированной NoSQL-СУБД.

**Основная часть.** Разработанная логистическая система построена по модульному принципу и включает два основных компонента. Веб-приложение для сотрудников логистического отдела предоставляет функционал для управления перевозками, контроля складских запасов и взаимодействия с водителями. Мобильное приложение позволяет водителям получать задания, просматривать маршруты и оперативно связываться с диспетчерами.

Центральным элементом архитектуры выступает MongoDB, которая обеспечивает хранение и обработку всех данных системы. Выбор данной СУБД обусловлен рядом преимуществ, наиболее значимыми из которых являются:

- гибкая схема данных, позволяющая легко адаптировать структуру под меняющиеся бизнес-требования;
- горизонтальная масштабируемость за счет шардирования;
- высокая производительность при работе с JSON-документами, что особенно важно для веб и мобильных приложений [1].

На рисунке 1 изображена модель базы данных.

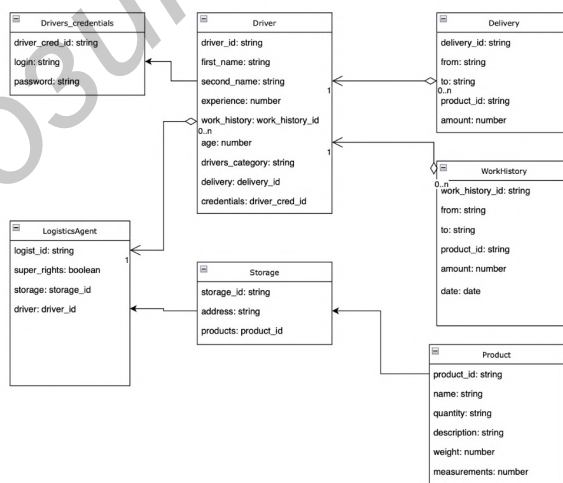


Рисунок 1 — Модель базы данных

В логистической системе на базе MongoDB реализована комплексная модель данных, обеспечивающая эффективное управление транспортными операциями. Центральным элементом архитектуры выступает коллекция Driver, содержащая исчерпывающую информацию о водителях - от персональных данных до профессиональных характеристик. Оптимизированная структура документов и продуманная индексация позволяют оперативно подбирать исполнителей по квалификации и текущей загрузке.

Коллекция Delivery представляет собой гибкую систему учета перевозок, где каждая операция детально документируется. Интеллектуальное сочетание вложенных документов для часто используемых данных и ссылочных связей для интеграции с другими сущностями обеспечивает баланс между производительностью и целостностью информации. Особое внимание уделено механизмам фильтрации по статусу перевозок, что существенно ускоряет обработку запросов.

Складской учет реализован через коллекцию Storage, где геопространственные индексы и автоматически обновляемые показатели загрузки создают мощный инструмент для управления товарными потоками. Товарная номенклатура в коллекции Product организована с учетом специфики различных категорий, обеспечивая гибкость при работе с разнородными грузами.

Отдельная коллекция DriversCredentials гарантирует безопасное хранение учетных данных, изолируя конфиденциальную информацию и ускоряя процессы аутентификации. Архив выполненных перевозок в WorkHistory не просто фиксирует исторические данные, но и предоставляет аналитический инструментарий для оценки качества работы, благодаря оптимизированным индексам и системе рейтингов.

Взаимосвязанная структура коллекций образует целостную экосистему, где каждый компонент выполняет четко определенную функцию, а продуманные механизмы оптимизации обеспечивают высокую производительность даже при интенсивной нагрузке. Такая архитектура позволяет системе эффективно масштабироваться и адаптироваться к изменяющимся бизнес-требованиям.

В архитектуре системы реализована гибкая модель организации связей между данными, сочетающая несколько взаимодополняющих подходов. Основу взаимодействия между сущностями составляют ссылочные связи, которые обеспечивают целостность отношений между разными коллекциями.

Для критически важных и часто запрашиваемых данных используется подход вложенных документов. Этот метод особенно эффективен для информации, которая требуется в большинстве операций чтения — таких как основные характеристики товаров в перевозках. Вложенная структура минимизирует количество обращений к базе, обеспечивая быстрый доступ к связанным данным в рамках одного запроса.

С точки зрения оптимизации производительности, система использует комплексный подход. Тщательно продуманная индексация охватывает все ключевые аспекты работы — от поиска водителей по категориям прав до сортировки перевозок по датам.

Стратегическая денормализация данных позволяет ускорить выполнение типовых операций за счет разумного дублирования информации. В сочетании с предварительно рассчитанными агрегированными показателями это дает значительный прирост производительности для аналитических запросов.

Для обеспечения масштабируемости применено горизонтальное разделение данных (шардирование) по географическому признаку и временным периодам. Это позволяет равномерно распределять нагрузку и эффективно управлять большими объемами исторических данных, сохраняя высокую скорость работы системы даже при значительном росте количества пользователей и операций.

**Заключение.** Проведенное исследование подтвердило эффективность использования MongoDB в качестве основы для корпоративной логистической системы. Реализованное решение продемонстрировало ключевые преимущества документо-ориентированного подхода: гибкость структуры данных, высокую производительность при работе с JSON-документами и возможность горизонтального масштабирования. Оптимальное сочетание ссылочных связей и вложенных документов, продуманная индексация и стратегическая денормализация данных обеспечили системе стабильную работу под нагрузкой.

Применение MongoDB позволило создать единое информационное пространство для веб-приложения логистов и мобильного приложения водителей, обеспечив согласованность данных и оперативность их обработки. Особое внимание было уделено безопасности хранения учетных данных и эффективности работы с геопространственной информацией.

#### Список цитируемых источников

1. *Александрич, М.* Осваиваем MongoDB 7.0 : руководство / М. Александрич, А. Боруцки, Л. Домингес ; пер. с англ. А. В. Снастина. — М. : ДМК Пресс, 2025. — 458 с.

УДК 681.3:658

**А. К. Крамаренко, М. Ю. Сливко**

*Учреждение образования «Брестский Государственный Технический Университет»,  
Брест, Республика Беларусь*

## **ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В УПРАВЛЕНИИ МЕЖДУНАРОДНЫМИ ТРАНЗИТНЫМИ ПЕРЕВОЗКАМИ**

**Введение.** Сложность управления международными транзитными перевозками определена множеством факторов (географическое распределение, таможенные процедуры, разнообразие транспортных средств и маршрутов, динамичность рыночных условий, др.). В этих условиях важно применять инновационные