

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

**ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**КАФЕДРА АНАЛИЗА ДАННЫХ И ТЕХНОЛОГИЙ
ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

Направление: 09.03.03 – Прикладная информатика

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
СИСТЕМА ЗАПИСИ НА ПРИЁМ В МЕДИЦИНСКОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**

Работа завершена:

Студент 4 курса
группы 09-951

«___»_____ 2023г. _____/Колесников Д.А.

Работа допущена к защите:

Научный руководитель
старший преподаватель

«___»_____ 2023г. _____/Еникеев И.А.

Заведующий кафедрой анализа данных
и технологий программирования

«___»_____ 2023г. _____/Бандеров В.В.

Казань — 2023

Содержание

Аннотация	4
Глоссарий	6
Введение	8
1 Предметная область	9
1.1 Основные сведения	9
1.2 Существующие решения	9
1.2.1 Текущее решение проблемы	9
1.2.2 1С:Медицина	11
1.2.3 Другая предлагавшаяся система	12
1.2.4 Прочие системы	12
1.3 Техническое задание	12
1.3.1 Функциональные требования	13
1.3.2 Нефункциональные требования	15
2 Проектирование	17
2.1 База данных	17
2.1.1 Основные таблицы	17
2.1.2 Вспомогательные таблицы	18
2.1.3 Логическая схема данных	19
2.2 Серверная часть	20
2.2.1 Выбор вида API	20
2.2.2 Авторизация	21
2.2.3 Методы API	22
2.2.4 Обработка ошибок	24
2.3 Клиентская часть	27
2.3.1 Архитектура клиентского приложения	27
2.3.2 Проектирование интерфейса пользователя	28
2.3.3 Обработка ошибок	29
3 Реализация	31
3.1 Выбор технологий	31

3.1.1	Развёртывание	31
3.1.2	База данных	32
3.1.3	Серверная часть	33
3.1.4	Клиентская часть	34
3.2	База данных	35
3.3	Серверная часть	37
3.3.1	Структура проекта	37
3.3.2	Архитектура слоёв	39
3.3.3	Безопасность	45
3.3.4	Документация	46
3.3.5	Тестирование	47
3.4	Клиентская часть	50
3.4.1	Структура проекта	50
3.4.2	Архитектура приложения	52
3.4.3	Пользовательский интерфейс	53
3.4.4	Тестирование	56
3.5	Развёртывание системы	58
	Заключение	59
	Список использованных источников	60
	Приложение 1. Коды ошибок сервера	
	Приложение 2. Пример файла docker-compose.yml	

Аннотация

Целью работы является информатизация записи на приём в медицинское учреждение. Актуальность в отсутствии распространённого открытого решения для удобной работы с записями на приём.

Разработаны несколько частей системы:

- Серверная. Реализована на Java с использованием фреймворка Spring. Предоставляет REST API для работы с ней. Внутри обрабатывает запросы и взаимодействует с базой данных. В качестве базы используется Oracle XE, подключение реализовано с помощью JPA. Проведено интеграционное тестирование через TDD с использованием JUnit и REST-assured.
- Клиентская. Реализована на TypeScript с использованием фреймворка Vue. В качестве фреймворка компонентов используется Vuetify. Представляет собой пользовательское приложение с графическим интерфейсом. Проведено UI-тестирование с использованием фреймворка Selenide.

Приложение запускается через Docker и доступно на любой системе, где он установлен.

Ключевые слова: Oracle, Java, Gradle, Spring, JUnit, RestAssured, Allure, TypeScript, Vue.js, Vuetify, Selenide, Docker.

Abstract

The purpose of the work is to informatize an appointment at a medical institution. Relevance in the absence of a widespread open solution for convenient work with appointment appointments.

Developed parts of the system:

- Backend. Implemented in Java using the Spring framework. Provides a REST API for working with it. Internally processes queries and interacts with the database. Oracle XE is used as the base, the connection is implemented using JPA. Integration testing was conducted via TDD using JUnit and REST-assured.
- Frontend. Implemented in TypeScript using the Vue framework. Vuetify is used as a component framework. It is a user application with a graphical interface. UI testing was carried out using the Selenide framework.

The application runs through Docker and is available on any system where it is installed.

Keywords: Oracle, Java, Gradle, Spring, JUnit, RestAssured, Allure, TypeScript, Vue.js, Vuetify, Selenide, Docker.

Глоссарий

API – Описание способов взаимодействия одной компьютерной программы с другими.

Backend (Бэкенд, серверная часть) – Часть веб-приложения или сайта, которая запускается на сервере. Отвечает за обработку запросов от фронтенда, выполнение бизнес-логики, взаимодействие с базами данных

CRUD – акроним, обозначающий четыре базовые функции, используемые при работе с базами данных: создание (create), чтение (read), модификация (update), удаление (delete).

Frontend (Фронтенд, клиентская часть) – Часть веб-приложения или сайта, которую пользователь видит и с которой взаимодействует в своем браузере. Отвечает за представление данных пользователю и обработку пользовательских взаимодействий.

HTTP – протокол, используемый для передачи гипертекстовых документов в Интернете.

JSON – текстовый формат обмена данными, основанный на JavaScript. Представляет собой набор пар «ключ: значение».

URL – строка, используемая для идентификации ресурса в Интернете.

Алерт – пользовательское уведомление, информирующее о каком-либо событии.

Аннотация – метаданные, позволяющие декларативно влиять на код.

База данных – структурированный набор данных для простого взаимодействия пользователя с ними.

Бизнес-логика – часть программы, определяющая правила обработки данных. Описывает процессы организации в виде кода.

Класс – шаблон для создания объектов. Определяет набор полей и методов, доступных для объекта.

Конечная точка – url, на который приложения отправляют запросы для взаимодействия с веб-сервисами.

Массив – структура данных, представляющая набор идентифицируемых элементов.

Метод – Блок кода, выполняющий конкретную задачу. Используется для организации кода.

Много к одному – тип отношения в базе данных, когда несколько записей в одной таблице связаны с одной и той же записью в другой таблице.

Нормализация – Процесс организации данных в базе данных, нацеленный на повышение её гибкости и защищённости.

Объект – экземпляр класса, то есть созданная и действующая по правилам класса структура.

Один к одному – тип отношения в базе данных, когда одна запись в таблице связана не более чем с одной записью в другой таблице.

Окружение – набор условий и параметров, в которых выполняется программа. Может включать аппаратное и программное обеспечение, операционные системы, переменные окружения и другие компоненты.

Поле – элемент данных, который является частью структуры, как класс или запись в базе данных.

Разрешение экрана – количество пикселей, отображаемых на устройстве вывода изображения.

РКИБ – ГАУЗ «Республиканская клиническая инфекционная больница имени Агафонова».

Ресурс – в контексте API – единица данных или функциональности, которую можно получить через API, в иных случаях – любой элемент, который может использоваться программой (файлы, память и так далее).

СУБД – комплекс программ, предназначенный для создания, управления и обработки баз данных.

Сущность (Entity) – объект, представляющий запись в базе данных.

Технологический стек – конкретный набор технологий, используемых для разработки и запуска приложения.

Триггер – в контексте базы данных – специальная процедура, автоматически срабатывающая при заданных событиях.

Фреймворк – абстрактная платформа, предоставляющая общую структуру приложения для упрощения разработки.

Введение

Медицинской отрасли не хватает информатизации. Это устоявшаяся сфера, однако она не соответствует современности: люди не хотят стоять в очередях, вручную заполнять документы. В 2018 году Правительство РФ создало национальный проект «Здравоохранение», направленный на улучшение медицины. Одна из задач проекта – перенос Минздравом в электронный формат части услуг: выдача рецептов, запись к врачу, подача заявления на полис, хранение медицинских документов [23].

В электронный формат перешли не все. В России 30 000 медицинских учреждений и нужно много времени для внедрения системы в каждое из них. Нужно учитывать особенности каждого учреждения – то, что подойдёт больнице в Москве, может не подойти поликлинике из маленького города.

Одно из учреждений так и не перешедших в полностью электронный формат – Республиканская клиническая инфекционная больница имени Агафонова (далее РКИБ). Сейчас в неё активно внедряются цифровые технологии, например, оплата услуг. Но некоторые элементы остаются прежними, в частности, запись на приём. На основе требований этой больницы будет создаваться система записи на приём.

Цель: Создать систему информатизированной записи на приём на основе требований РКИБ.

Задачи:

1. Изучить требования к системе записи на основе анализа текущего решения проблемы
2. Проанализировать существующие системы записи
3. Составить техническое задание
4. Спроектировать части будущей системы
5. Реализовать спроектированные части системы

Объект исследования: Информатизация в системе здравоохранения

Предмет исследования: Запись на приём в медицинское учреждение

Структура: В первой части работы анализируется предметная область и определяется необходимый функционал. Во второй главе будущая система проектируется, в третьей – реализуется и развёртывается. Тестирование частей приложения происходит в соответствующих им пунктах.

1. Предметная область

1.1. Основные сведения

РКИБ специализируется на помощи с инфекционными патологиями. В неё обращаются люди с хроническими заболеваниями и те, кто хочет исследоваться на наличие болезней. Другие поликлиники направляют пациентов в РКИБ, потому что здесь предоставляется большое количество услуг: рентген, диагностика и лечение разных болезней, проведение лабораторных исследований, содержание больных в стационаре. Причём в РКИБ нет понятия «привязан к поликлинике» – сюда могут обращаться люди из разных мест.

В РКИБ нет живых очередей. Каждый пациент записывается на какое-то время и принимается только по записи. Нет ситуаций, когда приходят «только спросить» или когда требуется неотложная помощь. Этим РКИБ отличается от большинства других поликлиник.

Врачи сами задают время своего приёма. Они составляют расписание на 2 недели вперёд, но оно может и измениться, например, если врач заболел. Расписание передаётся в регистратуру, где пациентов и записывают на приём.

1.2. Существующие решения

1.2.1. Текущее решение проблемы

На момент начала работы в РКИБ нет никакой информатизированной системы записи на приём. На каждого врача и, иногда, услугу заведена отдельная тетрадь. Пример такой тетради приведён на Рисунке 1.

Пациент, приходя в больницу, идёт в регистратуру. Регистратор записывает его в тетрадь на конкретное время к конкретному врачу, вписывают его данные – ФИО, телефон, адрес и т.д. Далее в указанное время человек приходит к врачу. На первый взгляд схема проста и в ней сложно допустить ошибки, но если посмотреть внимательнее, то у неё много недостатков:

- Отсутствие синхронизации. Если пациент отменил запись, то изменение нужно сделать везде, где было упоминание о приёме.
- Невозможность копирования. Каждый врач должен несколько раз в день сверяться с записью к нему, потому что актуальная копия только в регистратуре. При составлении отчётов также требуется переносить

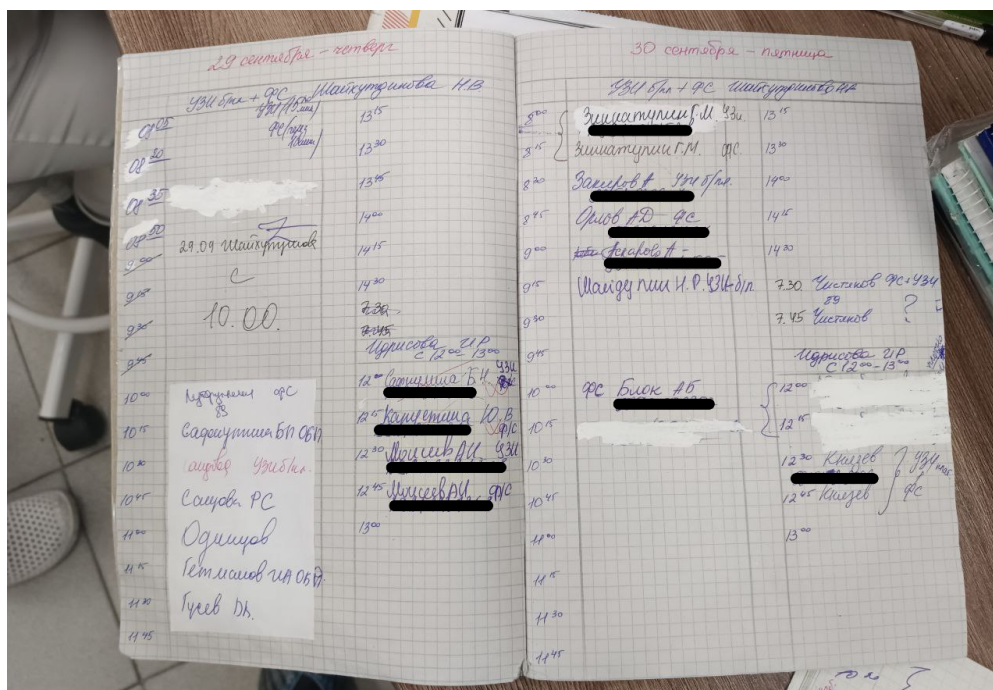


Рисунок 1. Пример заполненной тетради на УЗИ+ФС. Чёрным закрашены номера телефонов

сведения о приёме. Вручную переписывать сотни строк.

- Невозможность обработки. Если пациент пришёл на повторный приём, то предыдущую запись о нём нужно искать в разных архивных тетрадах, что сложно сделать человеку.
- Дублирование информации. В РКИБ, по словам сотрудников, много регулярных пациентов. Если кто-то приходит каждый месяц, то в тетрадах он будет записан столько раз, сколько приходил. Редко когда у человека меняется, например, отчество или дата рождения. Эти данные записываются по несколько раз, что не имеет практического смысла.
- Невозможность качественного планирования расписания. У врачей часто меняется график работы, а в тетрадах строки фиксированы и ограничены. При любом изменении в графике нужно вручную найти конфликтующие пункты и изменить их.
- Хранение неактуальной информации. Человек, поменявший место работы, навсегда в какой-то из тетрадей останется на прошлом.

Несмотря на недостатки, РКИБ использует этот способ. Всё из-за того, что он прост для понимания, доступен и к нему привыкли. Разработанная в результате система должна быть приближена к существующей, чтобы под неё не нужно было долго переучиваться.

1.2.2. 1С:Медицина

«1С:Медицина» – решение от компании 1С. Продуманное, сделанное профессионалами, проверенное временем. Пример интерфейса на Рисунке 2 [20]. Это мог бы быть хороший вариант, но у него тоже есть недостатки:

- Отсутствие интеграции с существующими системами. Несмотря на то, что в РКИБ слабо информатизирована, часть процессов проходит в цифровой форме. Переход на 1С означает отказ от практически всего разработано ранее, либо дополнительные затраты на интеграцию.
- Избыточность. Система нацелена на универсальность, поэтому в ней много функций, не нужных этой больнице, их можно было бы упростить. Сложность системы приводит к сложности её внедрения и обслуживания.
- Цена и поддержка. Система стоит не малых денег, а поддержка будет требовать дополнительных вложений. При этом, если верить отзывам из открытых источников, поддержка и документация не всегда могут оперативно помочь.

The screenshot displays the 1С:Медицина software interface. The top menu bar includes options like 'Рабочий стол', 'Договоры и взаиморасчеты', 'Маркетинг', 'Медицинская организация', 'Нормативно-справочная информация', 'Регистратура', 'Листки нетрудоспособности', 'Контроль исполнения', 'Автоматизированная торговая точка', and 'Руководство'. The left sidebar lists various functions under 'Карта пациента' and 'Данные пациента'. The main window shows a patient card for 'Светлана Александровна Чердыник' (Svetlana Alexandrovna Cherednik) with details such as date of birth (05.05.1988), sex (Ж), age (25 лет), and SNILS. It also includes fields for 'Диспанс. группа' (Dispenser group), 'Документ' (Document), 'Группа' (Group), 'Адрес' (Address), 'Контакты' (Contacts), 'Соц. статус' (Social status), 'Состав семьи' (Family composition), and 'Доп. сведения' (Additional information).

Рисунок 2. Интерфейс 1С:Медицина

1.2.3. Другая предлагавшаяся система

Разрабатываемая система – не первая, которую хотели внедрить в РКИБ. По словам сотрудников, им уже предлагали готовое решение. Проблема в том, что система не была приспособлена к использованию в этой больнице. Она подходила обычной поликлинике, но РКИБ слишком сильно от них отличается. Здесь нет привычных участков. Обслуживаются не только жители ближайших районов, но и, во том числе, других регионов. Это помешало внедрить её в РКИБ.

Приспособленность к работе в условиях этой конкретной больницы – важное условие для запуска системы.

1.2.4. Прочие системы

Существуют и другие системы записи, которые стоит упомянуть, но у них тоже есть существенные недостатки:

- СберЗдоровье. Партнёрство ограничено определёнными клиниками, отрицательные отзывы по качеству записи.
- МедЭлемент. Наличие ошибок из-за технических неполадок. Не вся информация актуальная и точная.
- Yell.ru. Ориентирована на поиск, а не на запись. Не специализирована на медицине. Возможна недостоверная и устаревшая информация.

1.3. Техническое задание

В системе выделяются 4 роли:

- Пациент. Тот, кто имеет возможность попасть на приём.
- Доктор. Принимает пациентов согласно своему расписанию, составляет своё расписание.
- Регистратор. Записывает и подтверждает запись к врачу. Генерирует отчёты.
- Администратор. Имеет доступ ко всем данным для их редактирования в случае возникновения проблем. Управляет редкоизменяемыми данными.

Каждая из них отличается требуемым функционалом. При этом каждый пользователь может иметь от 1 до 4 ролей, потому что врач, например, может

записаться на приём к другому врачу. Рассмотрим функциональные требования к системе для каждой роли и нефункциональные требования, необходимые системе в целом.

1.3.1. Функциональные требования

Как уже было сказано в пункте 1.3, в системе есть 4 роли. Диаграмма вариантов использования для этих ролей представлена на Рисунке 3. Далее рассмотрим основные требования для каждой роли подробнее.

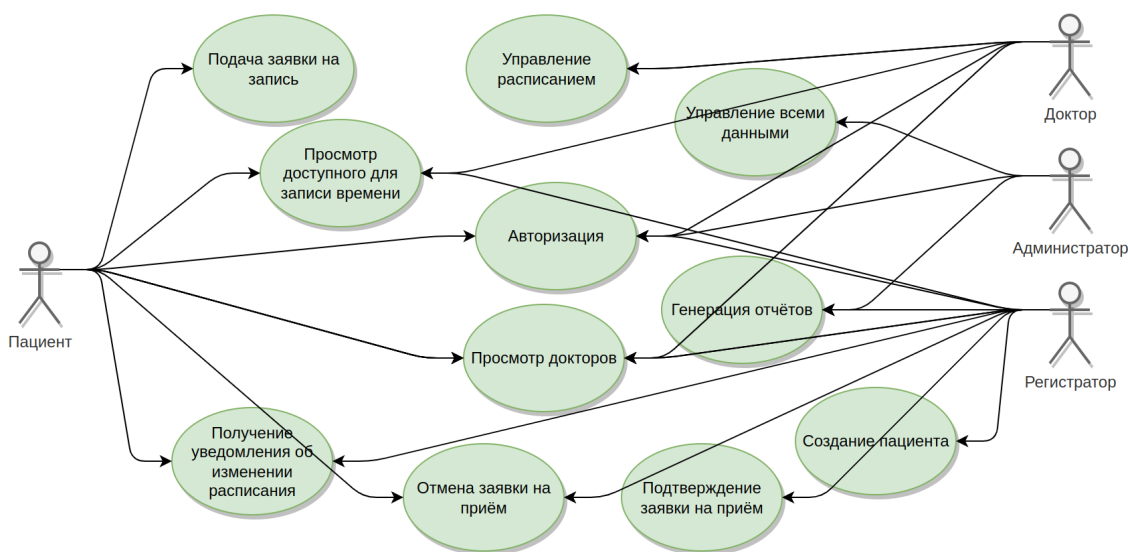


Рисунок 3. Диаграмма вариантов использования

1.3.1.1. Пациент

Функциональные требования для пациента:

- Авторизация. На первой странице приложения должна быть авторизация для пациентов. По логину и паролю пациент получает доступ к остальным функциям.
- Просмотр докторов. Возможность узнать какие врачи работают в учреждении и какие у них специализации. Нужно для того, чтобы даже если врач болеет, то была информация о нём.
- Просмотр времени для записи. Созданный врачом график записи должен отображаться для пользователя там же, где и «Просмотр докторов», но при выборе конкретного доктора.

- Заявка на запись. Выбрав время приёма, пользователь может нажать на кнопку «Записаться». Заявка отправляется регистратору и время для записи закрывается. Одновременно активных заявок на приём у пациента может быть не более двух.
- Отмена заявки на запись. Если по какой-то причине пациент не может попасть на приём, то на странице своих визитов он может нажать на кнопку «Отменить запись». Сразу после этого время для приёма должно освободиться, а регистратору должно прийти об этом уведомление.
- Просмотр своих визитов. Пациент может просмотреть информацию о своих прошлых визитах и о текущих записях с указанием информации об обращении.

1.3.1.2. Доктор

Функциональные требования для доктора:

- Авторизация. На первой странице приложения около панели входа должна быть кнопка для перехода на страницу входа как сотрудника. Отличается он возможностью указать роль в учреждении. После входа под конкретной ролью пользователя переносит на страницу этой роли.
- Управление своим расписанием. Возможность создавать новые элементы своего расписания, отмечать недоступными те, в которые врач не сможет совершить приём.
- Просмотр списка записанных к нему. Пациенты, которые записались на приём к врачу доступны для быстрого просмотра этому врачу. Если никто не записан на какое-то время, то об этом тоже должно быть написано. Если изменения в расписании касаются текущего рабочего дня, то об изменении в списке приёма дополнительно должно приходиться уведомление.
- Заполнение данных о приёме. Основная информация о приёме не затрагивает текущую систему, однако, должна быть возможность указания диагноза и комментария по приёму.

1.3.1.3. Регистратор

Функциональные требования для регистратора:

- Авторизация. То же самое, что авторизация врача.
- Создание/подтверждение записи пациента. Регистратор может самостоятельно записать пациента на приём если он, например, пришёл в учреждение. Особенно актуально для пожилых. Для этого регистратор указывает пациента и время приёма. Если же речь о подтверждении, то всё уже указано и требуется только его проверка.
- Отмена записи на приём. По каким-либо причинам пациент может не прийти на приём. Если он сообщил об этом заранее, то есть до приёма есть время, то у регистратора есть возможность отменить запись.

1.3.1.4. Администратор

Функциональные требования для администратора:

- Авторизация. То же самое, что авторизация врача.
- Управление всеми доступными данными системы. Должна быть страница для каждого элемента, который вообще можно изменять. Только администратор может менять список услуг, добавлять сотрудников, взаимодействовать со статусами.

1.3.2. Нефункциональные требования

В этом разделе будут рассмотрены критерии, используемые для оценки работы системы – характеристики производительности и атрибуты качества.

1.3.2.1. Совместимость

Система должна корректно работать Chromium, Яндекс.Браузер, Edge версий, актуальных на начало 2023 года. Должна гарантироваться работа на экранах с разрешениями от 1024x768 до 1920x1440 для соотношения сторон 4:3, и с разрешениями 1280x720 до 1920x1080 для соотношения сторон 16:9. Указанные разрешения предполагают развёрнутость окно браузера на полный экран.

1.3.2.2. Безопасность

Использование системы должно происходить только через HTTPS. Пароли должны храниться в таком виде, чтобы из него было невозможно узнать изначальный пароль. Следовательно, не должно быть возможности восстановить пароль – только сбросить и создать новый.

1.3.2.3. Производительность

Система должна корректно работать при одновременном подключении как минимум 10 пользователей без значительного снижения производительности – не более 10 секунд на запрос при условии стабильного подключения интернета 100Мбит/с.

2. Проектирование

Разрабатываемая система – клиент-серверное приложение. Общая схема клиент-серверного приложения представлена на Рисунке 4 [14, 17].



Рисунок 4. Общая схема клиент-серверного приложения

В этой главе будут спроектированы указанные части системы, а в главе 3 – выбраны инструменты и реализованы элементы приложения.

2.1. База данных

Для реализации системы потребуется база данных. Её цель – упростить работу с данными для серверной логики. Появляется выбор – использовать реляционную или нереляционную базу данных.

Нереляционная база данных, с одной стороны, может повысить гибкость приложения, а с другой – усложняет работу с данными. В разрабатываемой системе выигрыш от использования нереляционной базы данных минимален, потому что даже в тетрадах всё записывалось в виде простых таблиц. Реляционная база данных в этом случае подойдёт лучше – с ней гораздо проще работать и они лучше подойдут для, например, поиска, потому что список полей фиксирован.

Исходя из данных пункте 1.2.1 можно выделить сущности базы данных [19].

2.1.1. Основные таблицы

Для создания схемы данных нужно проанализировать задачу: Система должна позволять связывать заявки людей на приём и время приёма. Получается, что основных компонентов должно быть 2: обращение и расписание. К этому же можно прийти из пункта 1.2.1: Для каждого обращения в тетради используется отдельная строка. Для расписания врачей тоже используется одна строка на одно время приёма. Простейшая возможная база данных – состоящая из перенесённых из тетради строк в поля таблиц, получим:

- Обращение: Содержит данные пациента: ФИО, занятость, адрес для идентификации пациента. Дополнительно содержит направление и диагноз.
- Расписание: Включает в себя ФИО врача, услугу, которую он оказывает, время и, опционально, данные об обратившемся человеке. Причём приём может быть сразу на 2 и более ячейки расписания. Связь «Много к одному».

2.1.2. Вспомогательные таблицы

Рассмотрим данные, которые можно было бы вынести в отдельные таблицы, для удобства работы с ними. Дополнительные компоненты можем разделить на 2 категории:

- Отражающие существующую логику. Они напрямую взяты из тетрадей и понятны обычному человеку.
- Упрощающие работу с данными. Нужны только для использования внутри системы.

2.1.2.1. Отражающие существующую логику

- Пациент: Хранит общую информацию о пациенте. Нужна для хранения информации о человеке, которая не обязательно должна быть у, например, врача. Так врачу не обязательно указывать свой личный телефон, если он не является одновременно пациентом.
- Сотрудник: Нужна только для определения кто из людей какую роль занимает в учреждении.
- Учреждение: Если пациент пришёл по направлению, то это направление должно было быть выдано каким-то учреждением.
- Услуга: Медицинские учреждения предоставляют конкретный список услуг. Таблица фиксирует его.

2.1.2.2. Упрощающие работу с данными

- Человек: Сущность, объединяющая пациента и сотрудника. В обеих таблицах есть ФИО. К тому же аккаунт должен быть и у тех, и у тех.

Более того, один и тот же человек может быть и пациентом, и сотрудником. Объединение нормализует данные.

- Статус обращения: Вспомогательная таблица. Нужна для определения того, что делать с обращением. Например, чтобы отменённое обращение не показывалось в расписании врача.
- Статус элемента расписания: Тоже вспомогательная таблица, но для других целей. Например, если врач заболел, то записанные к нему люди будут отдельно обработаны регистратором.

2.1.3. Логическая схема данных

Исходя из пунктов 2.1.1 и 2.1.2 можно составить логическую схему данных, представленную на Рисунке 5 [2].

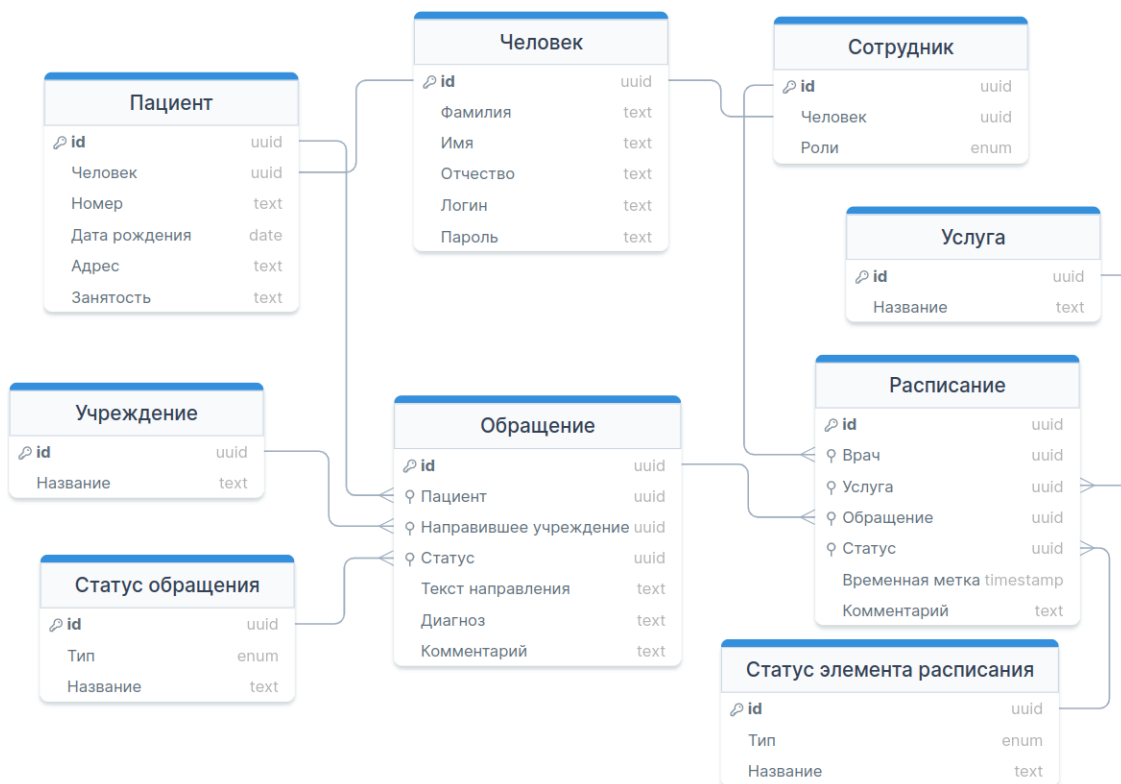


Рисунок 5. Логическая схема данных разрабатываемой системы

2.2. Серверная часть

Клиентский код не должен напрямую обращаться к базе данных [5, 14, 17]. Ему нужно промежуточное звено – сервер. Передавать данные клиент и сервер должны заранее определённым способом – API. Данные между клиентом и сервером передаются в формате, понятном обоим элементам. После преобразования данных в сущности, сервер работает напрямую с базой данных. Архитектура серверной части представлена на Рисунке 6

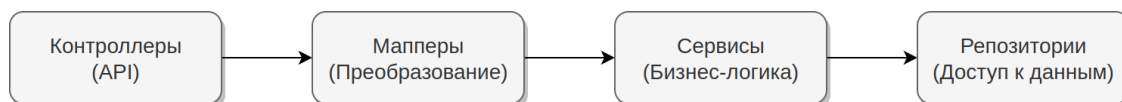


Рисунок 6. Общая архитектура серверной части

2.2.1. Выбор вида API

В зависимости от потребностей системы можно использовать разные виды API. Сравнение популярных видов API представлено в Таблице 1.

Таблица 1. Популярные виды API

Название	Плюсы	Минусы
REST	– Универсальность – Поддержка CRUD – Легко масштабируется	– Нет строгого стандарта – Падение производительности от количества запросов
SOAP	– Безопасность – Поддержка транзакций – Строгий стандарт	– Избыточность данных – Сложность использования и настройки
GraphQL	– Нет избыточных данных – Возможность сложных запросов – Сильная типизация	– Сложность разработки – Сложное масштабирование – Перегрузка из-за сложности запросов
gRPC	– Быстрое выполнение – Сильная типизация	– Сложность в настройке и использовании
JSON-RPC и XML-RPC	– Простота использования и разработки – Лёгкость интеграции	– Нет поддержки HTTP-методов – Трудное масштабирования

Для разработки был выбран REST. Его минусы в рамках проекта незначительны: в системе не будет большого количества запросов, а отсутствие строгого стандарта всего лишь делает его принципы рекомендациями. При этом REST удовлетворяет всем потребностям приложения – поддержка HTTP-методов, отсутствие сохранения состояния, а также ранее использовался автором для своих проектов.

2.2.2. Авторизация

Авторизация – важный элемент безопасности системы. Есть разные подходы к её организации и для выбора нужно учитывать потребности системы и технологии, например, выбранный в пункте 2.2.1 тип API.

Таблица 2. Популярные виды API

Название	Плюсы	Минусы
Basic Auth	<ul style="list-style-type: none"> – Хорошо работает с HTTPS – Не требует сессий – Прост в реализации 	<ul style="list-style-type: none"> – Нет средств управления сессиями – Передача данных в незашифрованном виде
Digest Auth	<ul style="list-style-type: none"> – Безопасность из-за хеширования для передачи данных 	<ul style="list-style-type: none"> – Сложность реализации – Нет управления сессиями
Token-based Auth (JWT, OAuth)	<ul style="list-style-type: none"> – Есть управление сессиями – Передача метаданных 	<ul style="list-style-type: none"> – Сложная реализация и управление токенами – Проблемы при больших объёмах данных
Session-based Auth	<ul style="list-style-type: none"> – Управление сессиями – Сервер контролирует данные сессии 	<ul style="list-style-type: none"> – Хранение и управление данными сессии – Плохо масштабируется

Для данного проекта была выбрана Basic Auth, потому что он прост в реализации. Его проблема безопасности решается использованием HTTPS и он хорошо подходит для проектов небольшого масштаба.

Заголовок авторизации – специальная строка, передающаяся вместе с запросом. Выглядеть строка должна так: «Authorization: Basic *токен*»,

где *токен* – Это зашифрованная с помощью Base64 строка вида «*логин*:*пароль*» [5]. При запуске приложения создаётся аккаунт по умолчанию, поэтому для всех методов, кроме установки пароля, потребуется авторизация.

2.2.3. Методы API

Каждый запрос на сервер в разрабатываемой системе характеризуется несколькими параметрами [5]:

- URL
- Метод HTTP
- Заголовок авторизации
- Параметры в теле запроса, либо в URL

Зная эти данные мы можем дать нужный ответ. Теперь нужно определить – кто к каким конечным точкам должен иметь доступ. Для этого нужно составлять таблицы с указанием приведённых выше параметров.

Хорошей практикой считается разделение версий API и выделение его в URL [5]. Поэтому перед каждой конечной точкой в реальных запросах к API дополнительно используется /api/v1, если не сказано иное. Спроектированные методы API представлены в Таблице 3.

Можно видеть разделение конечных точек в зависимости от ресурса, который они предоставляют. Разные конечные точки поддерживают разные HTTP методы из-за различий в их функциях.

Таблица 3. Методы API

URL	HTTP метод	Краткое описание
/people/{id}	GET, PUT, DELETE	Получение, изменение, удаление общих данных о человеке
/people/me	PUT, GET	Получение, изменение данных о себе
/people	POST, GET	Получение списка всех пользователей
/patients/{id}	GET, PUT, DELETE	Получение, изменение, удаление пациента
/patients	POST, GET	Получение списка всех пациентов
/employees/{id}	GET, PUT, DELETE	Получение, изменение, удаление сотрудника
/employees	POST, GET	Получение списка всех сотрудников
/institutions/{id}	GET, PUT, DELETE	Получение, изменение, удаление учреждения
/institutions	POST, GET	Получение списка всех учреждений
/appointments/{id}	GET, PUT, DELETE	Получение, изменение, удаление обращения
/appointments	POST, GET	Получение списка всех обращений
/schedules/{id}	GET, PUT, DELETE	Получение, изменение, удаление элемента графика
/schedules	POST, GET	Получение списка всех элементов графика

Отдельно стоит выделить таблицы, к которым должен иметь доступ только администратор. Это такие таблицы, которые меняются очень редко и их изменение сильно влияет на всю систему. Например, изменение в таблице «Услуги». Перечень запросов, доступных только Администратору представлен в Таблице 4.

Таблица 4. Методы API только для Администратора

URL	HTTP метод	Краткое описание
/procedures/{id}	GET, PUT, DELETE	Получение, изменение, удаление услуги
/procedures	POST, GET	Добавление услуги, получение всех услуг
/appointmentStatuses/{id}	GET, PUT, DELETE	Получение, изменение, удаление статуса обращения
/appointmentStatuses	POST, GET	Добавление статуса обращения, получение всех статусов обращений
/scheduleStatuses/{id}	GET, PUT, DELETE	Получение, изменение, удаление статуса элемента графика
/scheduleStatuses	POST, GET	Добавление статуса элемента графика, получение всех статусов элементов графика

2.2.4. Обработка ошибок

Обработку ошибок можно разделить на 2 больших пункта:

- На стороне сервера. Рассматривается в этом пункте ниже
- На стороне клиента. Будет рассматриваться в пункте 2.3.3

2.2.4.1. Обработка ошибок базы данных

Отдельно выделяются ошибки, связанные с базой данных. Это такие ошибки, которые может быть сложно, либо затратно обнаружить и обработать. Это связано с тем, что база данных – отдельная часть системы, с которой взаимодействует сервер. Есть несколько основных моментов, которые стоит затронуть:

- Транзакционность. База данных хранит данные – это её основная задача. Контроль корректности вводимых данных на её стороне возможен либо частичный (например, уникальность полей), либо очень затратен в создании и поддержке (триггеры). Если данные записались в базу дан-

ных, то может быть проблемой удалить их. Особенно это актуально при одновременном создании множества объектов, когда может выполняться только часть запросов. В таких случаях помогает транзакционность, то есть возможность отменить все изменения в рамках связанных запросов. В рамках разрабатываемой системы необходимо учитывать это на стороне сервера.

- Определение конкретного места ошибки. Стандартные ошибки, выдаваемые базой данных, не всегда информативны для пользователя, а иногда и для администратора. Так, например, нарушение связи один к одному, либо конфликт из-за уникальности – разные ошибки и их нужно по-разному идентифицировать.

2.2.4.2. Коды ошибок

Сопоставление каждой возможной ошибке конкретного кода может значительно ускорить процесс её обработки. Невозможно заранее знать все возможные причины ошибок – тогда бы их просто не было. Но вполне осуществимо выявление части программы, в которой произошла ошибка. Например, есть код, отвечающий за чтение `Person` из базы данных. Если мы пометим эту часть кода как вызывающую ошибку с кодом `drp-01`, то при её возникновении заранее будет известно её расположение. Это не отменяет вспомогательных сообщений и логирования – лишь помогает им. Список определённых кодов ошибок достаточно большой, их список приведён в Приложении 1.

2.2.4.3. Единый формат ошибок

Стандартные форматы ошибок могут отличаться от фреймворка к фреймворку, что уменьшает гибкость приложения. Дополнительно, не каждый формат ошибок подходит для каждого приложения – в некоторых много избыточной информации, в некоторых её недостаточно. Хорошей практикой является написание своих формат ошибок [16], поэтому для приложения был разработан формат ошибок, использующий JSON. Представлен на Листинге 1.

Листинг 1. Формат ошибок

```
1  {
2      httpCode: "",
3      errors: [
4          {
5              code: "",
6              message: "",
7              details: ""
8          },
9          ...
10     ]
11 }
```

Далее по частям разобраны части приведённого формата ошибок.

- `httpCode`. У протокола `http` есть перечень поддерживаемых кодов состояния [21]. Например, коды `2XX` – коды успешного выполнения запроса, `4XX` – ошибки клиента, `5XX` – ошибки сервера. Это общепринятые заданные стандартом коды. Здесь потребуются только коды, отвечающие за ошибки. Явное указание кода в ответе упрощает работу с ошибкой при отладке.
- `errors`. Массив ошибок. Перечень того, что сервер в процессе обработки запроса посчитал некорректным. Стоит отметить, что перечисляются не все ошибки, а лишь те, до которых сервер обработал данные. Несколько элементов может быть указано только если ошибки одного типа, например, все касаются валидации полей.
 - `code`. Внутренний код ошибки системы, определённый в пункте 2.2.4.2.
 - `message`. Написанное доступным простому пользователю языком сообщение об ошибке, выводимое на экран.
 - `details`. Более развёрнутое сообщение об ошибке, содержащее максимум данных для отладки. Опциональное поле.

Использование этого стандарта гарантирует, что даже при переходе на другой фреймворк одной из частей приложения, изменения коснутся только её. Иначе в зависимости от фреймворка нужно было бы либо приводить вид одного к другому, либо переделывать и клиентскую, и серверную части [21].

2.3. Клиентская часть

Клиентская часть завершает список необходимых компонентов для клиент-серверного приложения. Это та часть, которую пользователь видит на экране. Сюда, по большей части, относится графический интерфейс и работа с ним. Сюда же входит работа с API сервера: формирование запросов, обработка ответов [5, 14].

2.3.1. Архитектура клиентского приложения

Для разработки понадобятся различные компоненты, такие как диалоговые окна, кнопки, элементы для поиска элементов [11]. Рассмотрим, какие компоненты нужны для работы системы:

Поля ввода. Может показаться, что это один компонент, но для удобной работы нужно детализировать его для разных нужд:

- Обычные поля, не требующие особого подхода. Например, комментарий к обращению может быть написан в свободной форме.
- Пароль. Требуется сокрытие вводимых данных.
- Поля со строго определённой структурой. Необходимы для, например, наглядного ввода номера телефона

Кроме того, большинство полей в базе данных приложения требуют гарантии заполненности. Так, услуга не имеет смысла без её названия. Нужна возможность визуальных подсказок для полей.

Алерты. Компоненты, информирующие пользователя о событиях. Когда на странице не могут загрузиться данные, либо произошла какая-то ещё ошибка, то нужно об этом сказать пользователю. Для этого хорошо подходит отдельный компонент.

Выпадающие списки. Заменяют поля ввода, когда список его значений заранее известен и достаточно мал.

Диалоговые окна. Это элементы, появляющиеся поверх основной страницы и служащие для совершения какого-то фиксированного действия. Например, отправка запроса на создание элемента или выбор элемента из множества на основе фильтров. В разделе 1.3 упоминалось, что в системе будет Администратор. Он должен иметь возможность редактировать все записи в базе данных. Для этого ему потребуется диалоговое окно на каждую из сущ-

ностей. Они же будут использоваться и для остальных ролей в случаях, когда доступ к сущностям есть.

2.3.2. Проектирование интерфейса пользователя

2.3.2.1. Переходы между страницами

В пункте 1.3 выделено 4 роли: Пациент, доктор, регистратор, администратор. У каждого из них, в соответствии с пунктами 1.3.1.1 – 1.3.1.4 в системе свои возможности. Для этого необходимо разграничение интерфейса. Роли с указанием доступных им страниц и переходов между ними показаны на Рисунке 7. Сами страницы будут представлены в пункте 3.4.3.

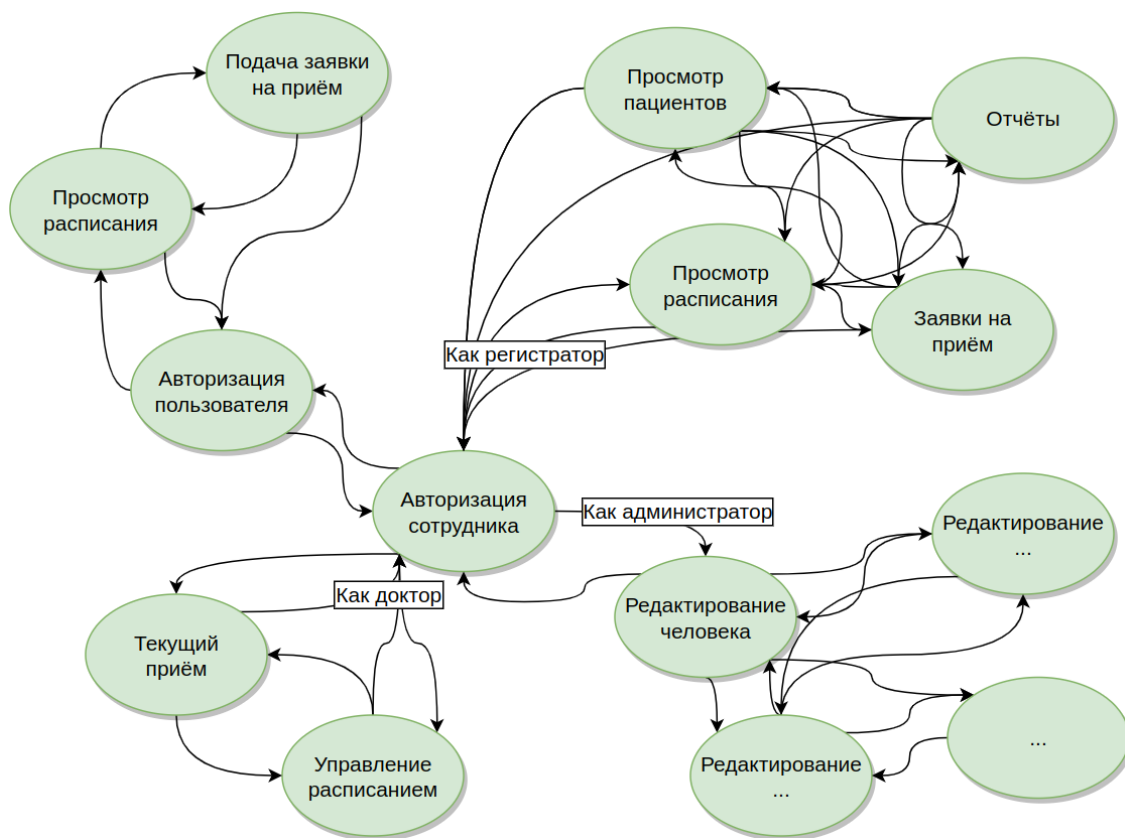


Рисунок 7. Диаграмма переходов между страницами

2.3.2.2. Цветовая палитра

Забегая вперёд – для реализации будет использоваться Vue с библиотекой компонентов Vuetify. Эти инструменты нацелены на Material Design [12] и используют соответствующую цветовую палитру, изображённую на Рисунке 8. В системе используются цвета «Green», «Red», «Indigo», «Grey» и обычный белый цвет (#FFFFFF) для фона и некоторого теста.

Green	Teal	Indigo	Blue	Purple
Light Green	Lime	Light Blue	Cyan	Deep-Purple
Yellow	Orange	Light Red	Brown	Blue-Grey
Amber	Deep-Orange	Red	Deep-Brown	Grey

Рисунок 8. Цветовая палитра

2.3.3. Обработка ошибок

Важная часть разработки клиентского приложения – правильная обработка ошибок. Она помогает предотвратить прерывание работы приложения, выявить и устранить причину ошибок. Продуманная система обработки ошибок важна для стабильности приложения [11].

Существуют разные виды ошибок, которые должно обрабатывать клиентская сторона, например:

- Обработка ошибок на уровне приложения
- Ошибки, генерируемые сервером. Например, запрос недоступного пользователю ресурса
- Некорректный ввод пользователя. Частично относится к прошлому пункту, но выделение позволяет сделать интерфейс удобнее
- Недоступность сервера

Подробнее рассмотрим важные элементы обработки ошибок

2.3.3.1. Валидация данных

Для предотвращения ошибок, связанных с неверными данными, в приложении необходимы механизмы проверки ввода – валидации. Это включает валидацию свойств компонентов, использование библиотек для валидации форм и других пользовательских данных посредством специальных заранее определённых правил [5].

2.3.3.2. Логирование ошибок

Для упрощения отладки и мониторинга работы приложения необходимо использовать систему логирования ошибок [18]. Важно одновременно и уведомлять пользователя об ошибках, и выводит подробные данные о них, поскольку это разные уровни взаимодействия. Первые события рассчитаны больше на пояснение того, что случилось, в понятной простому человеку форме, а вторые – на то, что их будет разбирать специалист, для чего нужно сохранять больше информации.

2.3.3.3. Обработка ошибок в пользовательском интерфейсе

Информативные сообщения об ошибках и уведомлениях в пользовательском интерфейсе улучшают пользовательский опыт. Основная реализация – всплывающие подсказки и уведомления. Стоит затронуть и необходимость визуального выделения ошибок, касающихся валидаций данных из пункта 2.3.3.1.

3. Реализация

После анализа предметной области и проектирования остаётся последний большой шаг – реализация. Потребуется написать код всех частей системы, сделать так, чтобы они работали вместе и без ошибок. Важным аспектом является тестирование, которое должно проводиться на протяжении всей разработки системы и даже до неё – подход TDD «Разработка через тестирование» [13].

3.1. Выбор технологий

Выбор инструментов реализации проводится параллельно с проектированием. Это начальный этап разработки, который может определять структуру системы. В пункте 2 указано, что частей системы 3: база данных, серверная и клиентские части. Рассмотрим реализацию каждой из них ниже. Отдельно стоит упомянуть технологию изоляции приложений, которую будет использовать каждая из частей – Docker [4].

3.1.1. Развёртывание

Docker – специальное средство, позволяющее создавать изолированное окружение для приложения. Это обеспечивает одинаковую работу на любом устройстве, где приложение будет запущено [4]. Основной файл конфигурации – Dockerfile. Он содержит необходимые настройки для работы приложения. Пример такого файла конфигурации для серверной части приведён на Листинге 2.

Листинг 2. Пример Dockerfile для бекенда

```
1 FROM openjdk:17
2 ARG JAR_FILE=build/libs/*.jar
3 RUN mkdir /opt/rkib-appointment-backend
4 COPY ${JAR_FILE} /opt/rkib-appointment-backend/rkib-
  appointment-backend.jar
5 ENTRYPOINT ["java", "-jar", "/opt/rkib-appointment-backend/rkib-
  appointment-backend.jar"]
```

С помощью этого файла конфигурации уже можно запускать приложение в изолированной среде. Есть ещё один инструмент, помогающий в работе

с контейнерами – docker-compose [4]. Он помогает в организации нескольких контейнеров, если они должны быть запущены вместе. Также позволяет писать удобочитаемый файл конфигурации. Пример такого файла конфигурации – docker-compose.yml представлен на Листинге 3. Теперь для полного разворачивания приложения достаточно одной команды в директории с этим файлом – «docker-compose up -d».

Листинг 3. Пример файла конфигурации docker-compose.yml

```
1  version: "3.9"
2  services:
3    rkib-appointment-backend:
4      image: zalimannard/rkib-appointment-backend:latest
5      container_name: rkib-appointment-backend
6      ports:
7        - 8116:8116
8      depends_on:
9        - rkib-appointment-db
10     environment:
11       - DB_URL=*database url*
12       - DB_USER=*database user username*
13       - DB_PASSWORD=*database user password*
14       - DDL_BEHAVIOUR=*what happens to the database*
15       - ADMIN_USERNAME=*back's admin username*
16       - ADMIN_PASSWORD=*back's admin password*
17     restart: unless-stopped
```

3.1.2. База данных

Изначальное условие для системы было – использование СУБД Oracle [3]. Если разработанная система будет внедряться, то чтобы не было конфликтов в базе данных. Потому что разные СУБД имеют разные ограничения на имена, например, на длину и зарезервированные слова. Забегая вперёд – вся работа с базой данных будет через спецификацию JPA, то есть смена СУБД почти не потребует затрат.

3.1.3. Серверная часть

При выборе технологического стека для серверной части важно учитывать такие требования, как производительность, стабильность, безопасность, масштабируемость. Сравнение основных стеков представлено в Таблице 5 [22].

Таблица 5. Сравнение технологических стеков для серверной части

Состав стека	Особенности
Java + Spring	<ul style="list-style-type: none">– Высокая производительность и скорость выполнения– Хорошая интеграция с Oracle Database– Богатый набор библиотек для различных задач– Строгая статическая типизация для повышения надежности кода– Многопоточная модель, подходящая для CPU-интенсивных операций и масштабируемых систем
Python + Django	<ul style="list-style-type: none">– Скорость разработки– Много функций «из коробки»– Динамическая типизация– Меньшая производительность по сравнению с Java– Интеграция с Oracle может быть менее гибкой
JavaScript + Node.js	<ul style="list-style-type: none">– JavaScript на сервере и клиенте, упрощает разработку– Однопоточная модель с асинхронной I/O, эффективной для обработки большого количества коротких запросов– Низкая производительность для CPU-интенсивных операций по сравнению с Java– Динамическая типизация и возможные проблемы безопасности

Для представления API в удобном виде будет использоваться Swagger. Он обеспечивает автоматическую генерацию документации по API с возможностью запуска команд из него же. Удобный инструмент для тестирования в процессе разработки.

Для автотестов будет использоваться RestAssured для запросов на сервер [7], JUnit5 для организации тестов, AssertJ для повышения читаемости тестов и Allure для визуализации результатов тестирования. Они помогают быстро находить проблемы в коде и увеличивают эффективность рефакторинга.

Lombok – библиотека для Java, позволяющая сосредотачиваться на написании бизнес-логики, а не на написании шаблонного кода [6]. Так, практически пропадает необходимость написания геттеров, сеттеров, конструкторов и прочих компонентов. Код становится более чистым и легко поддерживаемым.

3.1.4. Клиентская часть

У клиентской части приложения большое количество нюансов, которые нужно учесть. Они связаны с тем, что этот код будет выполняться на разных компьютерах и нужно обеспечить корректную работу на них.

Основной язык разработки – JavaScript. TypeScript – разработанный компанией Microsoft язык, расширяющий возможности JavaScript: обладает статической типизацией, поддержкой полноценных классов. К тому же он совместим с JavaScript. Он повышает читаемость кода, его повторное использование и скорость поиска ошибок.

JavaScript отвечает за внутреннюю логику, за внешний вид отвечают HTML и CSS. Можно писать код используя только их, но такой подход хорош только для очень маленьких приложений. Так, работу на разных экранах придётся обеспечивать вручную. Как и следить за цветовой палитрой, стилями и анимацией. Гораздо удобнее использовать фреймворки, так как они представляют готовый набор стандартных элементов и логики. Сравнение трёх самых популярных фреймворков [24]:

- React. Гибкий, с большим количеством библиотек, но для полноценной разработки именно потребуется использование сторонних библиотек, что может быть затруднением.

- Angular. Большой фреймворк со всеми нужными компонентами из коробки, чёткая структура, но сложный для изучения и малопроизводительный.
- Vue.js. Гибкий, самодостаточный фреймворк с возможностью интеграции со сторонними библиотеками. Прост в освоении, хорошая документация, но меньше материала по сравнению с другими.

На основании личного опыта работы с Vue.js, можно выбрать его как подходящий инструмент для разработки данной системы. С учётом масштаба приложения, встроенных инструментов Vue.js будет достаточно для эффективной реализации всех необходимых функций [11]. Для тестирования пользовательского интерфейса будет использоваться Selenide [8] – удобная обёртка для библиотеки автоматического тестирования Selenium. Для визуализации тестов будет использоваться Allure с расширением для Selenide. Используемая система сборки – Vite [10].

3.2. База данных

Как уже было сказано в пункте 3.1.2, база данных будет создана через JPA [9]. Это спецификация, обеспечивающая переносимость данных между реляционными базами данных для приложений на Java. В файле конфигурации указано, как поступать с базой данных при каждом запуске приложения. Это указано в файле конфигурации, описанном в пункте 3.1.1. За это отвечает параметр DDL_BEHAVIOUR. Если требуемая база данных отличается от существующей, то в существующую вносятся необходимые изменения.

Таблицы и поля в базе данных создаются с помощью JPA, то есть объекту в базе данных соответствует объект в Java. Это позволяет работать с хранящимися данными так, будто они уже являются объектами в Java [5]. Это уже часть пункта 3.3, но его необходимо разобрать отдельно. Это некая прослойка между СУБД и сервером. Для примера возьмём сущность Patient, описанную как Пациент в логической схеме данных на Рисунке 5. Код представлен в Листинге 4. По порядку разберём написанное:

Строки 1-2 – аннотации JPA, отвечающие за создание таблицы в базе данных. `@Entity` говорит, что класс является объектом базы данных, `@Table` указывает конкретное название таблицы в базе данных.

Строки 3-7 – аннотации библиотеки Lombok. Создают геттеры и сет-

теры (методы для доступа к полям), реализует шаблон строитель (позволяет гибко создавать объекты) и генерирует 2 конструктора – с требуемыми параметрами и всеми. Это нужно для инъекции зависимости, используемой в Spring и для работы шаблона строитель. Дополнительно опущены методы .equals() и hashCode, который сравнивает 2 экземпляра одного класса по заданным параметрам. В этом случае – сравнение по полю id, так как в базе данных гарантируется уникальность первичного ключа.

Все остальные таблицы делаются по аналогии, схема данных представлена на Рисунке 5.

Листинг 4. Пример реализации таблицы Patient через JPA

```
1  @Entity
2  @Table(name = "patients")
3  @Getter
4  @Setter
5  @Builder(toBuilder = true)
6  @RequiredArgsConstructor
7  @AllArgsConstructor
8  public class Patient {
9      @Id
10     @GeneratedValue(strategy = GenerationType.UUID)
11     @Column(name = "id")
12     private String id;
13     @OneToOne
14     @JoinColumn(name = "person_id", referencedColumnName = "
        id", nullable = false)
15     private Person person;
16     @Column(name = "birthdate")
17     LocalDate birthdate;
18     @Column(name = "phoneNumber", nullable = false)
19     private String phoneNumber;
20     @Column(name = "address")
21     private String address;
22     @Column(name = "occupation")
23     private String occupation;
24 }
```

В строках 9-12 объявляется первичный ключ и его тип генерации – UUID. Есть разные способы генерации первичного ключа – по последовательности, автоувеличением значения, какой-либо строкой, либо можно на-

писать вообще свою функцию генерации. Одно из изначальных ограничений системы – использование строкового первичного ключа. UUID подходит под эту роль. Это способ генерации уникальной последовательности, из-за чего сложно угадать его соседние элементы, что более безопасно, чем другие способы. Распространённая практика делать поле id в каждой таблице.

В строках 13-15 указано, что таблицы Person и Patient связаны «Один к одному», то есть одному пациенту соответствует один аккаунт. Содержится ссылка и то, что пациент гарантировано имеет аккаунт.

Строки 16-17 содержат информацию о дате рождения. Дата всегда сложный элемент, потому что, например, часовой пояс не должен влиять на дату рождения. У даты рождения не должно быть времени вообще. LocalDate позволяет гибко работать с датой.

Далее в строках 16-23 содержатся обычные текстовые поля, характерные для таблицы пациент. Указывается имя и то, что это обычное поле в базе данных.

Компонент Patient полностью покрывает все нюансы базы данных в создаваемой системе. Все остальные таблицы делаются по аналогии с рассмотренной. При запуске приложения все таблицы автоматически создадутся и свяжутся. Всё это происходит через обычные запросы к базе данных, но автоматически, через обёртку JPA.

3.3. Серверная часть

3.3.1. Структура проекта

Для начала рассмотрим структуру файлов проекта серверной части, она представлена на Листинге 5. Два важных файла вынесены на самый верх структуры – главный файл приложения RkibAppointmentBackendApplication, содержащий только метод main с запуском Spring.

Пакет config содержит файлы конфигурации безопасности, он будет рассмотрен в пункте 3.3.3. Validator содержит только файл с указанием шаблона для номера. Его использование будет продемонстрировано в пункте 3.3.2.

Листинг 5. Структура серверного приложения

```
1  RkibAppointmentBackendApplication.java
2  schema/
3      appointment/
4          status/
5      institution/
6      person/
7          employees/
8          patient/
9      procedures/
10     schedule/
11         status/
12  config/
13  exception/
14  validator
```

Пакет `exception` содержит реализацию ошибок, спроектированных ранее в пункте 2.2.4.3. Приложение может выдавать ошибки с кодами 400 – неверный запрос, 401 – неавторизованный запрос, 403 – нет доступа, 404 – не найдено, 409 – конфликт. Причём ошибки 401 и 403 может генерировать сам Spring (конкретно – Spring Security). Нужно перехватывать эти ошибки, это делается с помощью класса с аннотацией `@ControllerAdvice`, перехватывающим конкретные ошибки Spring Security, например, валидацию. Код части этого класса приведён на Листинге 6.

Указывается конкретный тип перехватываемой ошибки, далее формируется ошибка в заданном для системы формате и вместо стандартной ошибки Spring на запрос возвращается она.

Основное приложение находится в `schema` – описание сущностей и работы с ними. Разделение – по логическим единицам, таким как Учреждение, Человек. При этом Пациент и Сотрудник вложены в пакет Человек, а статус вложен в то, статусом чего он является. В каждом из пакетов содержатся файлы, которые соответствуют архитектуре слоёв, которая будет рассмотрена далее в пункте 3.3.2.

Листинг 6. Класс-прехватчик ошибок Spring

```
1  @ControllerAdvice
2  public class ValidationAdvice {
3      @ResponseBody
4      @ExceptionHandler(ConstraintViolationException.class)
5      @ResponseStatus(HttpStatus.BAD_REQUEST)
6      public ExceptionResponse onConstraintValidationException(
7      ConstraintViolationException e
8      ) {
9          List<ExceptionMessage> errors = e.
              getConstraintViolations().stream().map(
10             violation -> ExceptionMessage.builder()
11             .message(violation.getMessage())
12             .details(violation.getPropertyPath().toString()).
              build()
13             ).toList();
14             return ExceptionResponse.builder()
15             .httpCode(HttpCodes.BAD_REQUEST.getCode())
16             .errors(errors)
17             .build();
18     }
19     ...
20 }
```

3.3.2. Архитектура слоёв

Архитектура слоёв – подход к проектированию, где функциональность разделяется на отдельные слои. Каждый слой изолирует свою логику [5, 9, 17]. Архитектура сервера представлена на Рисунке 9.

Изображено разделение логики на слои представления (Controller), бизнес-логики (Service и вспомогательный для него Mapper), доступа к данным (Repository). Отображено, какими объектами они обмениваются. Далее рассмотрим каждый из компонентов подробнее. Один из компонентов – Entity уже был рассмотрен в пункте 3.1.2. Элемент «Клиент» соответствует схеме с Рисунка 12, которая будет рассмотрена далее.

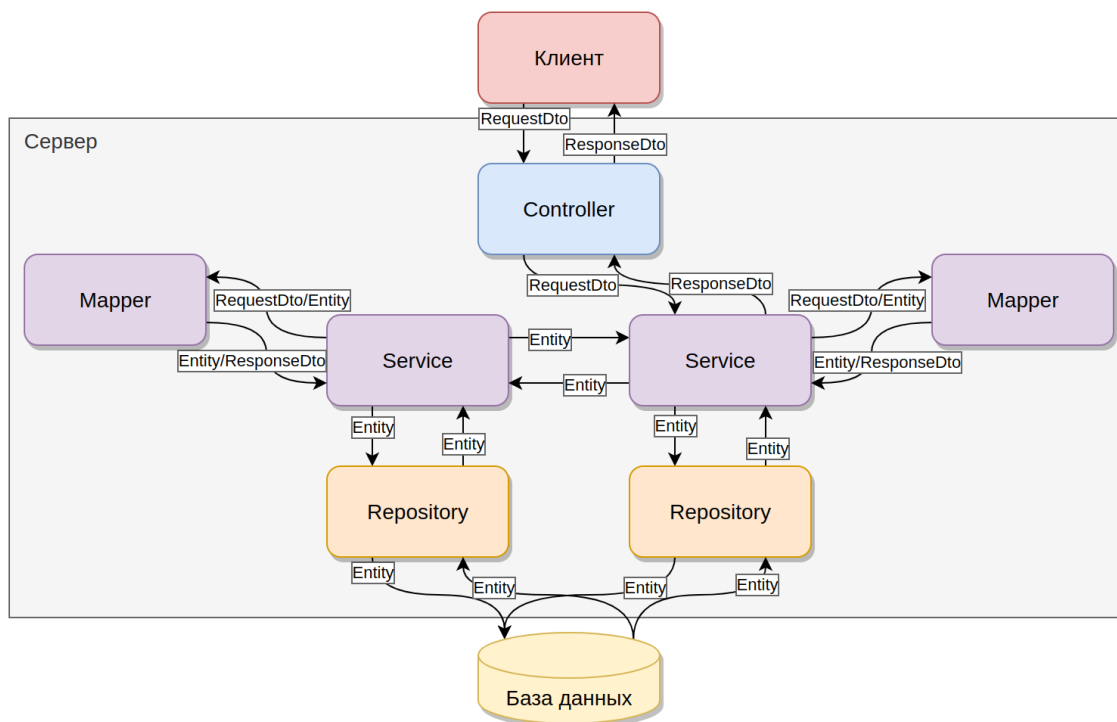


Рисунок 9. Архитектура слоёв сервера

3.3.2.1. DTO

Клиент и сервер обмениваются данными через HTTP-запросы. В теле запросов передаётся информация в формате JSON, которая должна преобразовываться во внутренний объект сервера – DTO (объект передачи данных) в Entity.

Возникает проблема, когда запрос и ответ должны иметь разную структуру. Так, неразумно возвращать пароль пользователю. Можно его убирать перед отправкой, но надёжнее вообще не давать возможности отправить нежелательные данные. Также если в теле ответа нужно возвращать дополнительные данные, то им вовсе не обязательно быть в теле запроса. Поэтому DTO дополнительно разделяется на DTO для запросов и DTO для ответов [5]. Сравнение этих двух типов DTO для представлено в Таблице 6.

Символом «*» отмечены отличающиеся элементы. Здесь это значит, что password не будет возвращён в ответе. При этом будет добавиться id – первичный ключ в базе данных, служащий идентификатором. С его помощью можно делать запросы конкретно с этим элементом. Далее появляются patient и employee. С обеими из таблиц Пациент и Сотрудник у таблицы Человек связь один к одному. Если человек является сотрудником, то для него будет дополнительно вложен объект такой, будто запросили информацию не

просто о человеке, а о нём как сотруднике. Это уменьшает количество запросов и упрощает работу с данными [5, 14].

Таблица 6. Сравнение объектов передачи данных сущности Person для запроса и ответа

Тело запроса	Тело ответа
<ul style="list-style-type: none">– email– password *– lastName– firstName– patronymic	<ul style="list-style-type: none">– id *– email– lastName– firstName– patronymic– patient *– employee *

Оба типа DTO используются только для передачи данных между клиентом и сервером и при первой же возможности заменяются на внутренние объекты – это увеличивает гибкость системы.

Важным аспектом DTO является валидация. Это проверка того, что данные удовлетворяют ограничениям. Ранее мы затронули самописную аннотацию `@Phone`. Это пример того, как декларативно можно поставить ограничение на значение поля [5]. Использование аннотаций валидации выглядит как показано на Листинге 7.

Листинг 7. Пример валидации

```
1 @NotNull(message = "Phone number not specified")
2 @Phone(message = "Invalid phone number")
3 String phoneNumber;
```

При невыполнении какого-то правила возникает ошибка с определённым сообщением. Перехват таких ошибок был реализован в Листинге 6. Стоит заметить, что для работы валидации необходимо дополнительно указывать аннотацию `@Validated` на классе и `@Valid` на объекте, к которому применяется валидация. Так же она может проводиться и для других параметров, не обязательно в теле запроса.

3.3.2.2. Controller

Служит для связи клиента и сервера. В нём определяется url для получения ресурса и через необходимые параметры и тело в виде DTO он однозначно может передать запрос дальше по системе. Его единственная задача – определять API. На этом его ответственность заканчивается и через соответствие метода в контроллере и дальше работает слой сервисов (бизнес-логики). Пример кода такого класса с двумя из методов представлен на Листинге 8.

Листинг 8. Пример класса слоя представления

```
1  @RestController
2  @RequestMapping("${application.baseApi}${application.apiV1}${
    application.endpoint.employees}")
3  @Tag(name = "Employee")
4  @RequiredArgsConstructor
5  public class EmployeeController {
6      private final EmployeeService employeeService;
7      @GetMapping("/{id}")
8      @Operation(summary = "Get an employee")
9      public EmployeeResponseDto get(@PathVariable String id) {
10         return employeeService.read(id);
11     }
12     @GetMapping("${application.endpoint.me}")
13     @Operation(summary = "Employee gets himself")
14     public EmployeeResponseDto getMe() {
15         return employeeService.readMe();
16     }
17     ...
18 }
```

Аннотации `@Tag` и `@Operation` относятся к автодокументированию кода, это будет рассмотрено в пункте 3.3.4. Остальные аннотации, кроме уже рассмотренного конструктора относятся к Spring. Они определяют путь и методы запроса. Единственная строка в методе – вызов соответствующего метода слоя бизнес-логики.

3.3.2.3. Service

Слой бизнес-логики. На этом слое запросы уже обрабатываются и формируется ответ. Состоит, как правило, из двух компонентов – интерфейса и его реализации, так выполняются принципы SOLID, инкапсуляции, улучшается тестируемость.

Как показано на Рисунке 9, элементы сервисного слоя могут передавать данные между друг другом. Для этого в классах помимо методов, возвращающих DTO должны быть методы, возвращающие сущности. Пример такого класса приведён на Листинге 9

Листинг 9. Пример класса слоя бизнес-логики

```
1  @Service
2  @RequiredArgsConstructor
3  public class PatientServiceImpl implements PatientService {
4      private final PatientMapper mapper;
5      private final PatientRepository repository;
6      @Override
7      public PatientResponseDto read(String id) {
8          Patient patient = readEntity(id);
9          return mapper.toDto(patient);
10     }
11     @Override
12     public Patient readEntity(String id) {
13         return repository.findById(id)
14             .orElseThrow(() -> new NotFoundException("pas-02", "
15                                     Patient id=" + id, null));
16     }
17     ...
18 }
```

3.3.2.4. Mapper

Вспомогательный компонент для работы с ним сервисов. Нужен исключительно для преобразования объекта передачи данных запроса в сущность и сущности в объект передачи данных ответа [5, 9, 17]. Полезен и метод перевода массив одного в массив другого. Пример такого класса на Листинге 10. Можно использовать различные библиотеки, как Modelmapper или MapStruct,

но у них есть большие проблемы – они плохо работают с Lombok, а отказ от него значительно усложнит код.

Листинг 10. Пример класса-маппера

```
1  @Component
2  public class InstitutionMapper {
3      public Institution toEntity(InstitutionRequestDto
4          institutionRequestDto) {
5          return Institution.builder()
6              .name(institutionRequestDto.getName())
7              .build();
8      }
9      public InstitutionResponseDto toDto(Institution
10         institution) {
11         return InstitutionResponseDto.builder()
12             .id(institution.getId())
13             .name(institution.getName())
14             .build();
15     }
16 }
```

3.3.2.5. Repository (DAO)

Компонент, который почти полностью генерируется автоматически. Как сказано в пункте 3.2, практически всё, что касается базы данных передаётся под контроль JPA [9]. Самостоятельно требуется сделать только несколько вещей:

- Написание интерфейса для генерируемого класса работы с базой данных
- Пользовательские простые запросы. По названию методов библиотека сама определит какой запрос нужен для проведения операции. Достаточно лишь передать свои параметры.
- Пользовательские сложные запросы. Есть возможность с помощью специальной аннотации `@Query` написать любой SQL-запрос, не отходя от логики созданных сущностей. Полезно, например, для фильтрации.

Пример обычного интерфейса для Repository – на Листинге 11. Указывается сущность, для которой нужно создать объект доступа к данным и тип его первичного ключа. После этого с помощью инъекции зависимостей [9] можно будет использовать его в слое бизнес-логики.

Листинг 11. Пример интерфейса для репозитория

```
1 public interface AppointmentRepository
2     extends JpaRepository<Appointment, String> {
3 }
```

3.3.3. Безопасность

3.3.3.1. Хранение паролей

При добавлении пользователя логин и пароль передаются в незашифрованном виде. Хранить логин можно и без шифрования, а вот пароль – нет. В Spring уже есть шифровальщик паролей – BCryptPasswordEncoder [5, 9], который шифрует текст с помощью BCrypt алгоритма. Пароль хешируется и возвращается в виде строки. Эта строка будет хранить одновременно и информацию о том, что это BCrypt, и количество итераций при хешировании, и соль и, непосредственно, сам хешированный пароль.

3.3.3.2. Ограничение доступа

С помощью Spring Security [9] можно определять, какие url каким пользователям будут доступны.

Для разрабатываемой системы хорошо подходит система ролей и доступа по ним. Роль (или другие характеристики) определяется путём нахождения пользователя в базе данных через его авторизационные данные. Если у пользователя есть необходимая роль, то доступ ему разрешается. Определяется пользователь исходя из передаваемого вместе с каждым запросом заголовка «Authorization». Далее, когда пользователь уже известен, происходит предоставление доступа, либо отказ в соответствии с конфигурацией, часть которой указана на Листинге 12.

Листинг 12. Пример кода для разграничения доступа

```
1 http.userService(userDetailsService).csrf().disable()  
2   .authorizeHttpRequests(auth -> auth  
3     .requestMatchers(HttpMethod.GET, appointmentPath + "/{  
4       appointmentId}").authenticated()  
5     .requestMatchers(HttpMethod.GET, appointmentPath).  
6       authenticated()  
7     .requestMatchers(HttpMethod.POST, appointmentPath).  
8       hasAnyAuthority(  
9         AccountRole.ADMIN.toString(), AccountRole.DOCTOR.  
10           toString())  
11     .requestMatchers(HttpMethod.PUT, appointmentPath + "/{  
12       appointmentId}").hasAnyAuthority(  
13         AccountRole.ADMIN.toString(), AccountRole.DOCTOR.  
14           toString())  
15     .requestMatchers(HttpMethod.DELETE, appointmentPath + "/{  
16       appointmentId}").hasAuthority(  
17         AccountRole.ADMIN.toString())
```

3.3.4. Документация

Документация, которая может пригодиться – документация API. В случае если потребуется взаимодействовать с сервером не только написанному в рамках данного проекта, а кому-то, кому неизвестен исходный код, то она сделает разработку возможной.

Для документирования есть очень удобный инструмент – Swagger [9]. Исходя из того, что написано в слое контроллеров и того, из чего состоят DTO он создаёт полноценную интерактивную документацию для API проекта. Пример сгенерированной документации приведён на Рисунке 10.

У него есть уже упомянутые аннотации, как `@Tag`, которые позволяют составлять документацию ещё и в удобном для чтения формате. Присутствует возможность отправлять запросы прямо из этой панели.

Главное преимущество автодокументирования – то, что такая документация всегда актуальна. Она подстраивается под изменения кода и не может быть такого, что она устарела.

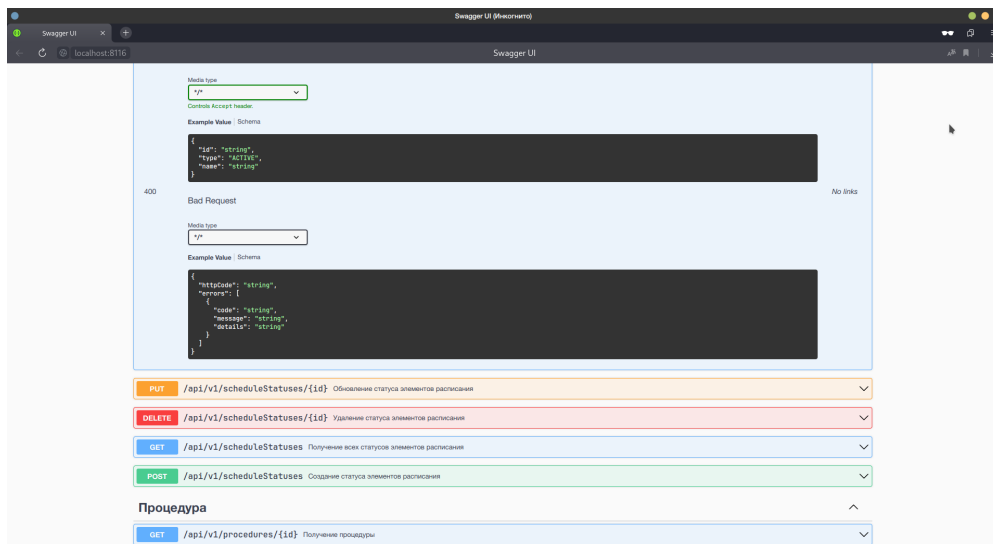


Рисунок 10. Пример автоматической документации через Swagger

3.3.5. Тестирование

Основной вид тестирования, которым нужно покрывать разрабатываемую систему – интеграционное тестирование. Это вид тестирования, который позволяет удостовериться, что на конкретный запрос при конкретном состоянии системы возвращается заранее известный ответ. Таким образом, если все интеграционные тесты выполняются и они правильно написаны, то можно быть уверенным, что сервер работает правильно.

Разработка тестов – это отдельная большая часть работы над системой. Тестировать нужно не только уже разработанную систему на наличие ошибок. Тесты нужно создавать и проводить на протяжении всей разработки, причём, что важно – до написания кода. Этот подход называется TDD (Разработка через тестирование) и является хорошей практикой в программировании, потому что тесты пишутся по техническому заданию и этапу проектирования, а не тогда, когда вся программа уже написана, потому что тесты будут подстраиваться под неё. Эффективность тестирования при TDD выше [18].

Для данной системы тесты были разработаны в соответствии с TDD в отдельном Java-проекте. Можно сказать, что каждый из методов – это эмуляция запроса клиента. Поэтому для них требуется наличие только DTO для запроса и ответа и путей к конечным точкам приложения. Так можно будет покрыть автоматическими тестами API всё приложение.

Пример автоматического теста приведён на Листинге 13. Здесь пользователь ADMIN, который создаётся по умолчанию при запуске создаёт поль-

зователей с разными ролями. Все они должны создаваться, тест позитивный. После завершения теста созданные данные удаляются – это важный элемент в написании автотестов, ведь это сохраняет в чистоте тестовую среду и делает тесты более предсказуемыми и отслеживаемыми.

Листинг 13. Пример автотеста для разработанной системы

```
1  @ParameterizedTest
2  @Severity(SeverityLevel.CRITICAL)
3  @DisplayName("Invalid procedure name")
4  @NullSource
5  @ValueSource(strings = {"", " ", "   ", })
6  void testPutProcedure_invalidName_BadRequest(String name) {
7      ProcedureRequest existedProcedureRequest =
9          ProcedureFactory.createProcedureRequest();
8      ProcedureResponse existedProcedureResponse =
          procedureSteps.post(existedProcedureRequest, adminAuth
          );
9      ProcedureRequest procedureToCreate = ProcedureFactory.
          createProcedureRequest().toBuilder()
10         .name(name)
11         .build();
12      ErrorResponse actual = procedureSteps.put(
13          existedProcedureResponse.getId(),
14          procedureToCreate,
15          adminAuth,
16          specifications.responseSpecificationV1(400),
17          ErrorResponse.class
18      );
19      assertThat(actual).isNotNull();
20 }
```

Часто бывает необходимо не просто знать, что тест есть, а иметь возможность быстро понять что именно привело к непройденному тесту [9]. В таких случаях очень помогает специально средство для визуализации тестирования. В Gradle есть такой по умолчанию, но он не наглядный. Лучшая замена ему – Allure. Он представляет результаты тестов в виде удобного отчёта. Пример отчёта Allure для разрабатываемой системы приведён на Рисунке 11.

Тесты бывают позитивные, которые проверяют нормальный ход работы системы, и негативные, которые проверяют правильность ошибки, появляющийся при том или ином действии. Большую часть всегда занимают нега-

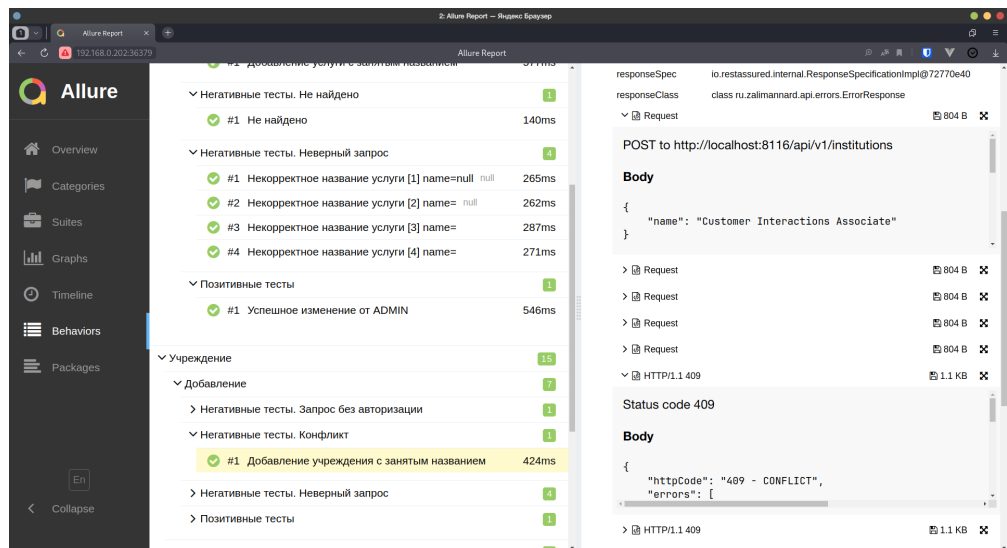


Рисунок 11. Пример визуализации результатов тестирования

тивные, потому что возможных сценариев ошибки значительно больше, чем сценариев нормальной работы [5]. Это также отражено на Рисунке 11.

3.4. Клиентская часть

Последняя разрабатываемая часть – клиентская. Предстоит реализовать пользовательский интерфейс и взаимодействие пользователя с серверной частью через него.

3.4.1. Структура проекта

Рассмотрим структуру проекта. Она представлена на Листинге 14, далее элементы разбираются подробнее [11].

Листинг 14. Структура клиентского приложения

```
1  views/  
2      admin/  
3      doctor/  
4      registrar/  
5  components/  
6      alert/  
7      button/  
8      dialog/  
9      select/  
10     table/  
11     textfield/  
12  plugins/  
13  router/  
14  types/  
15  backspaceHandlers.ts  
16  main.ts  
17  masks.ts  
18  rules.ts  
19  utils.ts
```

Папка `views` содержит страницы приложения в формате «.vue», то есть содержат код на HTML, TypeScript и CSS одновременно.

`Components` содержит элементы приложения, которые можно выделить и переиспользовать. Так, для кнопки можно выделить отдельный компонент, чтобы на всё приложение только один раз задать степень закругления и общий стиль кнопки. Либо, например, элемент уведомлений должен быть один на всё приложение. Для него тоже стоит сделать отдельный компонент. А вынос в свои компоненты текстового поля поможет не писать вручную каждый

раз правила взаимодействия с правилами, которые рассмотрим ниже.

Далее для взаимодействия клиента и сервера на стороне клиента также необходимо объявить объекты, которые будут использоваться для отправки запросов и приёма ответов. Пример – на Листинге 15 [11].

Листинг 15. Пример объявленных типов для обмена сообщениями с сервером

```
1  export interface AppointmentStatusRequest {
2      name: string;
3      type: string;
4  }
5  export interface AppointmentStatusResponse {
6      id: string;
7      name: string;
8      type: string;
9  }
```

Рассмотрим одну из главных папок – router [11]. Она содержит в себе информацию о том, какой конечной точке какой компонент соответствует. Конкретно – те, которые хранятся в папке views.

Из важных для разработки элементов можно выделить ещё 3 файла – «backspaceHandlers», «masks» и «rules». Они отвечают за то, чтобы в текстовые поля были заполнены правильными данными. Яркий пример – номер телефона. Формат номера «+7(123)456-78-90» читается удобнее, чем «+71234567890». При этом важно не просто давать пользователю удобно вводить номер, но и удалять. Чтобы ему не приходилось удалять автоматически сгенерированные символы «(», «.» и подобные. Наконец, нужно проверять написанный/сконвертированный номер на корректность, чем занимаются методы в файле rules. Пример для номера телефона представлен на Листинге 16. Указание пустой строки, либо «+7» означает отсутствие номера. Любая другая строка кроме имеющих формат «+7(XXX)XXX-XX-XX», где X – цифра, не является корректным номером телефона.

Листинг 16. Пример проверки корректности телефона

```
1 export const phoneRule: Rule[] = [  
2   (value: string) => {  
3     if (!value) return true;  
4     if (value === "+7(") return true;  
5     const pattern = /^\\+7\\((\\d{3})\\)(\\d{3})-(\\d{2})-(\\d{2})$/;  
6     if (!pattern.test(value)) return "Incomplete number";  
7     return true;  
8   }  
9 ];
```

3.4.2. Архитектура приложения

В пункте 3.4.1 рассмотрены основные элементы системы и где они хранятся. Теперь рассмотрим архитектуру системы. Основная схема представлена на Рисунке 12.

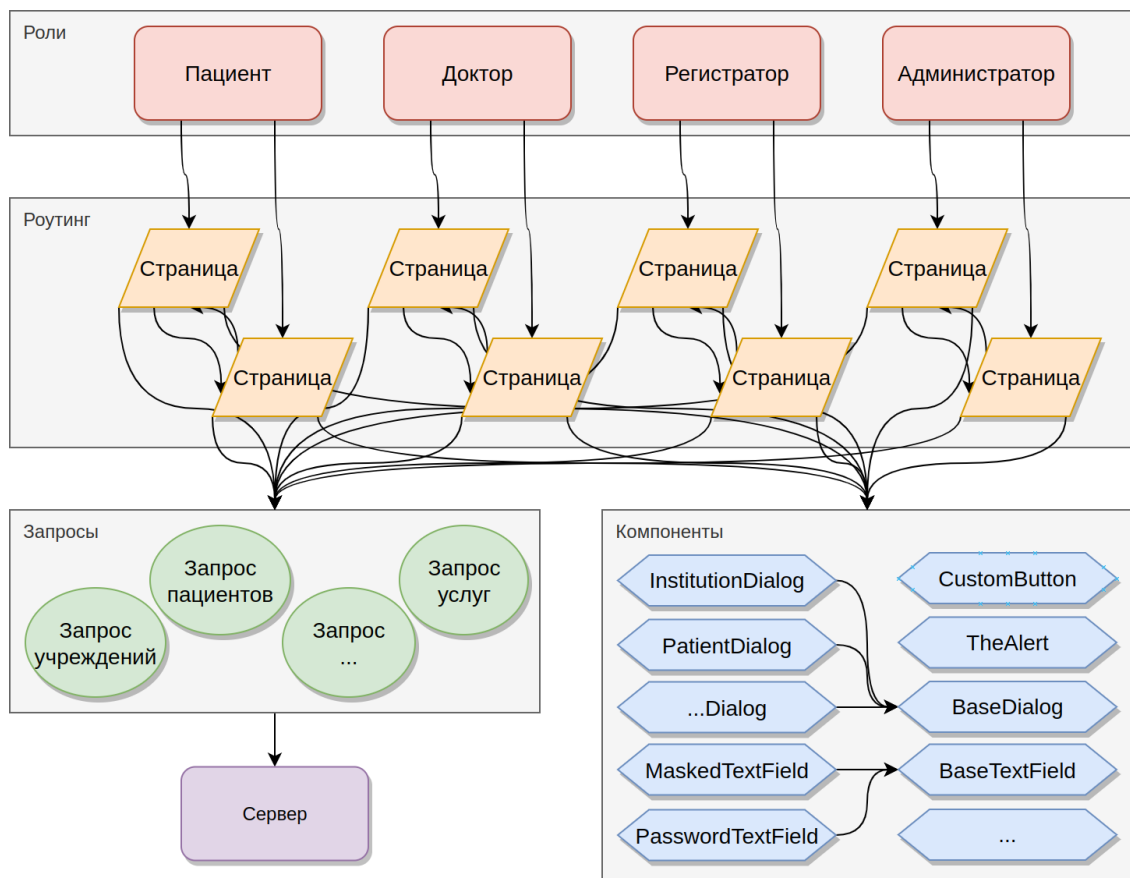


Рисунок 12. Схема работы клиента

Изображено взаимодействие элементов системы – пользователь под конкретной ролью перемещается по страницам, которые, в свою очередь, через API-запросы передают и получают информацию с сервера. К тому же эти страницы состоят из переиспользуемых компонентов, некоторые из которых расширяют функционал других, более общих.

Элемент «Сервер» соответствует схеме с Рисунка 9, если из него убрать «Клиент», поскольку клиент – это основная часть этого рисунка. Эти схемы дополняют друг друга.

3.4.3. Пользовательский интерфейс

В соответствии с определёнными ранее требованиями к интерфейсу, реализован интерфейс. По порядку разберём его части.

Первое, конечно же, вход в систему. Представлен на Рисунке 13. Поскольку у сотрудника может быть несколько ролей, то он может выбрать – под какой именно ролью он хочет сейчас работать.

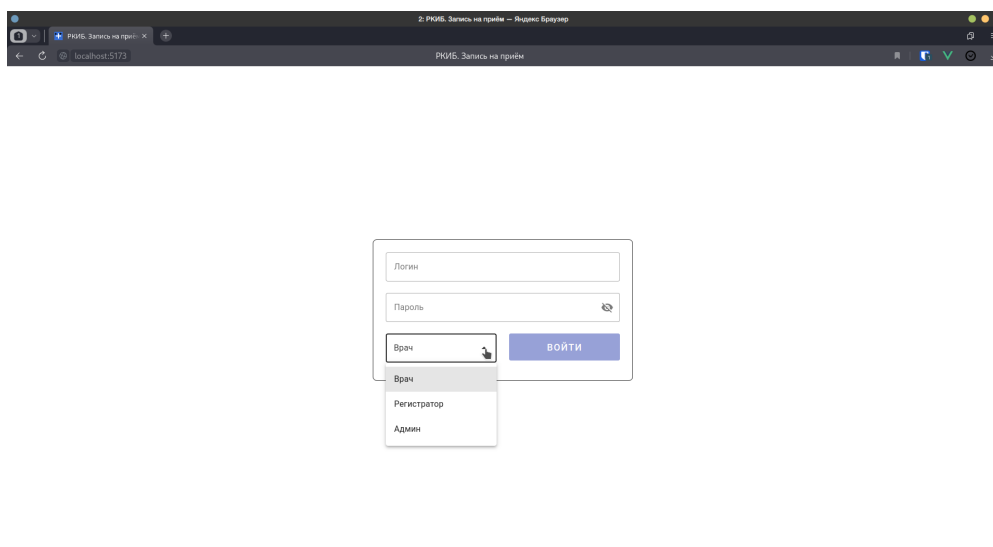


Рисунок 13. Вход в систему как сотрудник

Если во время работы с системой произошла ошибка, то появится уведомление об этом, как на Рисунке 14

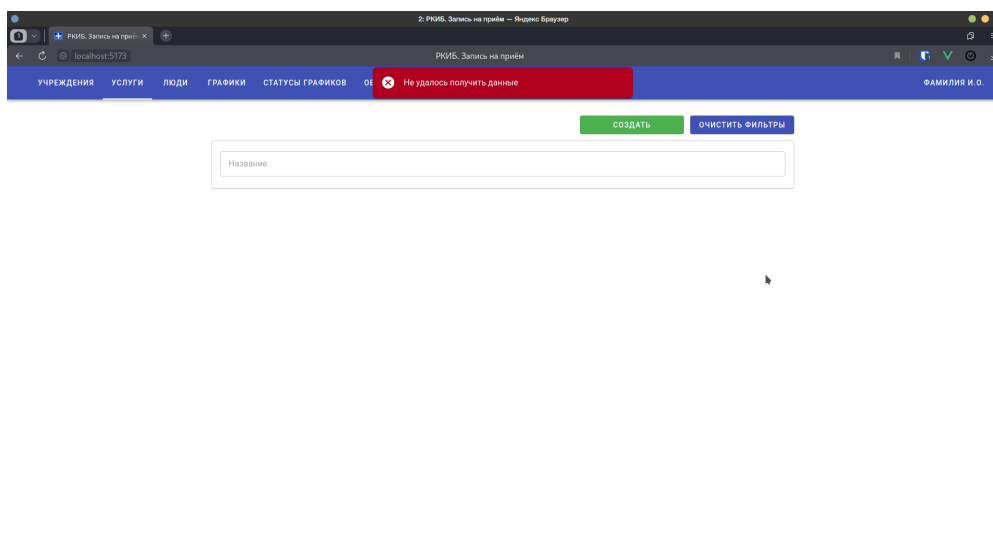


Рисунок 14. Пример ошибки при работе с системой

Если же страница загружена нормально, то появится её содержимое. Пример для таблицы. После этого можно вводить различные данные в фильтры и список будет обновляться. Если фильтрация должна быть не простому полю, а по другому объекту, то появляется окно с выбором элемента с возможностью нажатия, что можно увидеть на Рисунке 15

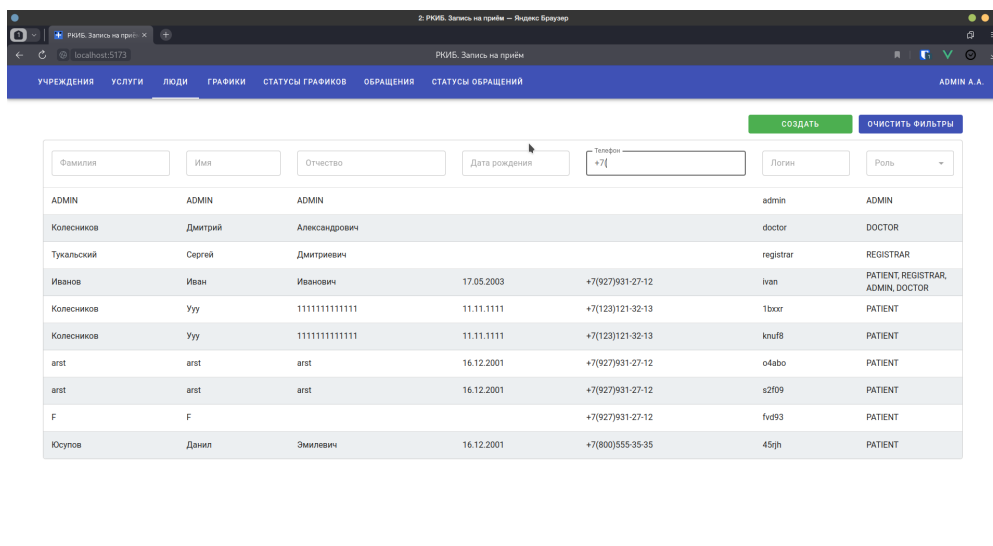


Рисунок 15. Пример страницы с обращениями от Администратора

Присутствует возможность создавать новые элементы. В таком случае появляется такой как на Рисунке 16 или подобный диалог с нужными параметрами

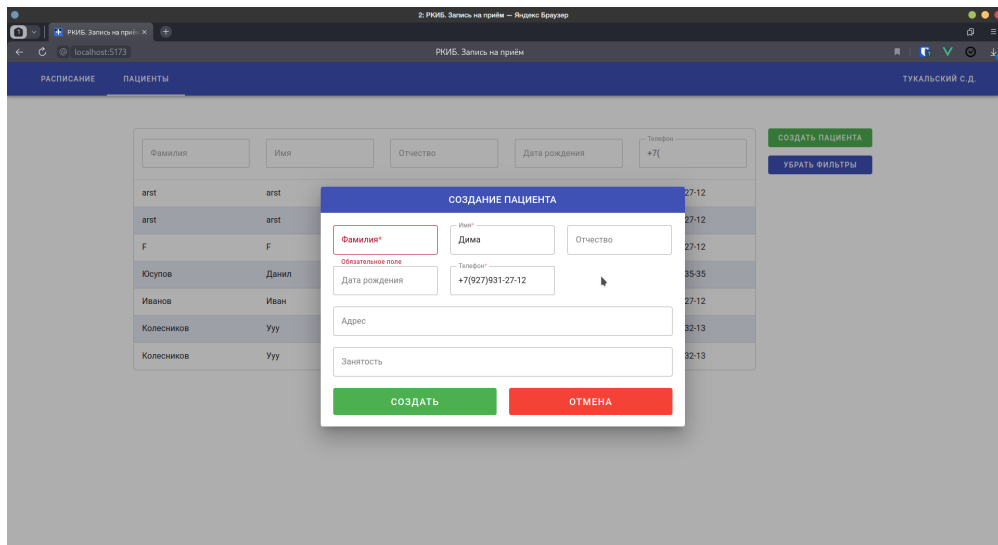


Рисунок 16. Интерфейс для создания человека регистратором

Интерфейс создания своего расписания представлен на Рисунке 17. Можно выбрать временной интервал, промежуток между приёмами, дни и услугу.

ОБЕЩАЮ, ЧТО ЗДЕСЬ
СКОРО ПОЯВИТСЯ КАРТИНКА
НУЖНО НЕМНОГО ДОПИЛИТЬ

Рисунок 17. Интерфейс для создания расписания

На Рисунке 18 показано как выглядит интерфейс уже показанных созданных элементов расписания. Видно какое время занято, какое свободно. Можно выбрать и отправить заявку регистратору.

ОБЕЩАЮ, ЧТО ЗДЕСЬ
СКОРО ПОЯВИТСЯ КАРТИНКА

НУЖНО НЕМНОГО ДОПИЛИТЬ

Рисунок 18. Интерфейс для создания расписания

3.4.4. Тестирование

Тестирование пользовательского интерфейса будет производиться через Selenide – удобную обёртку для Selenium. С его помощью можно писать пошагово действия в тестах и обозначать ожидаемое поведение. Пример – на Листинге 17. Когда возможно - лучше обращаться к элементам через id, class, text и прочие параметры. В приведённом листинге это строки 4-5. Далее показывается менее желательное, но гарантированное нахождение элементов – через xpath. Это полный путь до объекта, с которым нужно взаимодействовать.

Листинг 17. Пример теста на Selenide

```
1  @Test
2  void loginTest() {
3      open(startUrl);
4      $(By.id("email")).setValue("admin@admin.ru");
5      $(By.id("password")).setValue("admin");
6      $(By.xpath("//*[@id=\"app\"]/div/div/main/div/div/div/form/
          div[3]/div[1]/div")).click();
7      $(By.xpath("/html/body/div[2]/div/div/div/div[3]")).click()
          ;
8      $(By.xpath("//*[@id=\"app\"]/div/div/main/div/div/div/form/
          div[3]/div[2]/button")).click();
9      $(By.xpath("//*[@id=\"app\"]/div/div/main/div/div/header/
          div/div[1]/div/div/a[5]")).click();
10     $(By.xpath("//*[@id=\"app\"]/div/div/main/div/div/main/div/
          div/div[1]/div/button[1]")).shouldHave(text("  "));
11 }
```

Проваленные написанные тесты визуализируются с помощью Allure с плагином для Selenide [1]. Если тест провален, то автоматически делается скриншот, который потом можно посмотреть, как на Рисунке 19. Скриншот и код страницы сохраняются, если тест провален. Для всех тестов сохраняется последовательность действий.

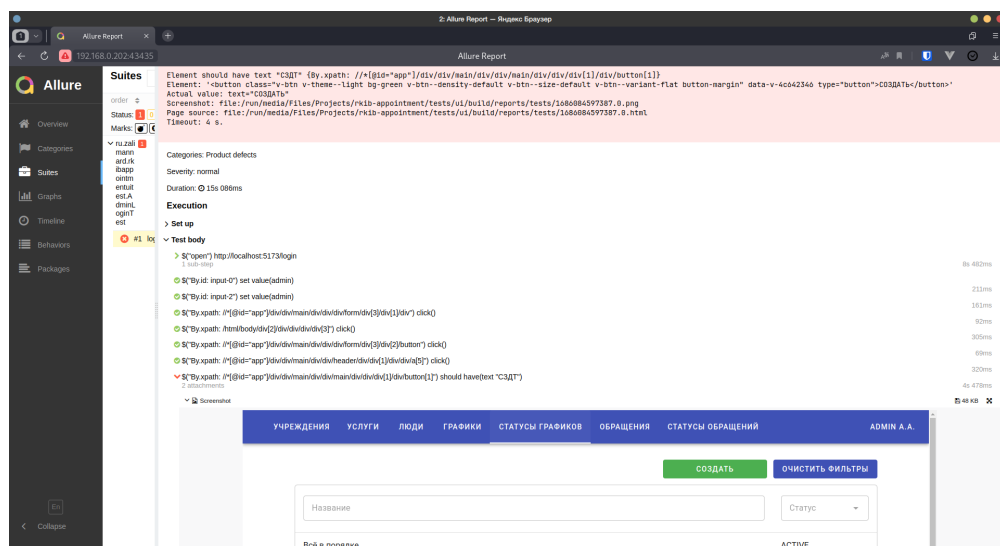


Рисунок 19. Пример отчёта Allure о проваленном UI-тесте

3.5. Развёртывание системы

Для каждой из частей приложения есть возможность запустить его через Docker [4]. Образы загружены на DockerHub, то есть их можно удобно загрузить и сразу запустить.

Для разворачивания приложения необходим docker-compose. Нужно создать основной файл, где будут указаны контейнеры и их параметры – docker-compose.yml. Примерное содержимое этого файла представлено в Приложении 2. Далее нужно вставить свои данные, если они нужны, в параметры в environment.

Всё, что остаётся делать дальше – запустить приложение командой «docker-compose up -d» в консоли и система будет готова к работе.

Заключение

Результатом работы является разработанное клиент-серверное приложение для записи на приём в медицинское учреждение.

Для реализации изучены предметная область больницы на примере РКИБ, освоены теоретические и практические навыки по написанию частей клиент-серверного приложения.

Серверная часть разработана на Java с помощью фреймворка Spring. В качестве системы управления базами данных используется Oracle, взаимодействие с ней осуществляется через JPA. С помощью подхода TDD и инструмента RestAssured написаны интеграционные тесты и код, реализующий API для них.

Клиентская часть разработана на языке TypeScript с использованием фреймворка Vue и фреймворка компонентов Vuetify. Протестировано с помощью Selenide и ошибки визуализируются с помощью Allure и плагина Selenide для него.

Разворачиваются части приложения с помощью Docker. Написана инструкция по разворачиванию приложения на любом компьютере с Docker и docker-compose.

Исходный код всех частей приложения, тестов, а также этого текста находится на GitHub: <https://github.com/zalimannard/rkib-appointment>

Список использованных источников

1. Allure Framework [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.qameta.io/allure-report/> (Дата обращения: 22.05.2023)
2. Database diagrams [Электронный ресурс] – URL: <https://drawsql.app/diagrams> (Дата обращения: 17.11.2022)
3. Database Express Edition Getting Started Guide [Электронный ресурс] – URL: https://docs.oracle.com/cd/E17781_01/admin.112/e18585/toc.htm#XEGSG101 (Дата обращения: 16.10.2022)
4. Docker Documentation [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.docker.com/> (Дата обращения: 05.03.2023)
5. Eugen. Build your API with Spring [Электронный ресурс] – URL: <https://www.baeldung.com/rest-api-spring-guide> (Дата обращения: 01.12.2022)
6. Project Lombok [Электронный ресурс] – URL: <https://projectlombok.org/> (Дата обращения: 16.10.2022)
7. REST Assured [Электронный ресурс] – URL: <https://rest-assured.io/> (Дата обращения: 21.01.2023)
8. Selenide: лаконичные и стабильные UI тесты на Java [Электронный ресурс] – URL: <https://ru.seleniumide.org/> (Дата обращения: 03.04.2023)
9. Spring | Guides [Электронный ресурс] – URL: <https://spring.io/guides> (Дата обращения: 12.01.2023)
10. Vite | Next Generation Frontend Tooling [Электронный ресурс] – URL: <https://ru.vuejs.org> (Дата обращения: 03.04.2023)
11. Vue.js – Прогрессивный JavaScript-фреймворк [Электронный ресурс] – URL: <https://ru.vuejs.org> (Дата обращения: 03.04.2023)
12. Vuetify – A Vue Component Framework [Электронный ресурс] – URL: <https://vuetifyjs.com/en/getting-started/installation/> (Дата обращения: 03.04.2023)

13. What is TDD? What is Unit Testing? - Simple Programmer [Электронный ресурс] – URL: <https://simpleprogrammer.com/tdd-unit-testing/> (Дата обращения: 13.02.2023)
14. Грамотная клиент-серверная архитектура: как правильно проектировать и разрабатывать web API [Электронный ресурс] – URL: <https://tproger.ru/articles/web-api/> (Дата обращения: 03.11.2022)
15. Исчерпывающее руководство по различным типам API [Электронный ресурс] – URL: <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/737610/> (Дата обращения: 28.10.2022)
16. Как работать с ошибками бизнес-логики через HTTP [Электронный ресурс] – URL: <https://habr.com/ru/articles/545524/> (Дата обращения: 22.04.2023)
17. Мартин Р. Чистая архитектура. Искусство разработки программного обеспечения. – СПб.: Питер, 2022. – 352 с.
18. Мартин Р. Чистый код: создание, анализ и рефакторинг. – СПб.: Питер, 2022. – 464 с.
19. Осипов Д.Л. Технологии проектирования баз данных. – М.: ДМК Пресс, 2019. – 498 с.
20. Решения 1С для отрасли: Здравоохранение и медицина [Электронный ресурс] – URL: <https://solutions.1c.ru/med> (Дата обращения: 03.10.2022)
21. Список кодов состояния HTTP [Электронный ресурс] – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_кодов_состояния_HTTP (Дата обращения: 13.01.2023)
22. Топ 10 Технологий для Бэкенд Разработки [Электронный ресурс] – URL: <https://blog.back4app.com/ru/топ-10-технологий-для-бэкенд-разработки/> (Дата обращения: 24.11.2022)
23. Федеральный проект «Создание единого цифрового контура в здравоохранении на основе единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ)» – 2019 – 9 августа [Электронный ресурс] – URL:

<https://minzdrav.gov.ru/poleznye-resursy/natsproektzdravoohranenie/tsifra/> (Дата обращения: 13.12.2022)

24. Что нужно знать о популярных JS-фреймворков [Электронный ресурс] – URL: https://habr.com/ru/companies/yandex_praktikum/articles/533702/ (Дата обращения: 13.12.2022)

Приложение 1. Коды ошибок сервера

Код ошибки	Значение ошибки
val-01	Нарушение ограничений
val-02	Ошибка при валидации параметров
ass-01	Конфликт при добавлении AppointmentStatus в базу данных
ass-02	Не найден AppointmentStatus с указанным id
ass-03	Конфликт при обновлении AppointmentStatus в базе данных
ass-04	Конфликт при удалении AppointmentStatus из базы данных
aps-01	Конфликт при добавлении Appointment в базу данных
aps-02	Не найден Appointment с указанным id
aps-03	Конфликт при обновлении Appointment в базе данных
aps-04	Конфликт при удалении Appointment из базы данных
aps-01	Конфликт при добавлении Appointment в базу данных
aps-02	Не найден Appointment с указанным id
aps-03	Конфликт при обновлении Appointment в базе данных
aps-04	Конфликт при удалении Appointment из базы данных
ins-01	Конфликт при добавлении Institution в базу данных
ins-02	Не найден Institution с указанным id
ins-03	Конфликт при обновлении Institution в базе данных
ins-04	Конфликт при удалении Institution из базы данных
sms-01	Конфликт при добавлении Employee в базу данных
sms-02	Не найден Employee с указанным id
sms-03	Конфликт при обновлении Employee в базе данных
sms-04	Конфликт при удалении Employee из базы данных
sms-05	Не найден Employee с указанным email
pas-01	Конфликт при добавлении Patient в базу данных
pas-02	Не найден Patient с указанным id
pas-03	Конфликт при обновлении Patient в базе данных
pas-04	Конфликт при удалении Patient из базы данных
pas-01	Конфликт при добавлении Person в базу данных

Код ошибки	Значение ошибки
pas-02	Не найден Person с указанным id
pas-03	Конфликт при обновлении Person в базе данных
pas-04	Конфликт при удалении Person из базы данных
pes-05	Не найден Person с указанным email для авторизации
pes-06	Не найден Person с указанным email
prs-01	Конфликт при добавлении Procedure в базу данных
prs-02	Не найден Procedure с указанным id
prs-03	Конфликт при обновлении Procedure в базе данных
prs-04	Конфликт при удалении Procedure из базы данных
sss-01	Конфликт при добавлении ScheduleStatus в базу данных
sss-02	Не найден ScheduleStatus с указанным id
sss-03	Конфликт при обновлении ScheduleStatus в базе данных
sss-04	Конфликт при удалении ScheduleStatus из базы данных
scs-01	Конфликт при добавлении Schedule в базу данных
scs-02	Не найден Schedule с указанным id
scs-03	Конфликт при обновлении Schedule в базе данных
scs-04	Конфликт при удалении Schedule из базы данных

Приложение 2. Пример файла docker-compose.yml

```
1  version: '3.9'
2    services:
3      database:
4        image: oracleinanutshell/oracle-xe-11g
5        container_name: rkib-appointment-db
6        ports:
7          - 1521:1521
8        environment:
9          - ORACLE_ALLOW_REMOTE=true
10       restart: unless-stopped
11     backend:
12       container_name: rkib-appointment-backend
13       image: zalimannard/rkib-appointment-backend
14       ports:
15         - "8116:8116"
16       environment:
17         - DB_URL=jdbc:oracle:thin:@database:1521:xe
18         - DB_USER=system
19         - DB_PASSWORD=oracle
20         - DDL_BEHAVIOUR=update
21         - ADMIN_EMAIL=admin@admin.ru
22         - ADMIN_PASSWORD=admin
23       restart: unless-stopped
24       depends_on:
25         - database
26     frontend:
27       container_name: rkib-appointment-frontend
28       image: zalimannard/rkib-appointment-frontend
29       ports:
30         - "4173:4173"
31       environment:
32         - VITE_API_URL=http://backend:8116
33       restart: unless-stopped
34       depends_on:
35         - backend
```