



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н. Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н. Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

КАФЕДРА «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

НА ТЕМУ:

*«Разработка базы данных сервиса краткосрочной
аренды городских электросамокатов (кикшеринг)»*

Студент ИУ7-65Б
(Группа)

(Подпись, дата)

М. Д. Котцов
(И. О. Фамилия)

Руководитель курсовой работы

(Подпись, дата)

М. В. Филиппов
(И. О. Фамилия)

2023 г.

РЕФЕРАТ

Расчетно-пояснительная записка 33 с., 9 рис., 1 табл., 9 источн., 1 прил.

Ключевые слова: базы данных, SQL, REST API, PostgreSQL, TypeScript, городской транспорт, кикшеринг, электросамокаты.

Объектом разработки является база данных сервиса краткосрочной аренды городских электросамокатов (кикшеринг).

Цель работы — спроектировать и разработать базу данных для хранения данных сервиса кикшеринга.

Для достижения данной цели были решены следующие задачи:

- проанализированы варианты представления данных и выбран подходящий вариант для решения задачи;
- проанализированы системы управления базами данных и выбрана подходящая система для хранения данных;
- спроектирована база данных, описаны её сущности и связи;
- реализован интерфейс для доступа к базе данных;
- реализовано программное обеспечение, позволяющее взаимодействовать со спроектированной базой данных.

В результате выполнения работы была спроектирована и разработана база данных для хранения данных сервиса по аренде электросамокатов. Также было разработано приложение для доступа к этим данным.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----------|
| РЕФЕРАТ | 3 |
| ВВЕДЕНИЕ | 6 |
| 1 Аналитический раздел | 7 |
| 1.1 Анализ предметной области | 7 |
| 1.2 Анализ существующих решений | 8 |
| 1.3 Требования к разрабатываемой базе данных и приложению . . . | 9 |
| 1.4 Формализация данных | 10 |
| 1.5 Формализация пользователей приложения | 12 |
| 1.6 Диаграмма вариантов использования | 13 |
| 1.7 Анализ существующих баз данных | 15 |
| 1.7.1 Реляционные базы данных | 16 |
| 1.7.2 Нереляционные базы данных | 16 |
| 2 Конструкторский раздел | 19 |
| 2.1 Диаграмма проектируемой базы данных | 19 |
| 2.2 Сущности проектируемой базы данных | 19 |
| 2.2.1 Пользователь (таблица users) | 19 |
| 2.2.2 Токен авторизации (таблица auth_tokens) | 20 |
| 2.2.3 Сообщение в чате (таблица chat_messages) | 20 |
| 2.2.4 Бронирование (таблица bookings) | 21 |
| 2.2.5 Аренда (таблица rentals) | 21 |
| 2.2.6 Зона ограничения скорости (таблица restricted_zones) . . | 22 |
| 2.2.7 Парковки (таблица parkings) | 22 |
| 2.2.8 Настройка (таблица settings) | 22 |
| 2.2.9 Электросамокат (таблица scooters) | 22 |
| 2.2.10 Модель электросамоката (таблица scooter_models) | 23 |
| 2.2.11 Производитель электросамоката (таблица scooter_manufacturers) | 23 |
| 2.2.12 Запись в истории перемещений (таблица pings) | 23 |
| 2.2.13 Код авторизации (таблица totp) | 24 |
| 2.3 Ограничения целостности базы данных | 24 |

| | | |
|--------|---|----|
| 2.3.1 | Таблица users | 25 |
| 2.3.2 | Таблица scooter_manufacturers | 25 |
| 2.3.3 | Таблица scooter_models | 25 |
| 2.3.4 | Таблица scooters | 26 |
| 2.3.5 | Таблица pings | 26 |
| 2.3.6 | Таблица rentals | 26 |
| 2.3.7 | Таблица bookings | 27 |
| 2.3.8 | Таблица parkings | 27 |
| 2.3.9 | Таблица restricted_zones | 27 |
| 2.3.10 | Таблица totp | 28 |
| 2.3.11 | Таблица auth_tokens | 28 |
| 2.3.12 | Таблица settings | 28 |
| 2.4 | Описание триггера | 28 |
| 2.5 | Ролевая модель | 29 |

| | | |
|---------------------|------------------------------------|-----------|
| ПРИЛОЖЕНИЕ А | Создание таблиц базы данных | 30 |
|---------------------|------------------------------------|-----------|

| | |
|---|-----------|
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ | 33 |
|---|-----------|

ВВЕДЕНИЕ

С начала 2000-х годов отмечается появление шеринговых центров и развитие экономики совместного пользования за определённую сумму без права владения (шеринг-экономики). За последнее десятилетие шеринг стал одной из основных идей, изменивших представление о потреблении.

Бурный рост мегаполисов предъявляет всё более строгие требования к городской мобильности. Кикшеринг-сервисы стали ответом на современные вызовы. Кикшеринг можно считать наиболее инновационной системой краткосрочной аренды транспортных средств. Массовое использование электросамокатов в качестве городского транспорта началось сравнительно недавно: в России сервисы проката электросамокатов появились в 2018 году. Сегодня арендовать электросамокаты можно в более чем 30 городах страны.

В связи с растущей популярностью подобных сервисов [1] всё чаще возникает проблема хранения операционных данных о поездках, пользователях, парке электросамокатов и многом другом.

Целью данной работы является проектирование и разработка базы данных для хранения данных сервиса краткосрочной аренды электросамокатов.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать варианты представления данных и выбрать подходящий вариант для решения задачи;
- проанализировать системы управления базами данных и выбрать подходящую систему для хранения данных;
- спроектировать базу данных, описать её сущности и связи;
- реализовать интерфейс для доступа к базе данных;
- реализовать программное обеспечение, позволяющее взаимодействовать со спроектированной базой данных.

1 Аналитический раздел

В данном разделе будут выдвинуты требования к приложению, определены пользователи системы, формализованы хранимые сервисом данные. Также будет проведён анализ существующих решений и выбрана модель базы данных.

1.1 Анализ предметной области

Предметной областью поставленной задачи является операционная деятельность сервиса краткосрочной аренды электросамокатов в крупном российском городе.

Пользователями кикшеринга являются лица, достигшие возраста 18 лет [2][3][4]. Для регистрации необходим адрес электронной почты, номер телефона, а также реквизиты банковской карты.

Для поиска доступных для аренды электросамокатов пользователи используют специально разработанное программное обеспечение (мобильное приложение), где на карте отмечены свободные самокаты. В этом же приложении пользователи кикшеринг-сервиса выбирают самокат и или бронируют его, или начинают на нём аренду.

Бронирование позволяет скрыть электросамокат с карты для других пользователей сервиса на определённое время. В большинстве кикшеринг-сервисов бронирование бесплатно и предусматривает отмену без необходимости начинать аренду. При этом некоторые сервисы могут выдвигать дополнительные требования по бронированию: например, находиться рядом с бронируемым самокатом.

Для начала аренды пользователи сканируют QR-код на руле электросамоката или вводят его номер в приложении.

Стоимость аренды зачастую складывается из двух составляющих: платы за старт и платы за каждую минуту поездки. В зависимости от спроса на самокаты на конкретной парковке цены могут быть скорректированы в большую сторону. Перед началом аренды на банковской карте пользователя блокируется определённая сумма, которая возвращается после завершения поездки. По желанию пользователя и за дополнительную плату поездка может быть застрахована.

Во время поездки в мобильном приложении пользователю доступна

информация о километраже, длительности и стоимости аренды. При попадании в зону с ограничением максимальной скорости движения электросамокат автоматически сбрасывает скорость и не позволяет превысить установленный лимит до выезда из зоны.

Пользователи также имеют возможность поставить аренду на паузу и заблокировать самокат. При этом во время простоя плата за аренду продолжает начисляться.

Завершение аренды возможно на специальных парковках, отмеченных на карте в мобильном приложении. По завершении аренды у пользователя может быть запрошена фотография припаркованного самоката.

Для решения вопросов и проблем при использовании сервиса пользователи могут обратиться к сотрудникам клиентской поддержки в чате в приложении.

Для автоматизации учёта информации о пользователях, поездках, самокатах, тарифах и т.д. разрабатывается специализированная информационная система. Использование данной системы возможно пользователями с различными уровнями доступа.

1.2 Анализ существующих решений

Для проведения анализа существующих решений среди имеющихся на рынке сервисов кикшеринга были выбраны три наиболее популярных [5]: Whoosh [6], Юрент [7] и Яндекс Go [8]. Сравнение проводилось по следующим критериям.

1. Максимальное количество одновременных аренд на одном аккаунте.
2. Возможность забронировать электросамокат, находясь на любом расстоянии до него.
3. Необходимость делать фотографии припаркованного самоката после завершения поездки.
4. Возможность поставить аренду на паузу по более низкой цене в минуту, чем во время активной аренды.
5. Возможность посмотреть суммарный километраж всех поездок.

Результат сравнения представлен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Анализ существующих решений

| | Whoosh | Юрент | Яндекс Go |
|-------------|---------------|--------------|------------------|
| Критерий №1 | не более 3 | не более 5 | не более 3 |
| Критерий №2 | + | — | — |
| Критерий №3 | — | + | + |
| Критерий №4 | — | — | + |
| Критерий №5 | + | — | — |

Создаваемый в рамках курсовой работы сервис должен не просто быть на уровне с конкурентами, но и предоставлять пользователям дополнительный функционал. Конкурентными преимуществами станут:

- возможность взять в аренду до 10 самокатов одновременно;
- возможность бронировать самокат с любого расстояния;
- отсутствие необходимости делать фотографию после завершения аренды.

1.3 Требования к разрабатываемой базе данных и приложению

Предметная область поставленной задачи является обширной и включает в себя множество понятий и связей между ними, поэтому были сформулированы следующие требования к разрабатываемой программе в рамках курсовой работы.

1. Должен быть предоставлен функционал для регистрации и аутентификации пользователей в системе, также должен быть создан личный кабинет с основной информацией о пользователе.
2. Должен быть предоставлен функционал для получения списка парковок и доступных для аренды электросамокатов.
3. Должен быть предоставлен функционал для начала и завершения аренды.

4. Должен быть предоставлен функционал для ограничения скорости электросамокатов в определённых зонах города.
5. Должен быть предоставлен функционал для бронирования электросамокатов.
6. Должен быть предоставлен функционал для сохранения истории поездок с возможностью просмотра пользователем своих поездок.
7. Должен быть предоставлен функционал для взаимодействия с клиентской поддержкой.
8. Должен быть предоставлен функционал для хранения истории перемещений электросамокатов.

Также были сформулированы следующие допущения:

1. Оплата поездок производится сторонним платёжным сервисом, предоставляющим программный интерфейс для взаимодействия (API). Реализация подобного функционала выходит за рамки курсовой работы по базам данных.
2. Верификация номера телефона пользователя, равно как и отправка на него СМС-сообщений реализуется сторонним сервисом, предоставляющим программный интерфейс для взаимодействия (API). Реализация подобного функционала выходит за рамки курсовой работы по базам данных.

1.4 Формализация данных

На рисунке 1.1 представлена ER-диаграмма сущностей проектируемой базы данных в нотации Чена, описывающая объекты предметной области и их взаимодействие.

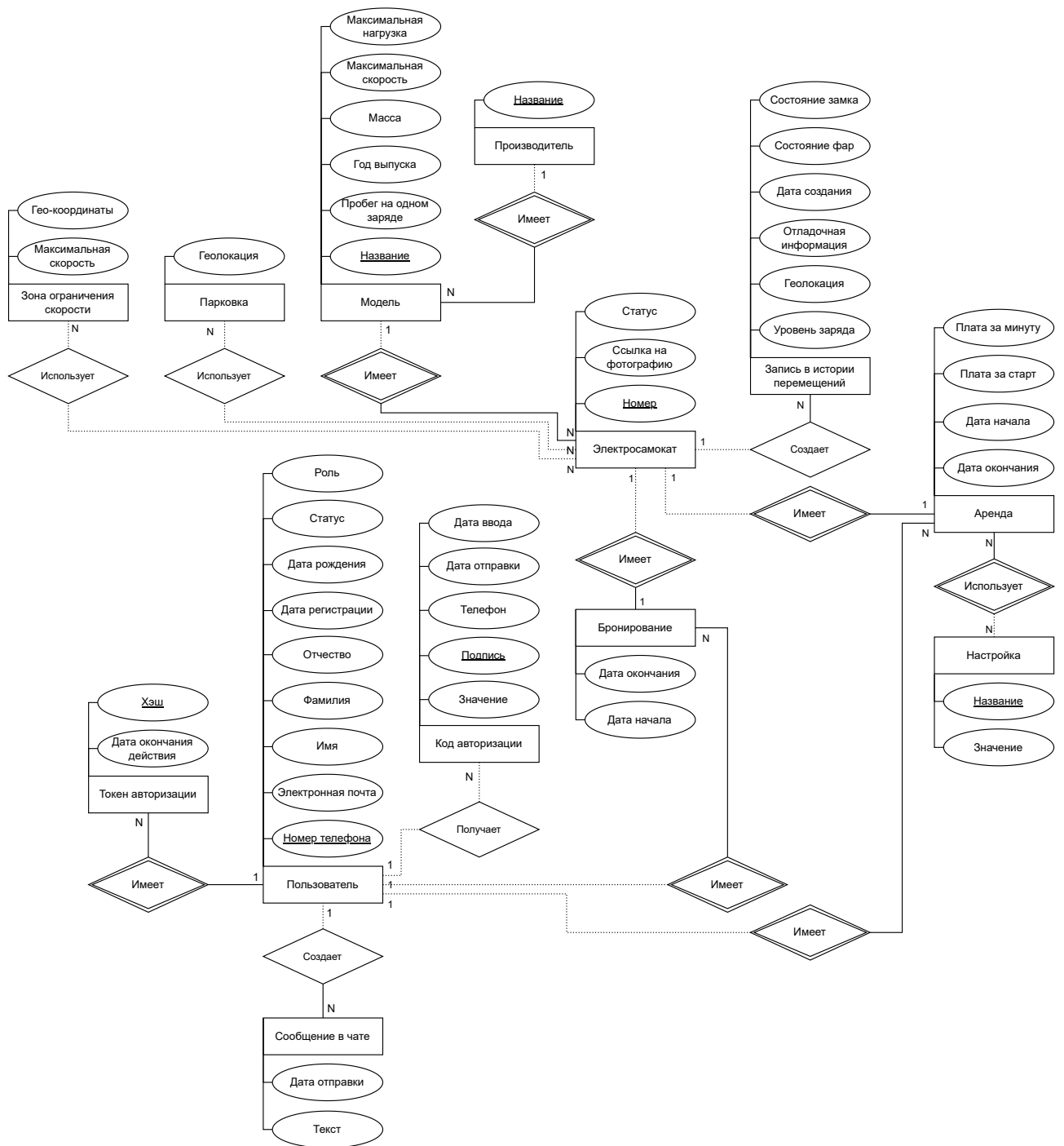


Рисунок 1.1 – ER-диаграмма сущностей проектируемой базы данных

База данных, проектируемая в ходе выполнения курсовой работы, включает в себя информацию о следующих объектах.

1. Пользователь — сущность, описывающая пользователей системы.
2. Парковка — сущность, описывающая городскую велопарковку или любое другое место, где можно завершить аренду.
3. Зона ограничения скорости — сущность, описывающая часть города, где

максимальная скорость движения ограничена из соображений безопасности.

4. Электросамокат — сущность, хранящая информацию о самокате, который пользователи могут брать в аренду. Как IoT-устройство [9] самокат может отправлять информацию о себе в систему, создавая записи в истории перемещений. Во время аренды электросамокат может попадать в несколько зон ограничения скорости. Для завершения аренды самокат должен быть оставлен на одной из доступных парковок.
5. Бронирование — сущность, описывающая процесс резервирования пользователем конкретного самоката на определённый промежуток времени.
6. Аренда — сущность, описывающая процесс проката пользователем электросамоката с фиксированным на момент старта поездки тарифом.
7. Настройка — сущность, хранящая соответствие имени переменной и некоторого значения (например, стоимости страховки).
8. Токен авторизации — сущность, которая используется для авторизации запросов от пользователя к серверу для исключения передачи пароля в явном виде.
9. Код авторизации — сущность, используемая при авторизации пользователей при помощи СМС-сообщений с шестизначным кодом.

1.5 Формализация пользователей приложения

Ролевая модель используется для реализации системы безопасности сервера базы данных и позволяет разрешать или запрещать тем или иным группам пользователей работу с объектами базы данных.

В рамках поставленной задачи были выделены следующие роли.

1. Администратор. Имеет максимальный уровень доступа ко всем данным сервиса.
2. Сотрудник клиентской поддержки. Имеет доступ к информации о пользователях и их поездках, может отправлять пользователям сообщения и просматривать ответы на них.

3. Механик. Имеет доступ к информации о самокатах, которые требуют обслуживания (например, замены аккумулятора).
4. Пользователь. Имеет возможность бронировать и брать самокаты в аренду, просматривать историю поездок, связываться с клиентской поддержкой.
5. Электросамокат. Имеет возможность создавать записи в истории перемещений.

1.6 Диаграмма вариантов использования

На рисунках 1.2–1.6 представлены диаграммы вариантов использования системы в соответствии с выделенными типами пользователей.

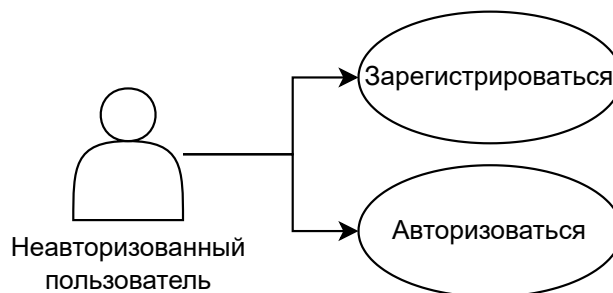


Рисунок 1.2 – Диаграмма вариантов использования системы неавторизованным пользователем

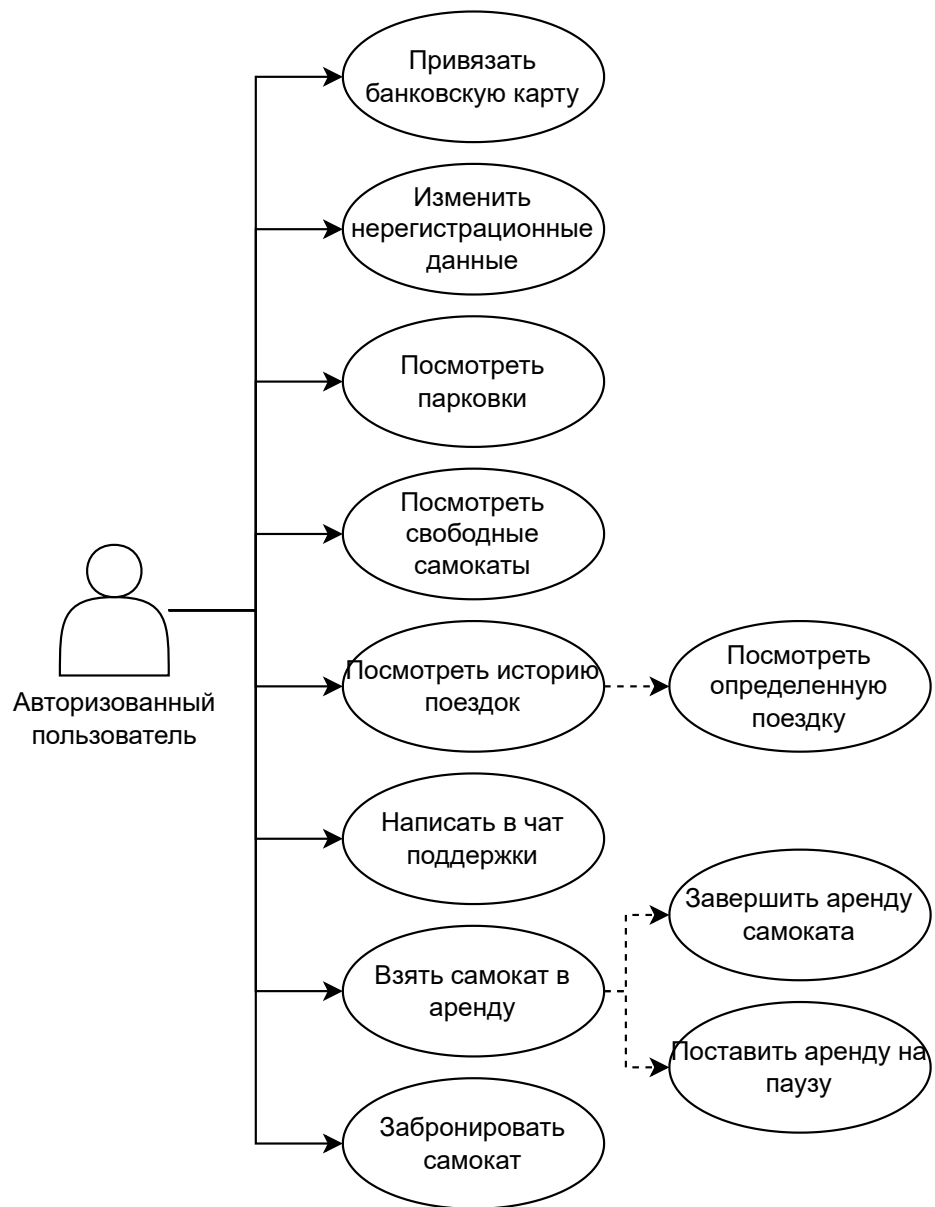


Рисунок 1.3 – Диаграмма вариантов использования системы авторизованным пользователем

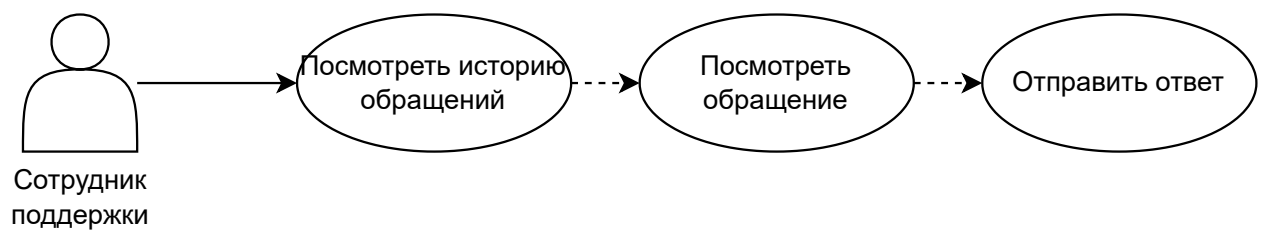


Рисунок 1.4 – Диаграмма вариантов использования системы сотрудником клиентской поддержки

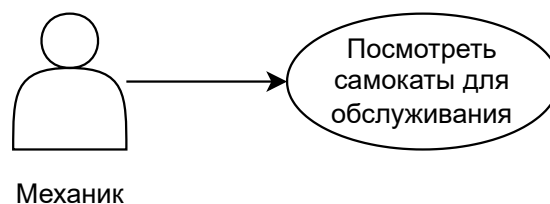


Рисунок 1.5 – Диаграмма вариантов использования системы механиком

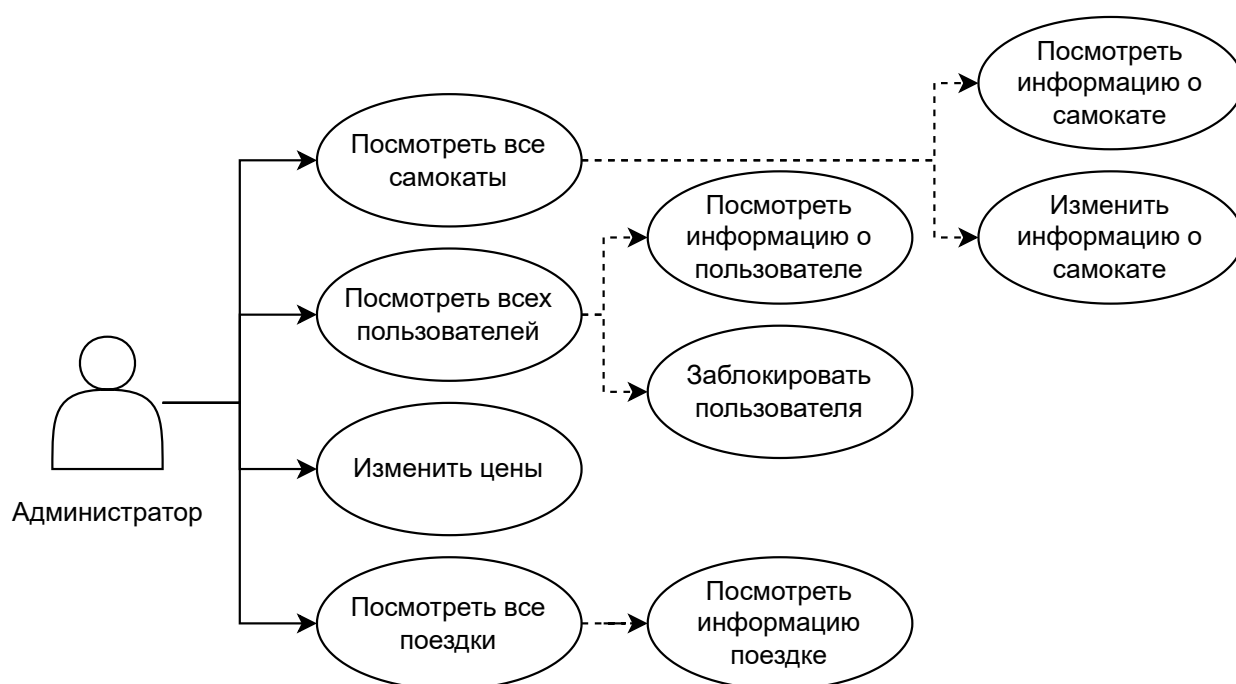


Рисунок 1.6 – Диаграмма вариантов использования системы администратором

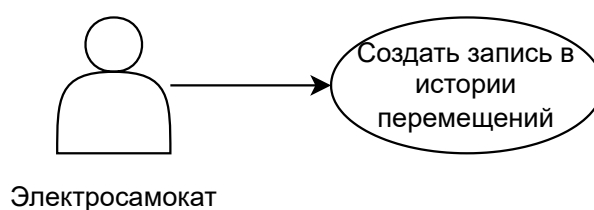


Рисунок 1.7 – Диаграмма вариантов использования системы электросамокатом

1.7 Анализ существующих баз данных

По организации и способу хранения данных все базы данных можно разделить на две группы: реляционные и нереляционные. Реляционные базы данных в свою очередь делятся на строковые и колоночные, а нереляционные — на графовые, документные и базы данных типа «ключ-значение».

1.7.1 Реляционные базы данных

Реляционные базы данных основываются на реляционной модели данных. Данные в таких базах организованы в виде набора таблиц, состоящих из столбцов и строк. В таблицах хранится информация об объектах, представленных в базе данных. Такие базы данных удобно использовать для хорошо структурированных данных.

Строковые базы данных

Строковыми базами данных называются базы данных, записи которых в памяти представлены построчно. Строковые базы данных используются в транзакционных системах. Для таких систем характерно большое количество коротких транзакций с операциями вставки, обновления и удаления данных.

Колоночные базы данных

Колоночными базами данных называются базы данных, записи которых в памяти представляются по столбцам. Колоночные базы данных используются в аналитических системах. Такие системы характеризуются низким объёмом транзакций, а запросы к ним зачастую сложны и включают в себя агрегацию.

1.7.2 Нереляционные базы данных

Нереляционная база данных — это база данных, в которой в отличие от большинства традиционных систем баз данных не используется табличная схема строк и столбцов. В этих базах данных применяется модель хранения, оптимизированная под конкретные требования типа хранимых данных.

Базы данных «ключ-значение»

В базах данных «ключ-значение» данные хранятся как совокупность пар ключ-значение, где ключ служит уникальным идентификатором. Такие базы данных удобно использовать для хранения и обработки разных по типу и содержанию данных, их легко масштабировать. Однако такой тип баз данных не подходит для работы со сложными и связанными друг с другом данными.

Документные базы данных

Документные базы данных — это тип нереляционных баз данных, предназначенный для хранения и запроса данных в виде документов в формате, подобном JSON. Такие базы данных позволяют хранить и запрашивать данные в базе данных с помощью той же документной модели, которая используется в коде приложения. Документные базы данных хорошо подходят для быстрой разработки систем и сервисов, работающих с по-разному структурированными данными. Они легко масштабируются и меняют структуру при необходимости. Однако такие базы данных теряют свою эффективность при решении задач, в которых требуется работа с множеством связанных объектов.

Графовые базы данных

Графовые базы данных — это тип нереляционных баз данных, предназначенный для хранения взаимосвязей между сущностями и навигации по ним. Для хранения сущностей используются узлы, а для хранения их взаимосвязей — рёбра. В таких базах отсутствуют ограничения на количество и тип взаимосвязей, которые может иметь узел. Графовые базы данных используются для решения задач, имеющих сложные взаимосвязи между данными. При незначительном количестве связей и больших объёмах данных графовые базы данных демонстрируют значительно более низкую производительность.

Для решения поставленной задачи была выбрана реляционная база данных с строчным хранением данных, так как:

- задача предполагает хранение структурированных и связанных между собой данных;
- задача предполагает постоянное добавление и изменение данных;
- задача предполагает быструю отзывчивость на запросы пользователя;
- задача не предполагает выполнения сложных аналитических запросов.

Вывод

В данном разделе были выделены ролевые модели системы, конкретизированы хранимые данные и их связь между собой, построены соответствующие

диаграммы. Также был проведён анализ существующих на рынке решений, который позволил понять, какие особенности стоит добавить в разрабатываемый проект. Был осуществлён выбор модели базы данных.

2 Конструкторский раздел

В данном разделе будет спроектирована база данных, которая требуется для реализации поставленной задачи, и описаны её ограничения. Также будет описана используемая ролевая модель.

2.1 Диаграмма проектируемой базы данных

На рисунке 2.1 представлена диаграмма проектируемой базы данных.

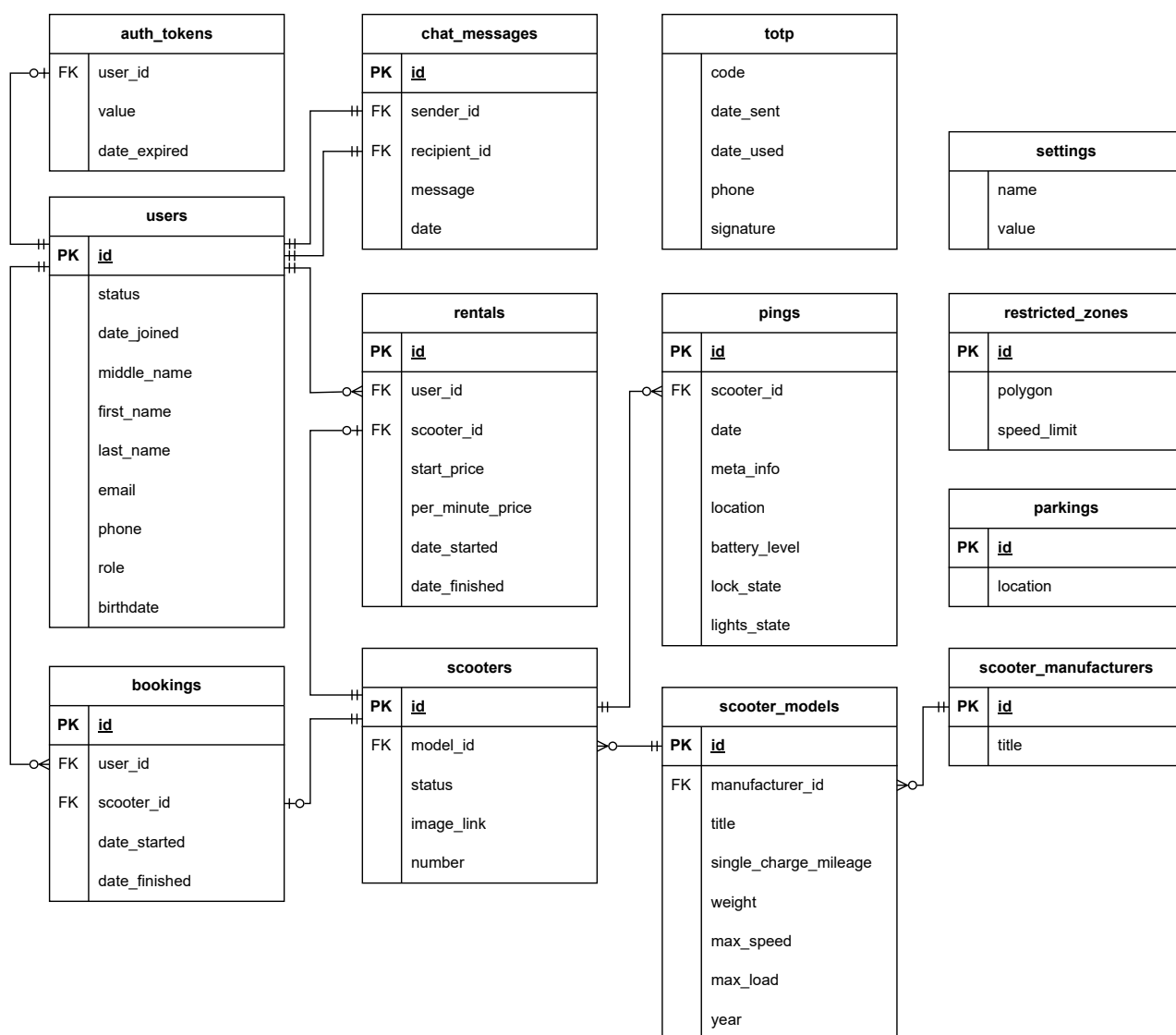


Рисунок 2.1 – Диаграмма проектируемой базы данных

2.2 Сущности проектируемой базы данных

2.2.1 Пользователь (таблица users)

Сущность пользователя содержит следующие поля.

1. `id` — уникальный идентификатор пользователя. Тип: `UUID`.
2. `status` — статус пользователя. Тип: строка. Может принимать одно из трёх возможных значений: «`pending`» (ожидающий подтверждения возраста), «`active`» (активный) и «`blocked`» (заблокированный).
3. `date_joined` — дата регистрации пользователя в системе. Тип: дата со временем.
4. `middle_name` — отчество. Тип: строка.
5. `first_name` — имя. Тип: строка.
6. `last_name` — фамилия. Тип: строка.
7. `email` — адрес электронной почты. Тип: строка.
8. `phone` — номер телефона. Тип: строка.
9. `birthdate` — дата рождения. Тип: дата.
10. `role` — роль пользователя. Тип: строка. Может принимать одно из четырёх возможных значений: «`customer`» (клиент), «`technician`» (механик), «`supporter`» (сотрудник клиентской поддержки) и «`admin`» (администратор).

2.2.2 Токен авторизации (таблица `auth_tokens`)

Сущность токена авторизации содержит следующие поля.

1. `user_id` — уникальный идентификатор пользователя. Тип: `UUID`.
2. `value` — значение токена. Тип: строка.
3. `date_expired` — дата окончания действия. Тип: дата со временем.

2.2.3 Сообщение в чате (таблица `chat_messages`)

Сущность сообщения в чате содержит следующие поля.

1. `id` — уникальный идентификатор сообщения. Тип: `UUID`.

2. `user_id` — уникальный идентификатор пользователя, отправившего сообщение. Тип: UUID.
3. `support_id` — уникальный идентификатор сотрудника клиентской поддержки. Тип: UUID.
4. `message` — текст сообщения. Тип: текст.
5. `date` — дата отправки сообщения. Тип: дата со временем.

2.2.4 Бронирование (таблица `bookings`)

Сущность бронирования содержит следующие поля.

1. `id` — уникальный идентификатор бронирования. Тип: UUID.
2. `user_id` — уникальный идентификатор пользователя. Тип: UUID.
3. `scooter_id` — уникальный идентификатор электросамоката. Тип: UUID.
4. `date_started` — дата начала бронирования. Тип: дата со временем.
5. `date_finished` — дата окончания бронирования. Тип: дата со временем.

2.2.5 Аренда (таблица `rentals`)

Сущность аренды содержит следующие поля.

1. `id` — уникальный идентификатор аренды. Тип: UUID.
2. `user_id` — уникальный идентификатор пользователя. Тип: UUID.
3. `scooter_id` — уникальный идентификатор пользователя. Тип: UUID.
4. `start_price` — стоимость начала аренды в копейках. Тип: целое число.
5. `per_minute_price` — стоимость аренды за минуту в копейках. Тип: целое число.
6. `date_started` — дата начала аренды. Тип: дата со временем.
7. `date_finished` — дата завершения аренды. Тип: дата со временем.

2.2.6 Зона ограничения скорости (таблица `restricted_zones`)

Сущность зоны ограничения скорости содержит следующие поля.

1. `id` — уникальный идентификатор зоны. Тип: `UUID`.
2. `polygon` — координаты зоны. Тип: массив географических координат.
3. `speed_limit` — максимальная скорость. Тип: целое число.

2.2.7 Парковки (таблица `parkings`)

Сущность парковки содержит следующие поля.

1. `id` — уникальный идентификатор парковки. Тип: `UUID`.
2. `location` — координаты парковки. Тип: географические координаты.

2.2.8 Настройка (таблица `settings`)

Сущность настройки содержит следующие поля.

1. `name` — название. Тип: строка.
2. `value` — значение. Тип: текст.

2.2.9 Электросамокат (таблица `scooters`)

Сущность электросамоката содержит следующие поля.

1. `id` — уникальный идентификатор самоката. Тип: `UUID`.
2. `model_id` — уникальный идентификатор модели. Тип: `UUID`.
3. `status` — статус. Тип: строка. Может принимать одно из двух значений: «enabled» (активный) и «disabled» (деактивированный).
4. `image_link` — ссылка на фотографию самоката. Тип: строка.
5. `number` — номер самоката. Тип: строка.

2.2.10 Модель электросамоката (таблица scooter_models)

Сущность модели электросамоката содержит следующие поля.

1. id — уникальный идентификатор модели. Тип: UUID.
2. manufacturer_id — уникальный идентификатор производителя. Тип: UUID.
3. title — название модели. Тип: строка.
4. single_charge_mileage — пробег на одном заряде в километрах. Тип: целое число.
5. weight — масса электросамоката в килограммах. Тип: целое число.
6. max_speed — максимальная скорость в километрах в час. Тип: целое число.
7. max_load — максимальная нагрузка в килограммах. Тип: целое число.
8. year — год выпуска. Тип: целое число.

2.2.11 Производитель электросамоката (таблица scooter_manufacturers)

Сущность производителя электросамоката содержит следующие поля.

1. id — уникальный идентификатор производителя. Тип: UUID.
2. title — название. Тип: строка.

2.2.12 Запись в истории перемещений (таблица pings)

Сущность записи в истории перемещений содержит следующие поля.

1. id — уникальный идентификатор записи. Тип: UUID.

2. `scooter_id` — уникальный идентификатор самоката, отправившего информацию. Тип: UUID.
3. `date` — дата создания записи. Тип: дата со временем.
4. `meta_info` — информация о техническом состоянии электросамоката. Тип: JSON.
5. `location` — геолокация электросамоката. Тип: географические координаты.
6. `battery_level` — уровень заряда батареи в процентах. Тип: целое число.
7. `lock_state` — состояние замка. Тип: строка. Может принимать одно из двух возможных значений: «locked» (закрыт) и «unlocked» (открыт).
8. `lights_state` — состояние фар. Тип: строка. Может принимать одно из двух возможных значений: «on» (включены) и «off» (выключены).

2.2.13 Код авторизации (таблица `totp`)

Сущность кода авторизации содержит следующие поля.

1. `code` — случайный код. Тип: целое число.
2. `date_sent` — дата отправки кода. Тип: дата со временем.
3. `date_used` — дата использования кода. Тип: дата со временем.
4. `phone` — номер телефона, на который был отправлен код. Тип: строка.
5. `signature` — уникальный токен. Тип: строка.

2.3 Ограничения целостности базы данных

Для обеспечения целостности базы данных введены следующие ограничения.

2.3.1 Таблица users

Значение столбца `id` является первичным ключом. Не может быть пустым. По умолчанию заполняется случайным UUID.

Значение столбца `status` может принимать одно из трёх значений: «pending», «active», «blocked». Не может быть пустым. По умолчанию заполняется значением «pending».

Значение столбца `date_joined` не может быть пустым. По умолчанию заполняется отметкой текущего времени. Дата должна быть позже, чем дата рождения (`birthdate`).

Значение столбца `phone` должно быть уникальным в пределах таблицы. Не может быть пустым. Должно иметь формат `+7NNNNNNNNNN`, где `N` — целое число от 0 до 9.

Значение столбца `birthdate` должно быть позже 1 января 1930 г.

Значение столбца `role` может принимать одно из четырёх возможных значений: «customer», «technician», «supporter», «admin». Не может быть пустым. По умолчанию заполняется значением «customer».

2.3.2 Таблица scooter_manufacturers

Значение столбца `id` является первичным ключом. По умолчанию заполняется случайным UUID. Не может быть пустым.

Значение столбца `title` не может быть пустым.

2.3.3 Таблица scooter_models

Значение столбца `id` является первичным ключом. По умолчанию заполняется случайным UUID. Не может быть пустым.

Значение столбца `manufacturer_id` не может быть пустым. Является внешним ключом: ссылается на столбец `id` таблицы `scooter_manufacturers`.

Значение столбца `title` не может быть пустым.

Значение столбца `single_charge_mileage` не может быть пустым. Должно быть положительным целым числом.

Значение столбца `weight` не может быть пустым. Должно быть положительным целым числом.

Значение столбца `max_speed` не может быть пустым. Должно быть

положительным целым числом.

Значение столбца `max_load` не может быть пустым. Должно быть положительным целым числом.

Значение столбца `year` не может быть пустым. Должно быть больше 2000.

2.3.4 Таблица `scooters`

Значение столбца `id` является первичным ключом. По умолчанию заполняется случайным UUID. Не может быть пустым.

Значение столбца `model_id` не может быть пустым. Является внешним ключом: ссылается на столбец `id` таблицы `scooter_models`.

Значение столбца `status` может принимать одно из двух значений: «enabled» и «disabled». Не может быть пустым. По умолчанию заполняется значением «disabled».

Значение столбца `number` не может быть пустым.

2.3.5 Таблица `pings`

Значение столбца `scooter_id` не может быть пустым. Является внешним ключом: ссылается на столбец `id` таблицы `scooters`.

Значение столбца `date` не может быть пустым. По умолчанию заполняется отметкой текущего времени.

Значение столбца `location` не может быть пустым.

Значение столбца `battery_level` не может быть пустым. Должно быть от 0 до 100 включительно.

Значение столбца `lock_state` может принимать одно из двух значений: «locked» и «unlocked». Не может быть пустым.

Значение столбца `lights_state` может принимать одно из двух значений «on» и «off». Не может быть пустым.

2.3.6 Таблица `rentals`

Значение столбца `id` является первичным ключом. По умолчанию заполняется случайным UUID. Не может быть пустым.

Значение столбца `user_id` не может быть пустым. Является внешним ключом: ссылается на столбец `id` таблицы `users`.

Значение столбца `scooter_id` не может быть пустым. Является внешним ключом: ссылается на столбец `id` таблицы `scooters`.

Значение столбца `start_price` не может быть пустым. Должно быть не меньше 0.

Значение столбца `per_minute_price` не может быть пустым. Должно быть не меньше 0.

Значение столбца `date_started` не может быть пустым. По умолчанию заполняется отметкой текущего времени.

Значение столбца `date_finished` должно быть позже, чем дата начала (`date_started`).

2.3.7 Таблица `bookings`

Значение столбца `id` является первичным ключом. Не может быть пустым. По умолчанию заполняется случайным UUID.

Значение столбца `user_id` не может быть пустым. Является внешним ключом: ссылается на столбец `id` таблицы `users`.

Значение столбца `scooter_id` не может быть пустым. Является внешним ключом: ссылается на столбец `id` таблицы `scooters`.

Значение столбца `date_started` не может быть пустым. По умолчанию заполняется отметкой текущего времени.

Значение столбца `date_finished` должно быть позже, чем дата начала (`date_started`).

2.3.8 Таблица `parkings`

Значение столбца `id` является первичным ключом. Не может быть пустым. По умолчанию заполняется случайным UUID.

Значение столбца `location` не может быть пустым.

2.3.9 Таблица `restricted_zones`

Значение столбца `id` является первичным ключом. Не может быть пустым. По умолчанию заполняется случайным UUID.

Значение столбца `polygon` не может быть пустым.

Значение столбца `speed_limit` не может быть пустым. Должно быть не меньше 0.

2.3.10 Таблица `totp`

Значение столбца `code` не может быть пустым.

Значение столбца `date_sent` не может быть пустым. По умолчанию заполняется отметкой текущего времени.

Значение столбца `text` не может быть пустым.

Значение столбца `signature` должно быть уникальным в пределах таблицы. Не может быть пустым.

Значение столбца `date_used` должно быть позже даты отправки (`date_sent`).

2.3.11 Таблица `auth_tokens`

Значение столбца `user_id` не может быть пустым. Является внешним ключом: ссылается на столбец `id` таблицы `users`.

Значение столбца `value` должно быть уникальным в пределах таблицы. Не может быть пустым.

Значение столбца `date_expired` не может быть пустым.

2.3.12 Таблица `settings`

Значение столбца `name` должно быть уникальным в пределах таблицы. Не может быть пустым.

Значение столбца `value` не может быть пустым.

2.4 Описание триггера

На рисунке 2.2 представлена схема алгоритма работы триггера, который не позволяет удалять пользователей, которые имеют активные (незавершенные) аренды.

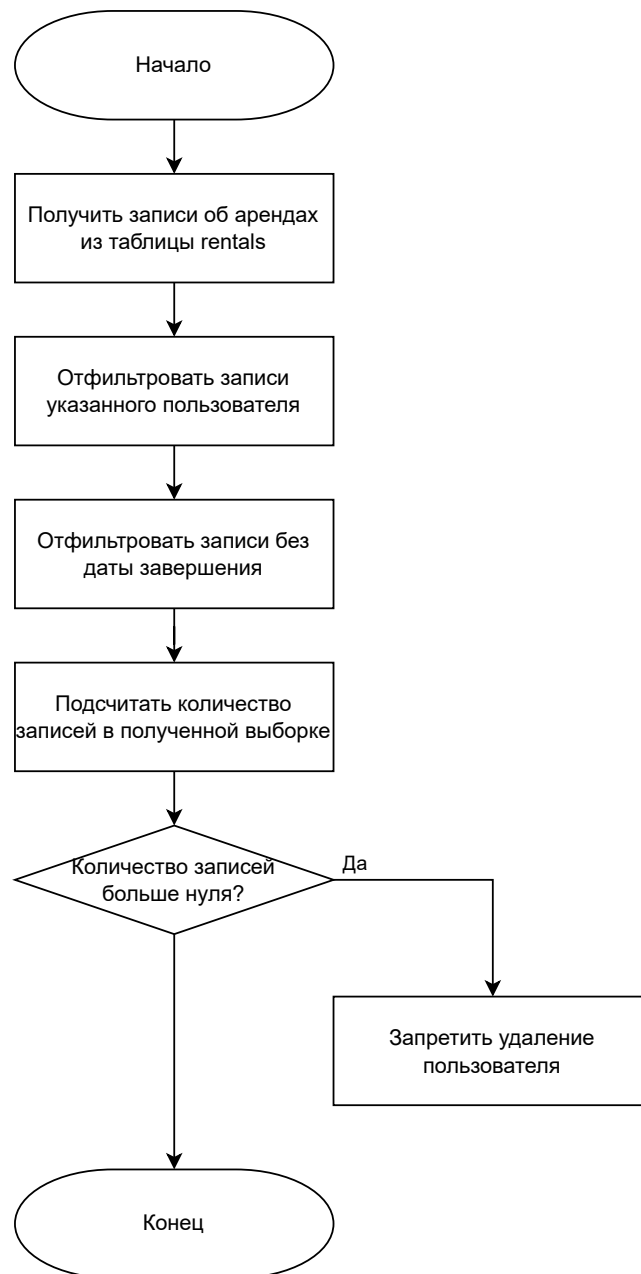


Рисунок 2.2 – Схема алгоритма работы триггера

2.5 Ролевая модель

TODO

Вывод

В данном разделе была спроектирована база данных для разрабатываемого приложения, а так же рассмотрены способы обеспечения ее целостности и ролевая модель.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Создание таблиц базы данных

Листинг А.1 – SQL-скрипт создания таблиц и ограничений базы данных

```
CREATE EXTENSION IF NOT EXISTS citext;
CREATE EXTENSION IF NOT EXISTS postgis;
CREATE EXTENSION IF NOT EXISTS "uuid-osspl";

CREATE TYPE user_status AS ENUM ('pending', 'active', 'blocked');

CREATE TYPE user_role AS ENUM ('customer', 'technician',
    'supporter', 'admin');

CREATE DOMAIN phone_number AS TEXT CHECK (VALUE ~
    '^[+]?7[0-9]{10}$');

CREATE TABLE IF NOT EXISTS users (
    id uuid PRIMARY KEY DEFAULT uuid_generate_v4(),
    status user_status NOT NULL DEFAULT 'pending',
    date_joined timestamp NOT NULL DEFAULT now() CHECK
        (date_joined > birthdate),
    middle_name varchar(256),
    first_name varchar(256),
    last_name varchar(256),
    email citext,
    phone phone_number UNIQUE NOT NULL,
    birthdate date CHECK (birthdate > '1930-01-01'),
    role user_role NOT NULL DEFAULT 'customer'
);

CREATE TABLE IF NOT EXISTS scooter_manufacturers (
    id uuid PRIMARY KEY DEFAULT uuid_generate_v4(),
    title varchar(256) NOT NULL
);

CREATE TABLE IF NOT EXISTS scooter_models (
    id uuid PRIMARY KEY DEFAULT uuid_generate_v4(),
    manufacturer_id uuid NOT NULL REFERENCES
        scooter_manufacturers(id),
    title varchar(256) NOT NULL,
```

```

    single_charge_mileage integer NOT NULL CHECK
        (single_charge_mileage > 0),
    weight integer NOT NULL CHECK (weight > 0),
    max_speed integer NOT NULL CHECK (max_speed > 0),
    max_load integer NOT NULL CHECK (max_load > 0),
    year smallint NOT NULL CHECK (year > 2000)
);

CREATE TYPE scooter_status AS ENUM ('enabled', 'disabled');

CREATE TABLE IF NOT EXISTS scooters (
    id uuid PRIMARY KEY DEFAULT uuid_generate_v4(),
    model_id uuid NOT NULL REFERENCES scooter_models(id),
    status scooter_status NOT NULL DEFAULT 'disabled',
    image_link text,
    number varchar(8) NOT NULL
);

CREATE TYPE scooter_lock_state AS ENUM ('locked', 'unlocked');
CREATE TYPE scooter_lights_state AS ENUM ('on', 'off');

CREATE TABLE IF NOT EXISTS pings (
    scooter_id uuid NOT NULL REFERENCES scooters(id),
    date timestamp NOT NULL DEFAULT now(),
    meta_info json,
    location geography NOT NULL,
    battery_level smallint NOT NULL CHECK (battery_level >= 0
        AND battery_level <= 100),
    lock_state scooter_lock_state NOT NULL,
    lights_state scooter_lights_state NOT NULL
);

CREATE TABLE IF NOT EXISTS rentals (
    id uuid PRIMARY KEY DEFAULT uuid_generate_v4(),
    user_id uuid NOT NULL REFERENCES users(id),
    scooter_id uuid NOT NULL REFERENCES scooters(id),
    start_price integer NOT NULL CHECK (start_price >= 0),
    per_minute_price integer NOT NULL CHECK (per_minute_price >=
        0),
    date_started timestamp NOT NULL DEFAULT now(),
    date_finished timestamp CHECK (date_finished > date_started)
);

```

```

);

CREATE TABLE IF NOT EXISTS bookings (
    id uuid PRIMARY KEY DEFAULT uuid_generate_v4(),
    user_id uuid NOT NULL REFERENCES users(id),
    scooter_id uuid NOT NULL REFERENCES scooters(id),
    date_started timestamp NOT NULL DEFAULT now(),
    date_finished timestamp CHECK (date_finished > date_started)
);

CREATE TABLE IF NOT EXISTS parkings (
    id uuid PRIMARY KEY DEFAULT uuid_generate_v4(),
    location geography NOT NULL
);

CREATE TABLE IF NOT EXISTS restricted_zones (
    id uuid PRIMARY KEY DEFAULT uuid_generate_v4(),
    polygon geometry NOT NULL,
    speed_limit smallint NOT NULL CHECK (speed_limit >= 0)
);

CREATE TABLE IF NOT EXISTS totp (
    code integer NOT NULL,
    date_sent timestamp NOT NULL DEFAULT now(),
    phone text NOT NULL,
    signature text UNIQUE NOT NULL,
    date_used timestamp CHECK (date_used > date_sent)
);

CREATE TABLE IF NOT EXISTS auth_tokens (
    user_id uuid NOT NULL REFERENCES users(id),
    value text UNIQUE NOT NULL,
    date_expired timestamp NOT NULL
);

CREATE TABLE IF NOT EXISTS settings (
    name varchar(64) UNIQUE NOT NULL,
    value text NOT NULL
);

```

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Пологойко М. Д.* Перспективы использования сервисов проката электро-самокатов в повседневных перемещениях по городу // Скиф. Вопросы студенческой науки. — 2021. — Т. 57, № 5. — С. 315—319.
2. FAQ о прокате электросамокатов Whoosh. Велопрокат. — Режим доступа: <https://whoosh-bike.ru/faq> (дата обращения: 25.03.2023).
3. Договор присоединения Urent / ООО «ШЕРИНГОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ». — Режим доступа: <https://urent.ru/docs/accession.html> (дата обращения: 15.04.2023).
4. Условия аренды электросамоката Яндекс Go - Правовые документы. Помощь. — Режим доступа: <https://yandex.ru/legal/samokaty/> (дата обращения: 15.04.2023).
5. Прокат самокатов в Москве — ТОП-7 сервисов по аренде самокатов в Москве. — Режим доступа: <https://arenda-samokatov.ru/prokat-samokatov-v-moskve/> (дата обращения: 19.03.2023).
6. Шеринг самокатов Whoosh, скачать приложение Whoosh здесь! — Режим доступа: <https://whoosh-bike.ru/> (дата обращения: 26.03.2023).
7. Шеринг самокатов и велосипедов Юрент | Скачать приложение Urent. — Режим доступа: <https://urent.ru/> (дата обращения: 26.03.2023).
8. Самокаты — Яндекс Go. — Режим доступа: https://go.yandex/ru_ru/1p/rides/scooter (дата обращения: 26.03.2023).
9. *Федотова С. Н.* Цифровизация транспортно-логистических услуг // Экономика и бизнес: теория и практика. — 2019. — Т. 57, № 11—3. — С. 124—127.