

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Кафедра Прикладная математика и информатика
(наименование)

09.03.03 Прикладная информатика

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Разработка программного обеспечения

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему «Разработка системы онлайн-записи и управления расписанием приёмов в стоматологической клинике»

Обучающийся

М.Д. Крылов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Н.Н. Рогова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультант

канд. филол. наук, доцент М.В. Дайнеко

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2025

Аннотация

Выпускная квалификационная посвящена разработке системы онлайн-записи и управления расписанием приемов в стоматологической клинике «СитиДент».

Работа актуальна в условиях растущего спроса на цифровизацию медицинских услуг. Текущий способ записи — по телефону или лично — приводит к перегрузке регистратуры, ошибкам в расписании и неудобству для пациентов. Разработка онлайн-системы решает указанные проблемы, упрощая взаимодействие с клиникой и снижая нагрузку на персонал.

Цель работы — разработка системы онлайн-записи и управления расписанием приёмов в стоматологической клинике. Для достижения цели проведён анализ аналогов, сформулированы требования, спроектирована архитектура, реализована серверная и клиентская части приложения.

Работа состоит из введения, трёх глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Первая глава содержит анализ предметной области, обоснование разработки и постановку задачи. Вторая глава включает проектирование базы данных, логики, интерфейсов и реализацию системы. В третьей описано тестирование (функциональное, нагрузочное и регрессионное), оценка интерфейса и рекомендации по развитию.

Общий объём работы — 65 страницы, 33 рисунка, 5 таблиц и 20 источников.

Abstract

The title of the graduation work is Developing a web-based patient appointment system for a dental clinic.

The graduation work consists of an introduction, 3 parts, a conclusion, 33 figures, 5 tables, and a list of 20 references including 10 foreign sources.

The aim of the graduation work is to develop an online patient appointment and schedule management system for the dental clinic.

The object of the graduation work is the processes of organizing and managing the patient appointments schedules in the dental clinic.

The subject of the graduation work is the methods and the tools for automating the online patient appointment scheduling and the schedule management using information technologies.

The key issue of the graduation work is to optimize the patient appointment management via a web-based system adapted for the needs of the dental clinic.

The graduation work may be divided into several logically connected parts which are: theoretical overview, system design and implementation, and testing.

The first part of the research carries out an analysis of the existing solutions, covers the requirements, and justifies the necessity for the domestic development.

The second part describes the system architecture, database modeling, technology selection, and the implementation of the functions.

The third part dwells on testing, interface evaluation, and analysis of the results obtained.

In conclusion, it should be noted that the system has demonstrated stable performance and usability.

The system is ready for implementation and further expansion.

The work is of interest for IT specialists and specialists engaged in healthcare automation.

Оглавление

Введение.....	5
Глава 1 Постановка задачи на разработку программного обеспечения для информационной системы предприятия.....	7
1.1 Значение программного обеспечения для информационной системы предприятия.....	7
1.2 Анализ существующих на рынке разработок	8
1.3 Разработка требований к системе для онлайн записи.....	13
1.4 Разработка процессной модели	15
1.5 Разработка требований к веб-системе для онлайн записи.....	16
Глава 2 Процесс разработки программного обеспечения.....	20
2.1 Проектирование программного обеспечения	20
2.2. Выбор технологий и инструментов для разработки	28
2.3 Реализация функциональных требований	32
Глава 3 Оценка эффективности разработанного программного обеспечения.....	41
3.1 Тестирование и отладка приложения.....	41
3.2 Оценка удобства и функциональности приложения	51
Заключение	63
Список используемой литературы и используемых источников.....	64

Введение

Современные медицинские учреждения всё чаще сталкиваются с необходимостью внедрения информационных систем, способных автоматизировать ключевые бизнес-процессы и повысить уровень обслуживания пациентов. В условиях высокой нагрузки на административный персонал стоматологических клиник особенно актуальной становится задача цифровизации механизма записи на приём к врачу. Традиционные способы записи — по телефону или при личном обращении — уже не удовлетворяют требованиям эффективности, создают очереди и увеличивают риск ошибок в расписании.

Автоматизация процесса записи с помощью веб-системы позволяет существенно сократить время обработки заявок, минимизировать влияние человеческого фактора, а также повысить точность расписаний и прозрачность взаимодействия между клиникой и пациентом. Рост популярности онлайн-записей среди населения подтверждает необходимость внедрения таких решений.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка системы онлайн-записи и управления расписанием приёмов в стоматологической клинике, учитывающей специфику локальных процессов и ориентированной на надёжность, масштабируемость и удобство использования.

Объект исследования — процессы организации и управления расписанием приёмов пациентов в стоматологической клинике.

Предмет исследования — методы и средства автоматизации онлайн-записи и управления расписанием приёмов в стоматологической клинике с использованием информационных технологий.

Для достижения поставленной цели в работе решены следующие задачи:

- выполнен анализ аналогичных программных решений и выявлены их ограничения;

- сформулированы требования к системе по методологии FURPS+;
- спроектирована архитектура приложения, включая модели данных и интерфейс;
- реализовано веб-приложение на стеке Python, Flask, PostgreSQL, HTML и CSS;
- проведено функциональное, нагрузочное и регрессионное тестирование;
- дана оценка удобства интерфейса и предложены рекомендации по развитию системы.

Актуальность темы определяется необходимостью повышения качества медицинского обслуживания, оптимизации внутренних процессов клиники и перехода к цифровым каналам взаимодействия с пациентами. Разработка системы онлайн-записи создаёт условия для повышения удовлетворённости клиентов, снижения административной нагрузки и расширения функциональности медицинского учреждения.

Структура работы включает введение, три главы, заключение, список использованных источников и приложения.

В первой главе рассмотрены постановка задачи, обоснование разработки, анализ аналогов и формализация требований.

Вторая глава посвящена проектированию, выбору технологий, архитектуре и программной реализации системы.

В третьей главе описано тестирование, оценка интерфейса и рекомендации по доработке.

Глава 1 Постановка задачи на разработку программного обеспечения для информационной системы предприятия

1.1 Значение программного обеспечения для информационной системы предприятия

Стоматологическая клиника «СитиДент» обслуживает широкий круг пациентов и ежедневно сталкивается с высокой нагрузкой на регистратуру, особенно в часы пик.

Текущий формат записи — по телефону или при личном обращении — приводит к задержкам, ошибкам в расписании и снижению уровня удовлетворённости клиентов.

Создание веб-системы для онлайн-записи позволяет решить ряд организационных и технических проблем. Система обеспечивает самостоятельный выбор времени приёма, доступ к расписанию в режиме реального времени и автоматические уведомления перед приемом.

Переход к онлайн-записи даёт следующие преимущества:

- снижение нагрузки на сотрудников регистратуры;
- повышение точности расписания;
- сокращение числа пропущенных приёмов;
- рост производительности и удовлетворённости пациентов.

На рисунке 1 представлены ожидаемые изменения после внедрения системы. Видно, что количество записей через онлайн-форму постепенно растёт, в то время как зависимость от телефонной записи снижается. Это подтверждает востребованность цифрового подхода и демонстрирует его влияние на общую эффективность работы клиники.

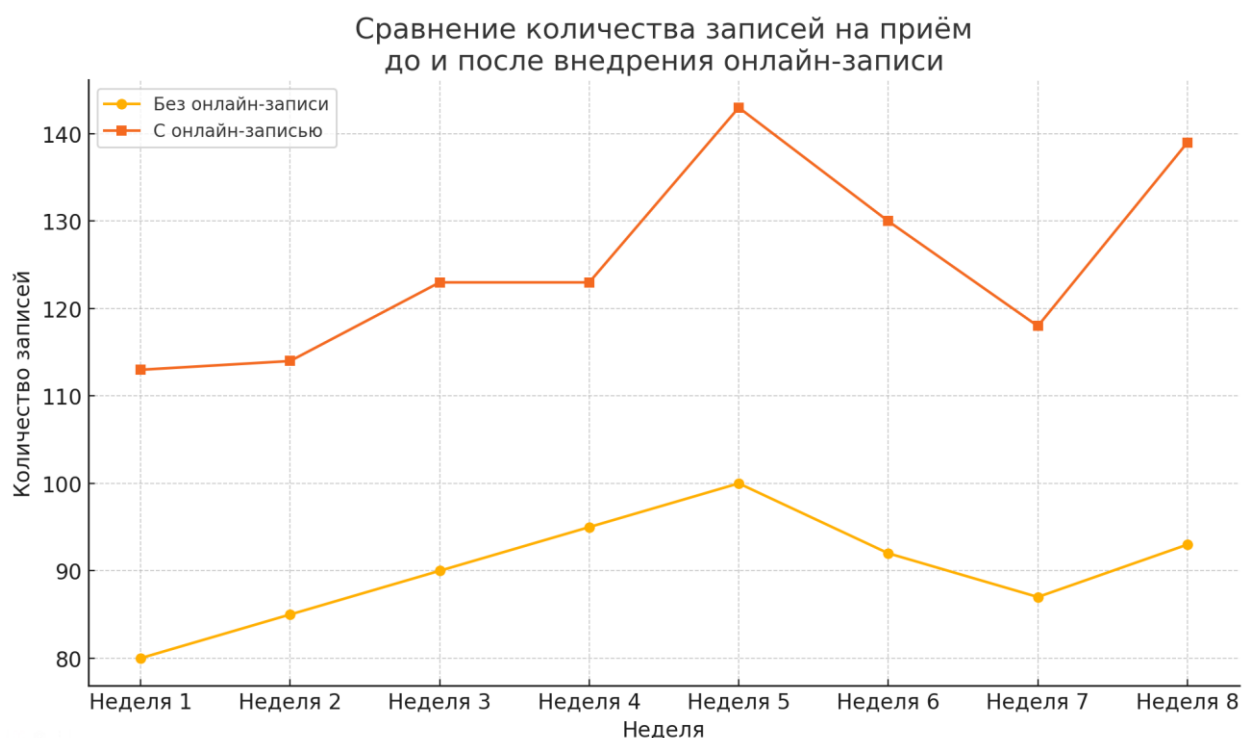


Рисунок 1 – График записей

Таким образом, проект по разработке системы онлайн-записи и управления расписанием для стоматологической клиники «СитиДент» является технически реализуемым и экономически обоснованным. Он позволит повысить эффективность внутренней работы клиники и улучшить качество оказываемых услуг для пациентов.

1.2 Анализ существующих на рынке разработок

В данном разделе проводится комплексный анализ программных решений, предназначенных для самостоятельной записи пациентов в медицинских учреждениях. Целью анализа является выявление сильных и слабых сторон существующих систем, определение критериев их эффективности и обоснование необходимости создания собственного продукта, адаптированного под специфические требования стоматологической клиники «СитиДент» [6].

«DentalTap» представляет собой облачное решение, предназначенное для управления стоматологическими кабинетами. Данное программное обеспечение обеспечивает автоматизацию управления расписанием врачей, ведение учёта пациентов, а также контроль финансовых операций. Основные функции «DentalTap» включают:

- электронный журнал приёма. Система позволяет организовать процесс записи пациентов, автоматически уведомлять их о предстоящем приёме и отображать актуальное расписание;
- учёт пациентов. Хранение медицинских карт, истории посещений, диагнозов и назначенного лечения способствует систематизации информации;
- финансовый контроль. Интеграция с бухгалтерскими системами облегчает расчёт стоимости услуг и ведение учета оплат;
- интеграция с облачными сервисами. Обеспечивается удалённый доступ к данным, что важно для мобильности и оперативного управления;
- поддержка многофилиальной работы. Система позволяет централизованно управлять работой сети клиник.

Среди преимуществ «DentalTap» можно выделить интуитивно понятный интерфейс и высокую скорость работы. Однако существенными ограничениями являются ограниченные возможности кастомизации, зависимость от стабильного интернет-соединения и недостаточная интеграция с локальными системами, что снижает её гибкость при реализации специфических требований.

«ZocDoc» – это зарубежная онлайн-платформа, ориентированная на рынок США, которая обеспечивает поиск специалистов и организацию записи на приём через веб-интерфейс и мобильное приложение. Основные функциональные возможности «ZocDoc» включают:

- поиск врачей по критериям. Система позволяет фильтровать специалистов по специализации, местоположению и типу медицинской страховки;
- интеграция с календарями. Автоматическая синхронизация с «Google Calendar», «Apple Calendar» и другими сервисами облегчает планирование приёмов;
- автоматизированные уведомления. Напоминания о приёмах отправляются через email или SMS;
- онлайн-запись 24/7. Пользователи могут записываться на приём в любое время, что повышает оперативность сервиса;
- отзывы и рейтинги. Наличие системы отзывов способствует формированию доверия и помогает пациентам в выборе специалиста.

Преимуществами «ZocDoc» являются высокая скорость работы, удобство интеграции с электронными календарями и широкая база специалистов. В то же время недостатками являются отсутствие локализации для российского рынка, высокая стоимость использования платформы и ограниченная возможность адаптации функционала под специфические требования отечественных медицинских учреждений.

«DocDoc» – отечественная онлайн-платформа, ориентированная на поиск врачей и запись на приём. Она предоставляет централизованный сервис, объединяющий специалистов различных профилей, и доступна как через веб-интерфейс, так и через мобильное приложение. Ключевые функции «DocDoc» включают:

- фильтрация специалистов. Пользователи могут выбирать врачей по специализации, местоположению, рейтингу и стоимости приёма;
- онлайн-запись. Система позволяет пользователям самостоятельно записываться на приём, минимизируя необходимость телефонных звонков;

- отзывы и рейтинги. Возможность ознакомления с мнением других пациентов помогает в выборе специалиста;
- партнёрство с клиниками. Платформа интегрируется с медицинскими учреждениями, передавая записи непосредственно в клинические системы;
- интеграция с онлайн-оплатой. Возможность оплаты услуг через платформу повышает удобство использования.

Несмотря на удобство интерфейса и широкую базу специалистов, «DocDoc» имеет ограничения в части управления внутренними процессами клиники. Система ориентирована преимущественно на конечного пользователя, что снижает гибкость её настройки для интеграции с внутренними CRM-системами или бухгалтерским учетом.

Для обоснования выбора разработки собственного решения проведён сравнительный анализ в виде таблицы (таблица 1) существующих систем по следующим критериям: тип системы, основной функционал, доступность, гибкость настроек и стоимость.

Таблица 1 – Сравнение аналогов по критериям

Критерии	DentalTap	ZocDoc	DocDoc
Тип системы	Облачная система управления стоматологическим кабинетом	Облачная платформа для записи на прием к врачам	Централизованная система записи с веб-интерфейсом и мобильным интерфейсом
Основной функционал	Учет пациентов, контроль работы стоматологов, управление финансовыми операциями	Запись на приём, интеграция с API, управление расписанием через календари	Запись пациентов, предоставление базы специалистов

Продолжение таблицы 1

Критерии	DentalTap	ZocDoc	DocDoc
Доступность	- доступ из любой точки с интернет-соединением - интуитивно понятный интерфейс	Через API и веб-интерфейс	Через веб-интерфейс и мобильный интерфейс
Гибкость настроек	Низкая	Низкая	Низкая
Стоимость	Средняя	Высокая	Средняя

Из проведённого анализа следует, что каждая из рассмотренных систем имеет свои сильные стороны, однако не удовлетворяет в полной мере специфике работы отечественных стоматологических клиник. Ограниченная кастомизация «DentalTap», высокая стоимость и отсутствие локализации «ZocDoc», а также недостаточная интеграция внутренних процессов в «DocDoc» создают предпосылки для разработки собственного решения. Собственная система позволит учесть локальные бизнес-процессы, обеспечить гибкую настройку функционала и интегрировать систему с внутренними базами данных клиники, что в итоге приведёт к повышению эффективности работы и улучшению качества обслуживания пациентов.

С учётом выявленных недостатков, обоснован выбор разработки собственной веб-системы. Это обеспечит:

- полную адаптацию под внутренние процессы клиники «СитиДент»;
- возможность гибкой настройки архитектуры и интерфейсов;
- интеграцию с локальными системами;
- масштабируемость в рамках роста клиники и изменения требований.

Таким образом, выбор собственного решения основан на несоответствии существующих продуктов специфике задач клиники и необходимости обеспечить устойчивую, функционально гибкую и управляемую систему записи и расписания.

1.3 Разработка требований к системе для онлайн записи

В рамках подготовки выпускной квалификационной работы особое внимание уделено разработке функциональной модели программного обеспечения для стоматологической клиники. Раздел направлен на определение требований к системе, структурирование информации и формирование чёткого видения разрабатываемого продукта. Функциональная модель является ключевым элементом, поскольку она позволяет не только формализовать потребности организации, но и заложить основу для дальнейшего проектирования, реализации и тестирования веб-приложения.

1.3.1 Процесс выявления требований

Выявление требований к разрабатываемому программному продукту проводилось с использованием комплексного подхода, включающего несколько методов сбора информации. Основной целью данного этапа являлось глубокое изучение потребностей как пользователей, так и представителей управленческого звена стоматологической клиники «СитиДент». Для этого были проведены следующие мероприятия:

- интервью с клиентами и администраторами клиники. В ходе личных бесед удалось собрать информацию о существующих проблемах в процессе записи на приём, а также выявить ожидания пользователей от новой системы. Результаты интервью позволили уточнить, какие функции должны стать приоритетными для обеспечения удобства и оперативности работы;
- анализ конкурентов. Изучение аналогичных решений на рынке помогло определить лучшие практики в области автоматизации записи пациентов и управления расписанием врачей. Это позволило выявить как сильные стороны существующих систем, так и их ограничения, что в дальнейшем послужило основанием для выбора собственных решений с учётом специфики локального рынка;

– наблюдение за текущими процессами. Анализ существующего процесса записи пациентов выявил узкие места, способные снижать эффективность работы клиники. Особое внимание уделялось вопросам скорости обработки данных и удобству взаимодействия пользователей с интерфейсом.

Для наглядности выявленных проблем и их причин была построена диаграмма выявленных проблем (рисунок 2).

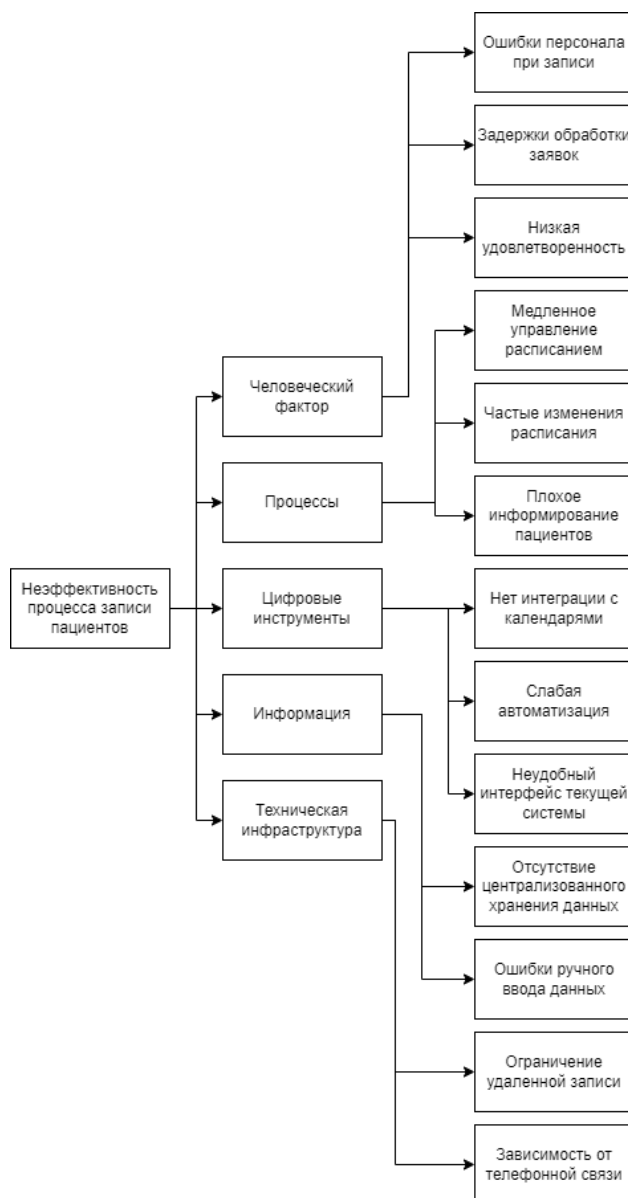


Рисунок 2 - Диаграмма выявленных проблем в процессе записи пациентов на приём

Диаграмма выявленных проблем отражает ключевые источники неэффективности процесса записи пациентов. К числу основных факторов относятся: ошибки персонала при оформлении приёма, недостаточная автоматизация, отсутствие интеграции с календарями и централизованным хранилищем данных, а также ограниченность текущей технической инфраструктуры. Дополнительные проблемы связаны с неудобным пользовательским интерфейсом, зависимостью от телефонной связи и невозможностью удалённого доступа. Все перечисленные причины негативно влияют на скорость обработки заявок, точность расписания и уровень информирования пациентов, что в совокупности снижает удовлетворённость клиентов и увеличивает нагрузку на персонал. Разработка специализированной информационной системы призвана устранить указанные недостатки за счёт комплексной автоматизации, улучшения интерфейсов и расширения функциональных возможностей.

1.4 Разработка процессной модели

Разработана процессная модель (рисунок 3), которая показывает, как пациент будет записываться на приём в стоматологическую клинику с использованием веб-системы.

Модель включает следующую последовательность действий:

- А1. Пациент заходит на сайт — инициирует процесс записи через веб-интерфейс;
- А2. Система проверяет доступное время — анализирует базу данных расписания и график работы врачей;
- А3. Пациент выбирает доступное время — выбирает подходящее доступное время из предоставленного списка;
- А4. Система добавляет запись в базу — сохраняет информацию о приёме в системе;

– А5. Система сообщает время записи — подтверждает запись и уведомляет пациента за 24 часа до приема.

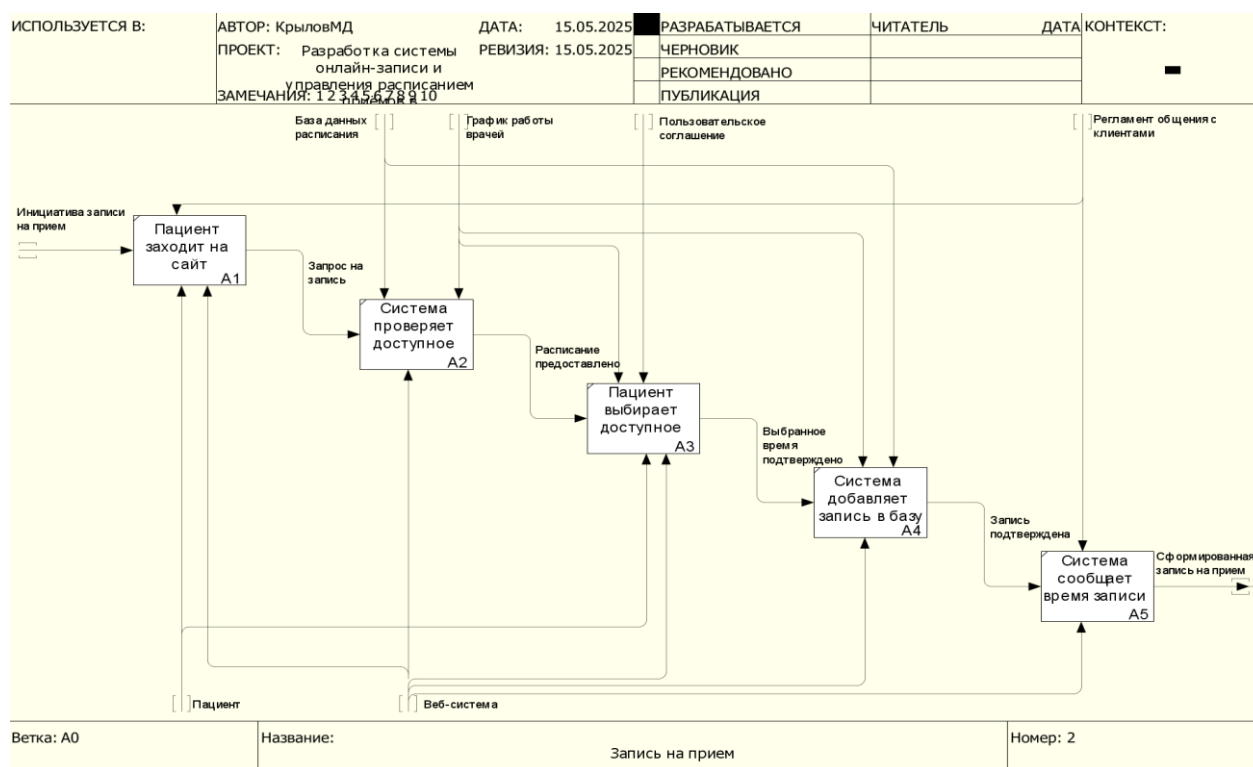


Рисунок 3 – Процессная модель записи на прием к врачу

Вход: инициатива записи от пациента через сайт.

Выход: подтверждённая запись на приём.

Механизмы: веб-интерфейс системы, база данных расписаний, график работы врачей, система уведомлений.

Контекст: пользовательское соглашение, регламент взаимодействия с клиентами.

1.5 Разработка требований к веб-системе для онлайн записи

На основании анализа предметной области и специфики процессов стоматологической клиники «СитиДент» требования к веб-системе

структурированы по методологии FURPS+, которая охватывает как функциональные, так и нефункциональные аспекты [8]:

- F — Функциональные требования: система должна обеспечивать регистрацию и авторизацию всех категорий пользователей (клиентов, администраторов и врачей), предоставлять возможность просмотра и выбора доступных стоматологических услуг, а также позволять пациенту выбирать дату, время и врача для записи на приём. Дополнительно, предусмотрены функции управления записями, включая изменение расписания врачей и возможность смены пароля в личном кабинете, а также функция просмотра контактной информации клиники и отправка уведомлений о предстоящем приеме.
- U — Удобство использования: интерфейс должен обеспечивать интуитивное понимание, быть адаптивным к устройствам разного типа. Количество шагов для записи не должно превышать трех.
- R — Надёжность: система должна обеспечивать корректность хранения и обработки пользовательских данных, устойчивую работу при высокой нагрузке и защиту от потери информации.
- P — Производительность: среднее время отклика системы при выполнении запроса пользователя не должно превышать 2 секунд. База данных должна поддерживать масштабируемость и быстрое выполнение операций даже при большом количестве записей.
- S — Поддержка: приложение должно быть легко модифицируемым и сопровождаемым. Наличие документации и внутренней логики системы позволит упростить техническую поддержку и развитие проекта.
- + — Дополнительные характеристики: особое внимание уделяется защите персональных данных в соответствии с законодательством, а также масштабируемости архитектуры для возможного расширения списка услуг и открытия новых филиалов [9].

Применение FURPS+ позволило системно подойти к формализации требований и заложить прочную основу для успешной реализации веб-приложения. Это обеспечит соответствие разработанного решения ожиданиям как со стороны пациентов, так и со стороны персонала клиники.

Разработана диаграмма вариантов использования (рисунок 4).

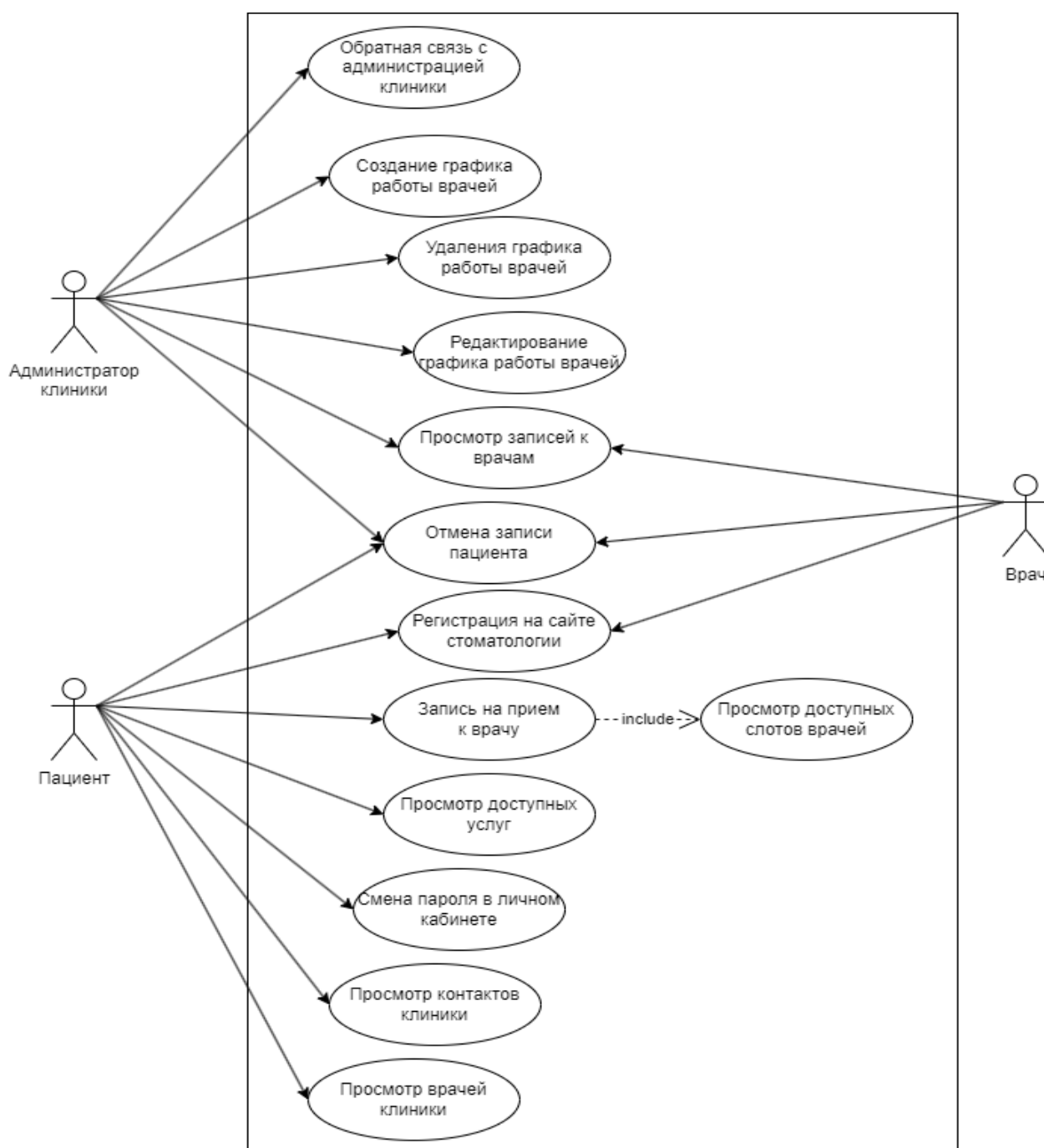


Рисунок 4 – Диаграмма вариантов использования системы записи пациентов в клинике

Данная диаграмма иллюстрирует основные сценарии взаимодействия трёх категорий пользователей с системой:

- пациенты — осуществляют запись на приём, просматривают каталог услуг, получают уведомления;
- администраторы — управляют записями, графиками работы врачей, редактируют ошибки пользователей и отвечают на запросы;
- врачи — просматривают личное расписание.

Диаграмма позволяет отразить распределение ролей и границы ответственности, обеспечивая более наглядное понимание функциональности системы и её участников.

Выводы по главе.

В первой главе обоснована необходимость внедрения нового процесса взаимодействия с пациентами — онлайн-записи через специализированную веб-систему. Проведён анализ текущих проблем клиники «СитиДент», связанных с перегрузкой регистратуры и неэффективностью ручной записи. Рассмотрены аналогичные программные продукты, выявлены их сильные стороны и ограничения. На основе этого определена целесообразность разработки собственного решения, способного учитывать внутреннюю специфику работы клиники. Сформированы ключевые функциональные требования к системе, описана целевая модель процесса записи и обозначены приоритетные направления проектирования. Это создаёт основу для перехода к следующему этапу — технической реализации веб-приложения.

Глава 2 Процесс разработки программного обеспечения

2.1 Проектирование программного обеспечения

2.1.1 Проектирование базы данных

Концептуальная модель (нотация Питера Чена)

Диаграмма (рисунок 5) представляет концептуальную в нотации Питера Чена, определяющую ключевые сущности системы управления стоматологической клиникой и их взаимосвязи. Основные сущности:

- Appointment (Запись на приём): атрибуты id, date, time, doctor_id, full_name, phone_number;
- Doctor (Врач): атрибуты id, name, specialization;
- Service (Услуга): атрибуты id, name, description;
- Users (Пользователь): атрибуты id, username, password, role, phone, email, full_name;
- Working_schedule (График работы): атрибуты id, doctor_id, date, time_start, time_end;
- Doctor_Service (Врач-услуга): атрибуты id, doctor_id, service_id.

Связи между сущностями:

- Doctor к Appointment (1:N);
- Doctor к Working_schedule (1:N);
- Doctor к Service (M:N через Doctor_Service);
- Users к Appointment (1:N).

Модель фокусируется на абстрактном представлении данных без технических деталей.

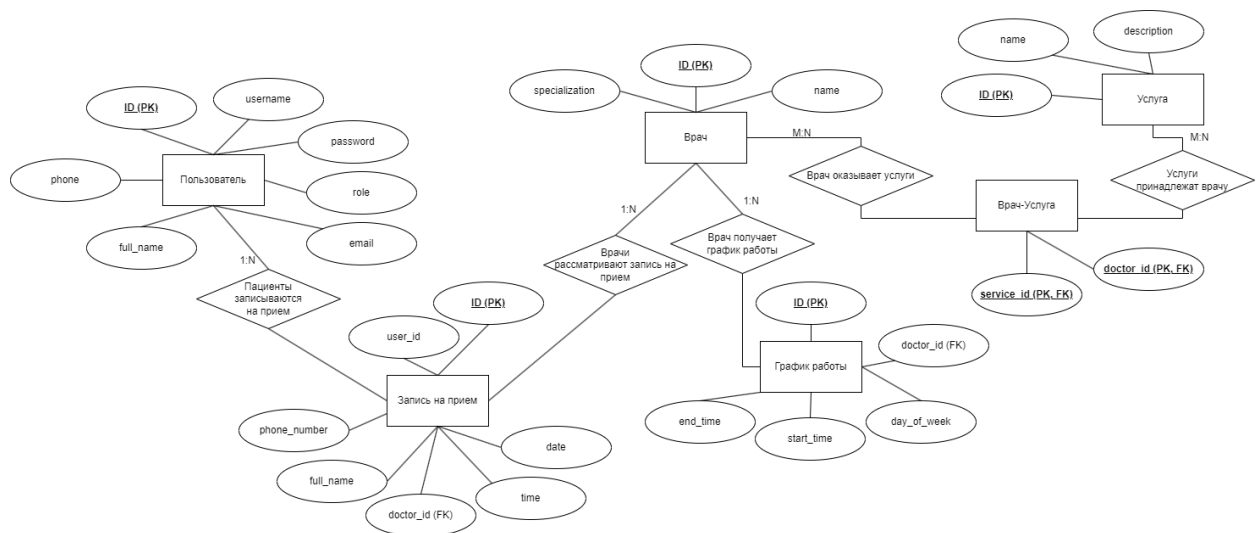


Рисунок 5 – Модель базы данных в нотации Питера Чена

Диаграмма (рисунок 6) отображает физическую модель для реализации в СУБД. Ключевые отличия:

- использование специфичных для PostgreSQL типов данных;
- определение ограничений (UNIQUE, NOT NULL);
- реализация триггеров и процедур для бизнес-логики.

Физическая модель обеспечивает эффективное хранение и обработку данных, учитывая особенности выбранной СУБД PostgreSQL [3, 19].

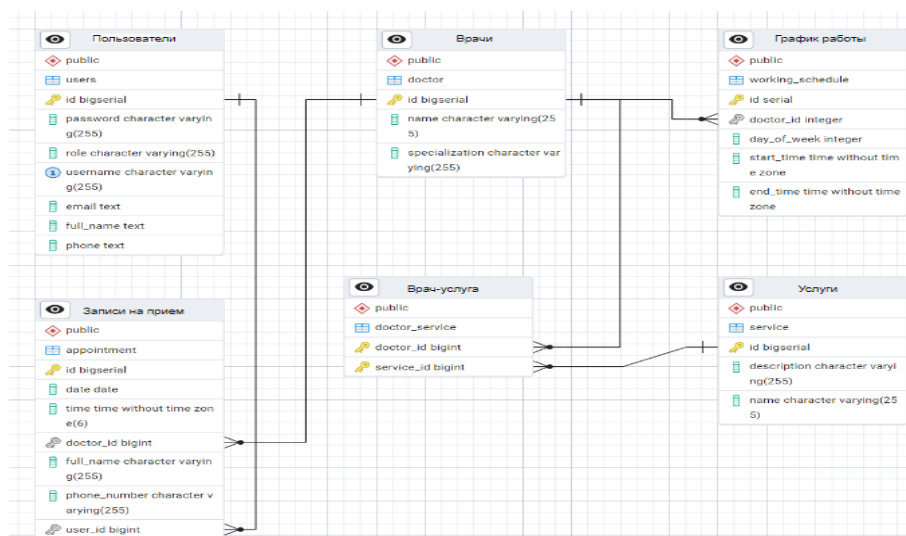


Рисунок 6 – Физическая модель базы данных

Эволюция моделей отражает переход от абстрактного проектирования к технической реализации, обеспечивая полноту и согласованность структуры базы данных.

2.1.2 Проектирование логики веб-системы

Проектирование бизнес-логики предусматривает определение алгоритмов и правил обработки данных, которые реализуют ключевые процессы системы [14].

Разработана диаграмма последовательности (рисунок 7).

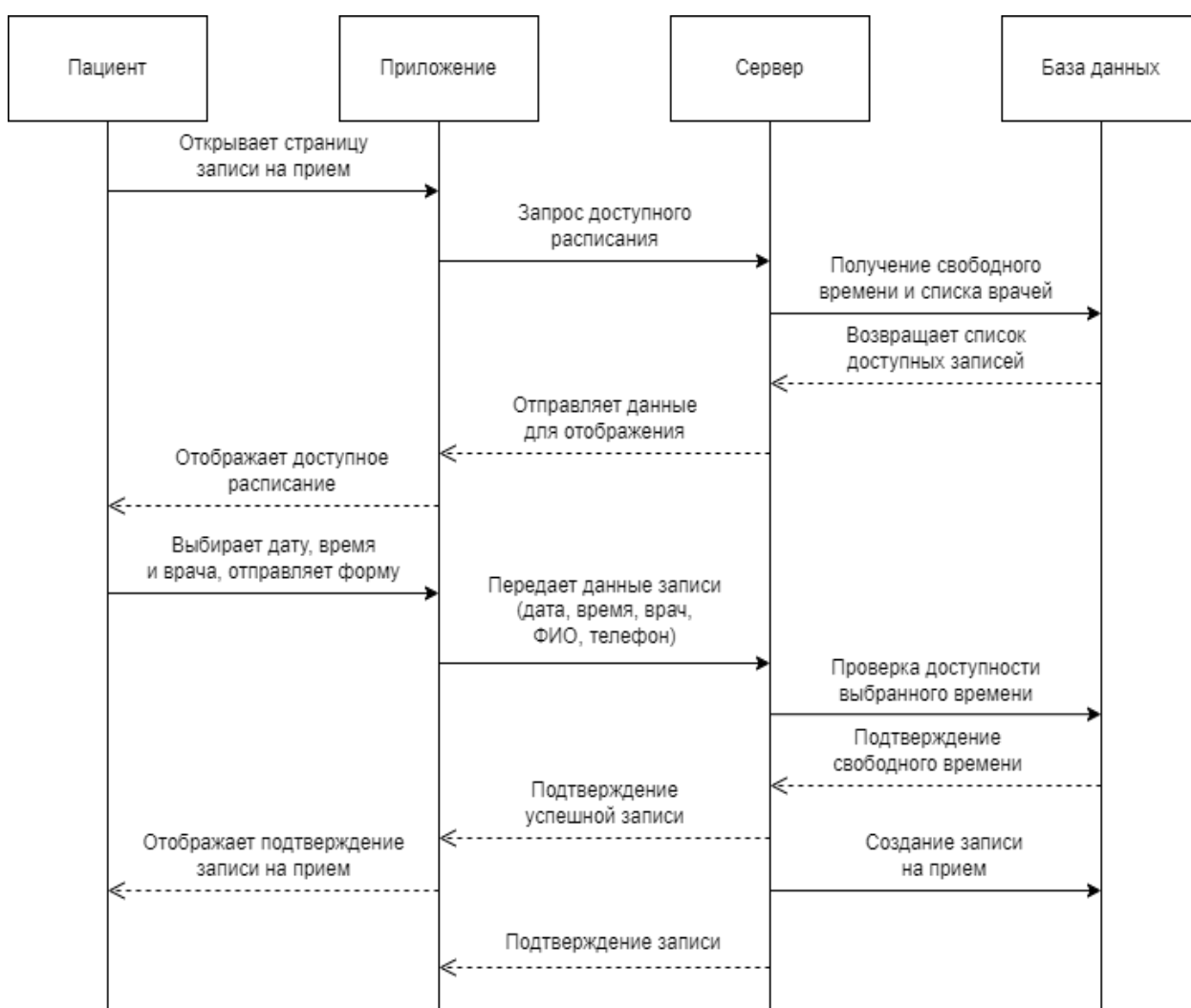


Рисунок 7 – Диаграмма последовательности записи на прием

Диаграмма чётко показывает последовательность действий при записи пациента на приём через систему для онлайн-записи:

- пациент открывает страницу и получает информацию о доступности;
- приложение взаимодействует с сервером для получения данных из базы;
- сервер выполняет бизнес-логику: проверку доступности времени и создание записи;
- база данных предоставляет данные о доступности и сохраняет запись.

Представленная диаграмма на рисунке 8 активности демонстрирует чёткую последовательность шагов при записи пациента на приём в стоматологическую клинику. Процесс начинается с того, что пациент заходит на страницу записи и заполняет форму, состоящую из: ФИО и номера телефона для связи. Далее пациент выбирает врача, дату и время приёма. Система проверяет доступность выбранного времени. Если оно занято, то доступное время отмечается как занятое. При успешном выборе пациент создает запись и отправляет её на сервер.

Сервер проверяет корректность и полноту введённых данных, а также повторно убеждается в доступности времени при помощи запроса к базе данных. Если выбранное время уже занято или данные введены неверно, пациент получает соответствующее сообщение и возможность повторить ввод. При успешной проверке система создаёт запись в базе данных и подтверждает успешную запись пациенту, после чего отправляется уведомление с информацией о запланированном приёме.

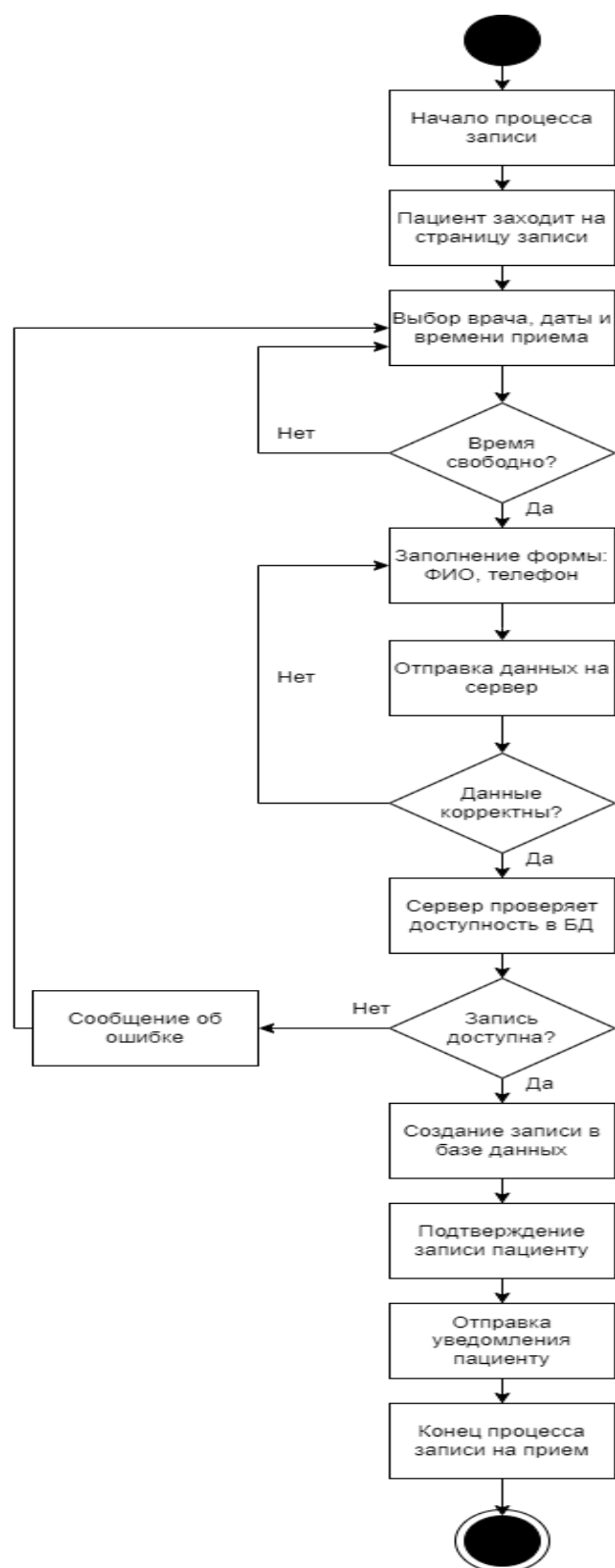


Рисунок 8 – Диаграмма активности процесса записи на прием

Диаграмма активности позволяет чётко представить процесс записи и минимизировать возможные ошибки на этапе реализации.

2.1.3 Диаграмма классов системы для онлайн записи

Диаграмма классов на рисунке 9 визуализирует основные сущности системы, их атрибуты, методы и взаимосвязи между ними. Она отражает объектно-ориентированную структуру системы, что помогает при проектировании и реализации кода.

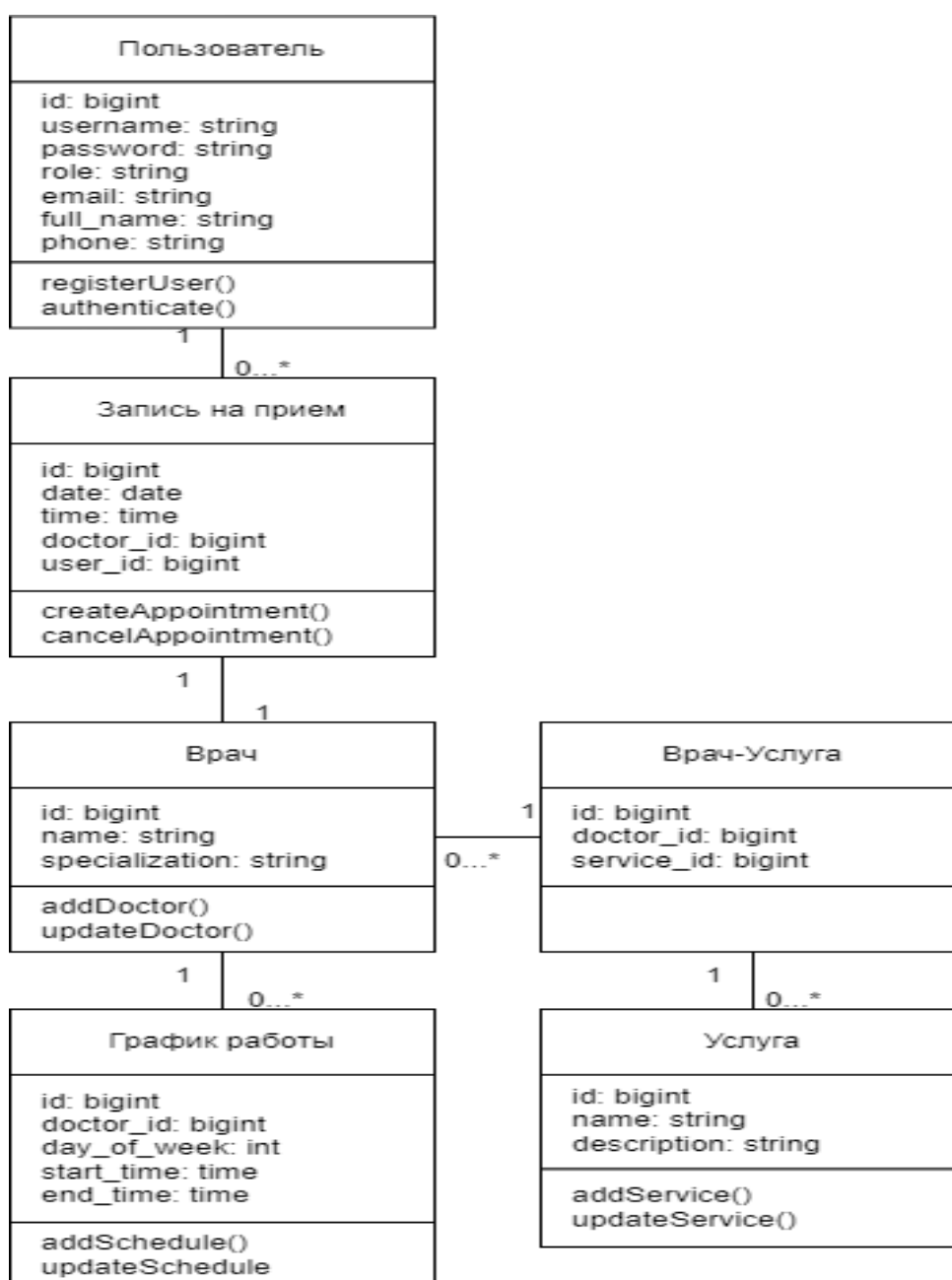


Рисунок 9 – Диаграмма классов системы

Сущности и их содержимое:

User (Пользователь)

Атрибуты:

- id: идентификатор пользователя;
- username: логин;
- password: хэшированный пароль;
- role: роль (CLIENT, ADMIN, DOCTOR);
- email: электронная почта;
- full_name: ФИО пользователя;
- phone: номер телефона.

Методы:

- registerUser(): зарегистрировать пользователя;
- authenticate(): аутентифицировать пользователя.

Связи:

- один пользователь может иметь много записей (1:N) – связь с Appointment.

Doctor (Врач)

Атрибуты:

- id: идентификатор врача;
- name: ФИО врача;
- specialization: специализация.

Методы:

- addDoctor(): добавить врача;
- updateDoctor(): обновить данные врача.

Связи:

- один врач может иметь много записей к нему (Appointment) – 1:N;
- один врач может иметь много расписаний (Working_schedule) – 1:N;

- один врач может предоставлять много услуг – связь M:N с Service через Doctor_service.

Appointment (Запись на прием)

Атрибуты:

- id: уникальный номер записи к врачу;
- date: дата записи;
- time: время записи;
- doctor_id: внешний ключ к Doctor;
- user_id: внешний ключ к User;

Методы:

- createAppointment(): создать запись;
- cancelAppointment(): отменить запись.

Связи:

- Многие записи на прием относятся к одному пациенту;
- Многие записи на прием относятся к одному врачу.

Service (Услуга)

Атрибуты:

- id: уникальный номер услуги;
- name: название;
- description: описание.

Методы:

- addService(): добавить услугу;
- updateService(): обновить данные об услуге.

Связи:

- M:N с Doctor через Doctor_service.

Doctor_service (Врач-Услуга)

- Ассоциативная таблица между врачом и услугой (реализация M:N).

Атрибуты:

- id: уникальный номер связи;
- doctor_id: уникальный номер врача;
- service_id: уникальный номер услуги.

Методов не содержит, так как это ассоциативная таблица.

Working_schedule (График работы)

Атрибуты:

- id: уникальный номер графика работы;
- doctor_id: уникальный номер врача;
- day_of_week: день недели;
- start_time: время начала работы;
- end_time: время окончания работы.

Методы:

- addSchedule(): добавить график работы;
- updateSchedule(): обновить график работы.

Связи:

- Один врач может иметь много рабочих смен – 1:N с Doctor.

Таким образом, на этапе проектирования сформирована комплексная структура приложения, включающая выбор оптимальной архитектуры, технологии, интерфейсные решения, структуру данных, а также определены механизмы реализации бизнес-логики и взаимодействий между компонентами. Подробные диаграммы и прототипы, созданные на этом этапе, обеспечивают четкость и ясность для последующих этапов разработки.

2.2. Выбор технологий и инструментов для разработки

2.2.1 Сравнительный анализ технологий и языков программирования

Выбор технологий для разработки программного обеспечения осуществлён на основе комплексного анализа десяти критериев (таблица 2),

включая производительность, поддержку сообщества, безопасность, масштабируемость и интеграцию с API. Каждый критерий оценивался по десятибалльной шкале, где:

1–2 балла — крайне низкий уровень соответствия требованиям; функциональность отсутствует или реализована неудовлетворительно; использование решения затруднено или невозможно;

3–4 балла — низкий уровень соответствия; имеются существенные ограничения или недоработки, снижающие применимость решения;

5–6 баллов — средний уровень соответствия; основные функции присутствуют, но могут быть реализованы не полностью, неудобно или с ограниченной гибкостью;

7–8 баллов — высокий уровень соответствия; функциональность реализована в основном в соответствии с требованиями, имеются незначительные недостатки или ограничения;

9–10 баллов — полный уровень соответствия; реализованы все требования, система работает стабильно, удобно и эффективно в заданных условиях.

Такой подход позволяет объективно сравнивать решения по степени соответствия функциональным, техническим и пользовательским требованиям.

Таблица 2 – Сравнение технологий и языков программирования

№	Критерии	Python	Java	JS	Flask	Django	FastAPI
1	Производительность	8	9	7	7	8	8
2	Поддержка сообщества	10	9	10	9	8	7
3	Скорость разработки	9	6	8	10	7	9
4	Безопасность	8	9	6	7	9	7
5	Масштабируемость	7	10	7	6	8	8
6	Документация	10	8	8	8	9	6
7	Простота изучения	10	5	9	9	6	7
8	Поддержка ORM	9	8	6	8	10	7
9	Интеграция с API	8	7	10	9	8	10
10	Гибкость архитектуры	9	7	8	7	9	8
Средний балл		8,8	7,8	7,9	8,0	8,2	7,7

Для разработки серверной части был выбран язык программирования Python, получивший среднюю оценку 8.8 из 10. Он показывает отличные результаты по следующим критериям:

- скорость разработки — 9;
- простота изучения — 10;
- качество документации — 10.

В качестве фреймворка выбран Flask (средний балл — 8.0), поскольку он обеспечивает:

- гибкую архитектуру (оценка — 7);
- высокую скорость разработки (оценка — 10);
- удобную интеграцию с внешними API (оценка — 9).

В ходе анализа также рассматривались альтернативы — Django (8.3) и FastAPI (7.8). Django превосходит Flask по уровню безопасности (оценка — 9). FastAPI — по масштабируемости (оценка — 8).

Оба варианта уступают Flask в простоте и скорости развёртывания, что критично на этапе быстрой реализации проекта.

Для клиентской стороны применены HTML, CSS и Bootstrap, обеспечивающие адаптивность интерфейса. Выбор обусловлен отсутствием необходимости в сложных фронтенд-фреймворках, а также высокой скоростью стилизации и кросс-браузерной совместимостью.

Система управления базами данных:

В качестве СУБД выбрана PostgreSQL, что согласуется с требованиями безопасности (оценка 9 у Django) и поддержки ACID-транзакций. Её интеграция с Python через библиотеку psycopg2 (оценка интеграции с API: 9) обеспечивает надёжное взаимодействие с серверной частью.

Ключевые аргументы выбора:

- Python и Flask оптимальны для проектов с ограниченными ресурсами и требованием к скорости внедрения;
- PostgreSQL гарантирует целостность данных и масштабируемость, критичные для медицинских систем;

- отказ от Java (средний балл — 7.7) и JS (оценка 7.8) обусловлен их низкими показателями в скорости разработки (оценки 6 и 8) и простоте изучения (оценки 5 и 9).

Данный подход обеспечивает баланс между производительностью, безопасностью и удобством сопровождения системы.

Таблица 3 – Сравнение СУБД по ключевым критериям

№	Критерии	PostgreSQL	MySQL	SQLite	MongoDB	Oracle
1	Поддержка ACID	10	9	7	5	10
2	Масштабируемость	9	8	4	10	9
3	Производительность	9	8	6	8	10
4	Открытый исходный код	10	8	10	10	2
5	Интеграция с Python	10	9	8	7	7
6	Поддержка JSON/NoSQL	9	7	5	10	8
7	Сообщество и документация	10	9	7	8	8
Средний балл		9,57	8,28	6,71	8,28	7,71

Обоснование выбора PostgreSQL (Таблица 3):

- поддержка ACID-транзакций (оценка 10/10): гарантирует целостность данных, что критично для медицинских систем, где ошибки в записях пациентов или расписании недопустимы.
- масштабируемость (оценка 9/10): поддерживает репликацию, шардинг и вертикальное масштабирование, что обеспечивает рост системы вместе с нагрузкой.
- интеграция с Python (оценка 10/10): библиотека `psycopg2` предоставляет надежное взаимодействие с серверной частью на Python, упрощая выполнение запросов и управление транзакциями.

- открытый исходный код (оценка 10/10): отсутствие лицензионных ограничений снижает затраты на разработку и позволяет настроить СУБД под нужды проекта.
- поддержка JSON (оценка 9/10): позволяет гибко хранить наполовину структурированные данные (историю изменений записей) без отказа от реляционной модели.

Анализ альтернатив:

- MySQL (средний балл — 8.2): уступает в поддержке JSON и масштабируемости, а также требует больше ресурсов для настройки репликации.
- SQLite (оценка 6.7): не подходит для многопользовательских систем из-за ограничений в параллельных запросах.
- MongoDB (оценка 8.2): отсутствие строгой ACID-совместимости делает её неприменимой для транзакционных медицинских данных.
- Oracle (оценка 7.7): высокая стоимость и закрытый код исключают её использование в проектах с ограниченным бюджетом.

PostgreSQL обеспечивает оптимальный баланс между надежностью, производительностью и экономической эффективностью, что соответствует требованиям системы управления стоматологической клиникой.

2.3 Реализация функциональных требований

На этапе реализации функциональных требований происходит непосредственное воплощение проектных решений в коде. Это включает создание бизнес-логики, пользовательских интерфейсов и обеспечение связи с базой данных. Разработка ведётся с учётом ранее определённой архитектуры, диаграмм классов и взаимодействия компонентов.

Бизнес-логика реализована с помощью Python и фреймворка Flask [1, 2, 12, 15, 17, 18]. Созданы маршруты обработки HTTP-запросов, функции управления пользователями, расписанием и записями [10].

Основные возможности:

- регистрация и авторизация пользователей;
- создание, редактирование и удаление записей на приём;
- автоматическая проверка доступности времени;
- проверка корректности вводимых данных и защита от SQL-инъекций [5].

Пользовательский интерфейс реализован с использованием HTML, CSS, Bootstrap и шаблонизатора Jinja2 [4, 11, 20]. Разработаны страницы:

- форма авторизации и регистрации;
- страница записи к врачу;
- личный кабинет пациента и врача;
- страница администратора с управлением расписанием;
- страница с информацией о стоматологии;
- страница о врачах;
- страница с контактами.

2.3.1 Проектирование пользовательского интерфейса

На стадии проектирования приложения используется диаграмма компонентов, которая отображает ключевые элементы системы, их взаимодействие и связи. Диаграмма компонентов позволяет визуализировать архитектуру приложения, выделяя основные модули и их связи, что упрощает процесс разработки, тестирования и сопровождения.

На рисунке 10 представлена диаграмма компонентов разрабатываемой системы управления стоматологической клиникой. Диаграмма включает:

- пользовательские интерфейсы;
- API-шлюз.

Основные модули системы:

- управление записями;
- аутентификация пользователей;
- отправка уведомлений;
- база данных.

Каждый компонент выполняет свою роль, обеспечивая разделение логики и поддержку масштабируемости.

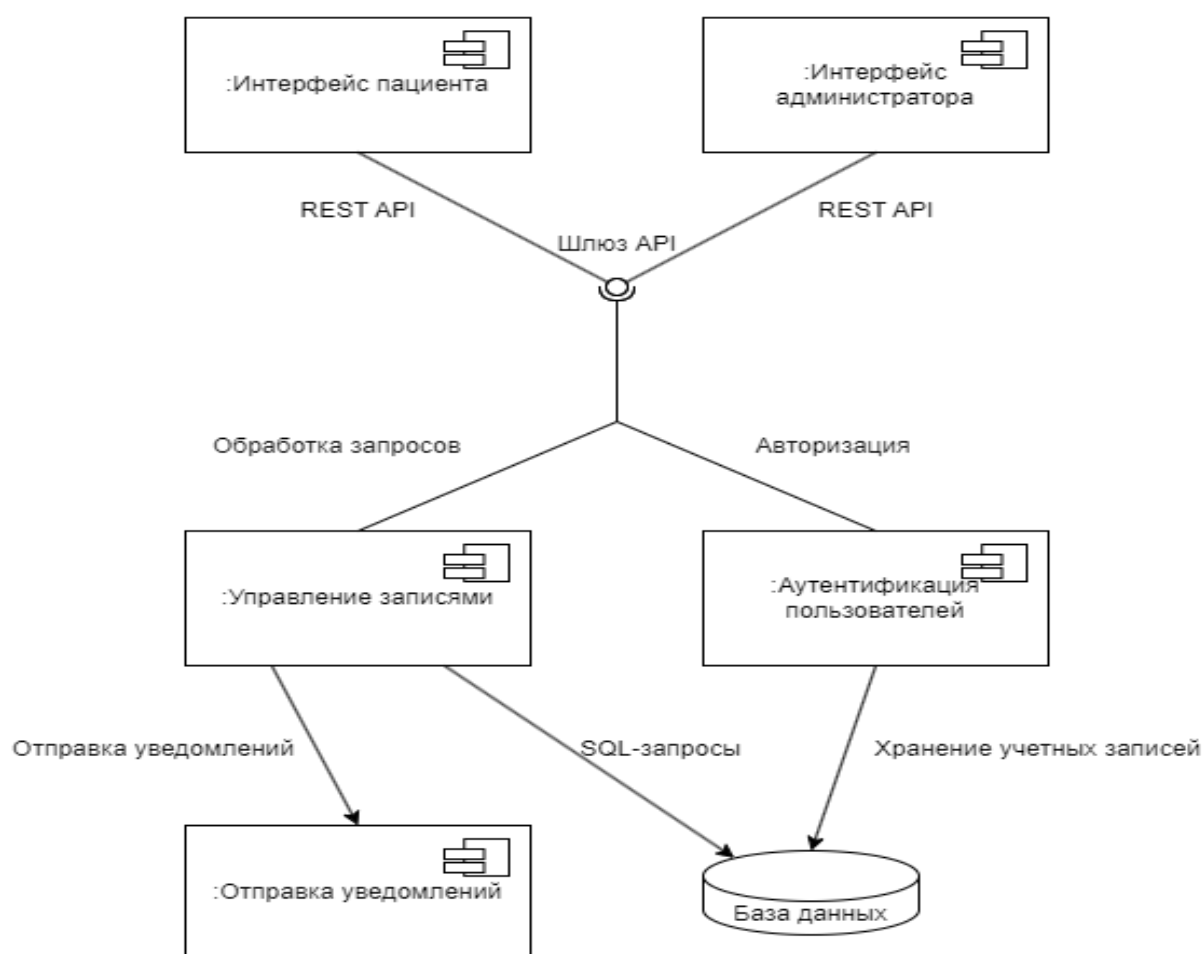


Рисунок 10 – Диаграмма компонентов веб-приложения

Данная диаграмма наглядно демонстрирует архитектуру приложения, включающую пользовательские интерфейсы для пациентов и администраторов, которые взаимодействуют с системой через API-шлюз. Основные модули реализуют бизнес-логику, такую как управление записями

и аутентификацию, а база данных используется для хранения всех данных системы.

На этапе проектирования интерфейса пользователя необходимо обеспечить удобство и интуитивность взаимодействия пользователя с системой.

Диаграмма пользовательского интерфейса (рисунок 11) отражает структуру и навигационные связи между основными разделами веб-системы. Она показывает, как пользователь переходит от главной страницы к функциям: записи на приём, просмотру услуг, врачей, контактной информации, а также работе с личным кабинетом.

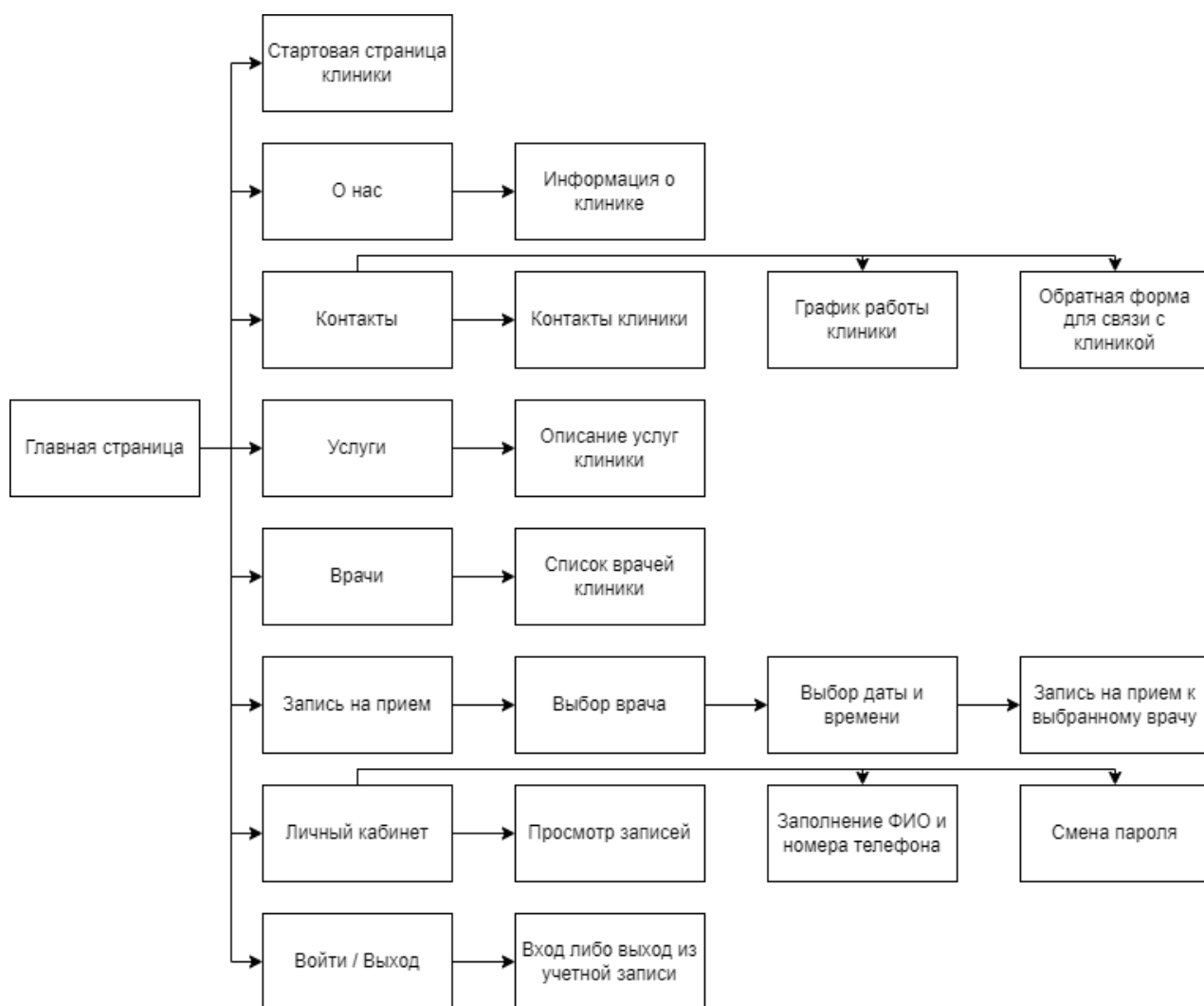


Рисунок 11 – Диаграмма пользовательского интерфейса

Главная страница сайта стоматологической клиники «СитиДент» (рисунок 12) представляет собой структурированный интерфейс, предназначенный для информирования пользователей о ключевых услугах клиники и обеспечения доступа к основным функциям.

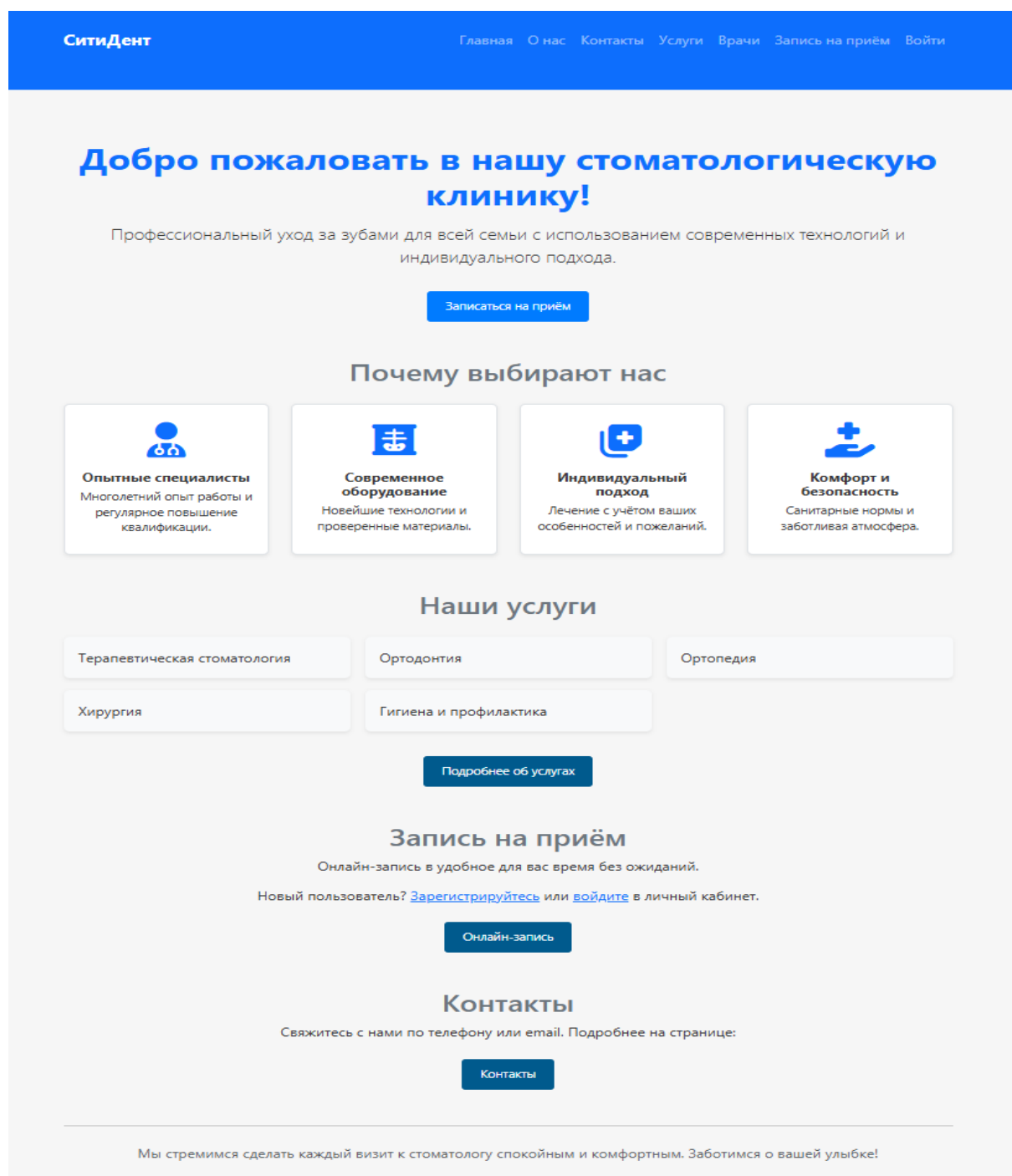


Рисунок 12 – Прототип главной страницы стоматологической клиники

Шапка сайта (меню навигации):

Ссылки: «Главная», «О нас», «Контакты», «Услуги», «Врачи», «Запись на приём», «Войти». Обеспечивает переход между разделами сайта.

Приветственный блок:

- заголовок: «Добро пожаловать в нашу стоматологическую клинику!» — подчёркивает ориентированность на клиента;
- краткое описание: акцент на профессиональный уход с использованием современных технологий;
- кнопка «Записаться на приём» — прямой призыв к действию.

Информационные блоки:

«Почему выбирают нас»:

- перечисление преимуществ: опытные специалисты, современное оборудование, индивидуальный подход, безопасность.

«Наши услуги»:

- список направлений: терапевтическая стоматология, хирургия, ортодонтия, гигиена и профилактика. Кнопка «Подробнее об услугах» направляет на страницу с услугами и их описанием.

«Запись на приём»:

- краткое описание возможности онлайн-записи. Кнопка «Онлайн-запись» ведёт к форме регистрации/авторизации.

«Контакты»:

- указание на возможность связи по телефону или email, ссылка на страницу контактов.

Назначение:

Главная страница выполняет следующие задачи:

- формирует первое впечатление о клинике;
- информирует о ключевых услугах и преимуществах;
- направляет пользователей к целевым действиям: запись на приём, регистрация, переход в разделы сайта;

- обеспечивает быструю навигацию через интуитивное меню.

2.3.2 Архитектура программного обеспечения

Архитектура веб-приложения построена на основе трехуровневой модели:

Клиентский уровень (Frontend):

- реализован с использованием HTML, CSS и Bootstrap, что обеспечивает адаптивный интерфейс для удобного взаимодействия пользователей с системой;
- отвечает за отображение данных и отправку запросов на сервер, предоставляя интуитивно понятный пользовательский опыт.

Серверный уровень (Backend):

- основан на языке Python и фреймворке Flask, который упрощает разработку веб-приложений и создание маршрутов [13];
- включает модули для обработки HTTP-запросов, управления расписанием (`working_schedule`), записями на приём (`appointment`) и взаимодействия с базой данных;
- обеспечивает логику авторизации, аутентификации пользователей, а также проверку вводимых данных.

Уровень базы данных (Database):

- используется PostgreSQL для хранения информации о пользователях, врачах, услугах и записях на приём;
- обеспечивает надёжность и производительность при выполнении операций чтения/записи, а также целостность данных;
- интеграция с Flask осуществляется через библиотеки для работы с PostgreSQL (`psycopg2`), обеспечивая удобный доступ к данным и выполнение SQL-запросов.

Диаграмма развертывания, представленная на рисунке 13, иллюстрирует архитектуру веб-приложения, разделённую на три ключевых компонента: пользовательский компьютер, сервер приложений и сервер базы данных.

Система построена на основе классической клиент-серверной архитектуры, где взаимодействие между компонентами осуществляется по стандартным протоколам [16].

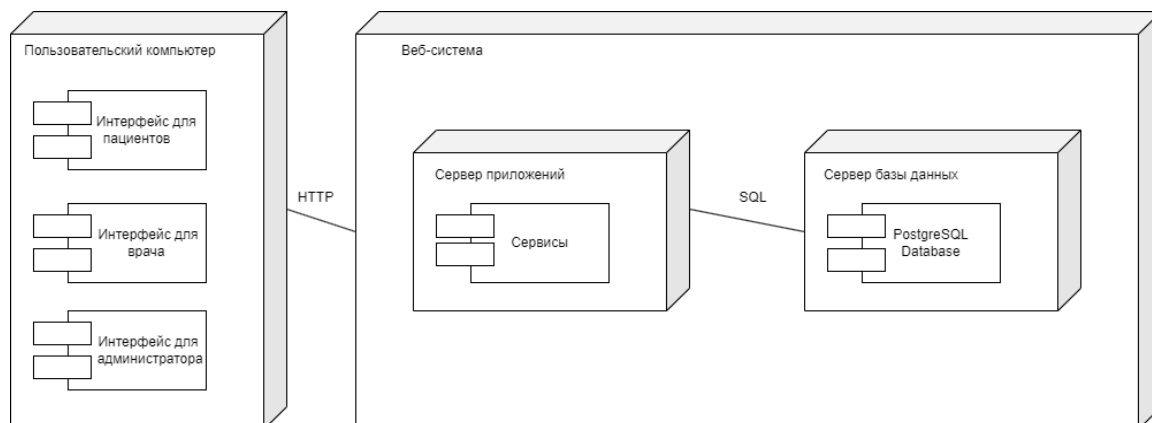


Рисунок 13 – Диаграмма развертывания веб-приложения

Компоненты системы:

Пользовательский компьютер:

Представляет собой устройства пользователей (ПК, ноутбуки, мобильные устройства), с которых осуществляется доступ к системе.

Содержит три интерфейса:

- интерфейс для пациентов – предназначен для записи на приём, просмотра доступных услуг и управления личными данными;
- интерфейс для врача – предназначен для просмотра записей к врачу;
- интерфейс для администратора – предоставляет возможности управления расписанием, обработкой записей и работы с базой данных.

Сервер приложений:

- содержит основное приложение, реализующее функциональные возможности системы;

- содержит компонент «Сервисы», отвечающий за обработку HTTP-запросов от клиента, взаимодействие с базой данных и предоставление данных пользователю.

Сервер базы данных:

- использует PostgreSQL для хранения данных приложения, включая информацию о пациентах, врачах, записях и предоставляемых услугах;
- отвечает за обработку SQL-запросов, поступающих от сервера приложений.

Взаимодействие:

- клиент к Серверу приложений: осуществляется через HTTP, позволяя пользователям отправлять запросы и получать данные;
- сервер приложений к Серверу базы данных: взаимодействие реализуется посредством SQL-запросов, обеспечивая управление данными и их хранение.

Данная архитектура позволяет достичь высокой масштабируемости и производительности, что делает её оптимальной для применения в системах записи на приём в стоматологическую клинику.

Выводы по главе.

Во второй главе описан полный цикл разработки веб-системы для онлайн-записи в стоматологической клинике — от проектирования до реализации. Построены модели данных, диаграммы логики, классов и пользовательского интерфейса. Обоснован выбор технологий и инструментов с учётом требований к безопасности, масштабируемости и удобству сопровождения. Внедрена архитектура на основе модели MVC, обеспечивающая чёткое разделение логики, представления и управления данными. Это позволило сформировать стабильный и функциональный фундамент системы, готовый к этапу тестирования.

Глава 3 Оценка эффективности разработанного программного обеспечения

3.1 Тестирование и отладка приложения

Тестирование и отладка являются важнейшими этапами обеспечения качества разработанного программного обеспечения. Целью данного этапа является выявление и устранение ошибок, а также проверка соответствия работы системы ожидаемым требованиям.

В рамках тестирования веб-системы для онлайн-записи на приём в стоматологическую клинику планируется проведение следующих видов тестирования [7]:

- функциональное тестирование — используется для проверки корректности реализации всех ключевых функций: регистрации и авторизации пользователей, записи на приём, работы календаря и управления расписанием. Позволяет убедиться, что каждый элемент системы выполняет свою задачу в соответствии с требованиями.
- юнит-тестирование — направлено на поэтапную проверку отдельных модулей и компонентов системы. Будет использоваться для проверки логики обработки данных, проверки вводимых данных, расчёта доступного времени и других базовых операций без привязки к интерфейсу.
- регрессионное тестирование — проводится после внесения изменений или исправлений в код системы. Позволяет убедиться, что новая функциональность или устранённые ошибки не повлияли на уже работающие участки веб-приложения, и система в целом сохраняет свою стабильность.

Комплексное применение этих видов тестирования обеспечивает надёжность, устойчивость и соответствие системы изначально поставленным требованиям.

3.1.1 Функциональное тестирование

Функциональное тестирование проводится с целью убедиться, что программное обеспечение выполняет все заявленные функции в соответствии с техническим заданием и пользовательскими ожиданиями.

Проверенные сценарии (таблица 4):

Регистрация пользователя (рисунок 14).

The image shows a web form for user registration. At the top, the title 'Регистрация' is displayed in a large blue font. Below the title, there is a paragraph of text in Russian: 'Пожалуйста, заполните форму ниже, чтобы создать учётную запись. После регистрации вы сможете записываться на приём и следить за своими визитами в личном кабинете.' The form consists of several input fields: 'Имя пользователя (лат. буквы и цифры):' with the value 'mix931', 'Электронная почта:' with the value 'mix931@yandex.ru', 'Пароль:' with masked characters '.....', and 'Повтор пароля:' also with masked characters '.....'. Below these fields is a checkbox labeled 'Согласие на обработку персональных данных', which is checked. At the bottom of the form is a large blue button labeled 'Зарегистрироваться'. Below the button, there is a link that says 'Уже зарегистрированы? Войти'.

Регистрация

Пожалуйста, заполните форму ниже, чтобы создать учётную запись. После регистрации вы сможете **записываться на приём** и **следить за своими визитами** в личном кабинете.

Имя пользователя (лат. буквы и цифры):

mix931

Электронная почта:

mix931@yandex.ru

Пароль:

.....

Повтор пароля:

.....

☒ Согласие на обработку персональных данных

Зарегистрироваться

Уже зарегистрированы? [Войти](#)

Рисунок 14 – Регистрация пользователя

- пользователь успешно добавляется в базу данных и получает возможность авторизации после регистрации.

Авторизация пользователя (рисунок 15)

The image shows a login form with a light gray background. At the top, the title 'Вход в личный кабинет' is displayed in a large, bold, blue font. Below the title, a welcome message in gray text reads: 'Добро пожаловать! Пожалуйста, введите свои учетные данные, чтобы попасть в личный кабинет. Если вы впервые у нас, [зарегистрируйтесь](#).' Below this, there are two input fields. The first is labeled 'Имя пользователя:' and contains the text 'mix931'. The second is labeled 'Пароль:' and contains a series of dots. Below the password field is a large blue button with the white text 'Войти'. At the bottom of the form, there is a link that says 'Нет аккаунта? [Зарегистрироваться](#)'.

Рисунок 15 – Авторизация пользователя

- при вводе корректных учётных данных происходит перенаправление в личный кабинет.

Создание записи на приём (рисунок 16)

Запись на приём

Для записи на приём выберите врача, подходящую дату и одно из доступных временных окон. Если у вас уже есть личный кабинет, **убедитесь, что ваши данные (ФИО и телефон) верны.**

ФИО пациента:

Крылов Михаил Дмитриевич

Телефон:

89277755722

Выберите врача:

Лоцманов Алексей Владимирович (хирург-имплантолог-ортопед)

Выберите дату:

26.05.2025

Показать свободное время

Выбран врач: Лоцманов Алексей Владимирович (хирург-имплантолог-ортопед)

Дата приёма: **2025-05-26**. Ниже отображается список доступных и занятых временных слотов.

10:00 (Свободно)

11:00 (Свободно)

12:00 (Свободно)

13:00 (Свободно)

14:00 (Свободно)

15:00 (Свободно)

16:00 (Свободно)

17:00 (Свободно)

18:00 (Свободно)

19:00 (Свободно)

Рисунок 16 – Создание записи на прием

- осуществляется через форму выбора врача, даты и времени. Созданная запись на прием сохраняется в базе данных и отображается в интерфейсе пациента.

Просмотр личного кабинета (рисунок 17).

Добро пожаловать, mih931!

Мои данные

Здесь вы можете изменить своё ФИО и контактный телефон, чтобы нам было проще связаться с вами.

ФИО:

Крылов Михаил Дмитриевич

Телефон:

89277755722

Сохранить

Предстоящие записи

В этом разделе отображаются все будущие визиты. Если вы не можете посетить врача, вы можете отменить запись.

Дата	Время	ФИО	Телефон	Врач	Специализация	Действия
2025-05-26	15:00:00	Крылов Михаил Дмитриевич	89277755722	Лоцманов Алексей Владимирович	хирург-имплантолог-ортопед	Отменить

Рисунок 17 – Просмотр личного кабинета

– проверена доступность информации о пользователе и его записях.

Страница отображает актуальные данные.

Смена пароля (рисунок 18)

Сменить пароль

Для безопасности вашей учётной записи рекомендуется периодически менять пароль.

Старый пароль:

.....

Новый пароль:

.....

Подтверждение нового пароля:

.....

Изменить пароль

Рисунок 18 – Смена пароля

– новый пароль заменяет старый. Авторизация возможна только с новым паролем.

Удаление записи (рисунок 19).

Предстоящие записи

В этом разделе отображаются все будущие визиты. Если вы не можете посетить врача, вы можете отменить запись.

Дата	Время	ФИО	Телефон	Врач	Специализация	Действия
2025-05-26	15:00:00	Крылов Михаил Дмитриевич	89277755722	Лоцманов Алексей Владимирович	хирург-имплантолог-ортопед	Отменить

Рисунок 19 – Удаление записи

– после нажатия кнопки «Удалить» запись исчезает как из личного кабинета, так и из базы данных.

Таблица 4 – Список протестированных функций и критерии успешности

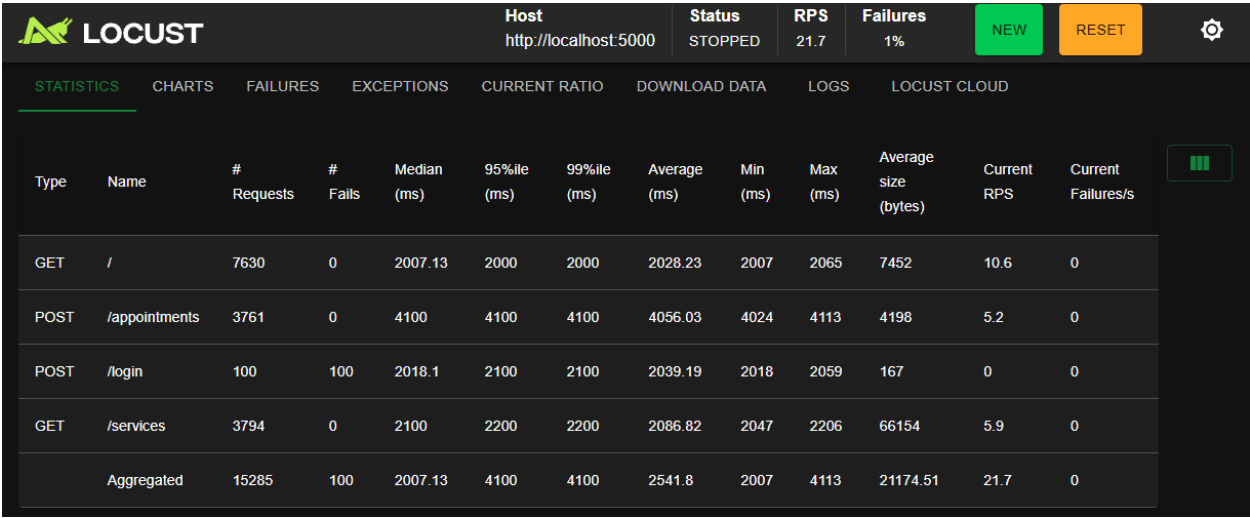
№	Функция	Критерий успешности	Фактический результат
1	Регистрация пользователя	Пользователь успешно создается в базе данных и получает доступ	Пользователь успешно зарегистрирован
2	Авторизация в системе	После ввода корректных данных выполняется переход в личный кабинет	Пользователь успешно прошел авторизацию
3	Создание записи на прием	Форма записи сохраняется в БД и отображается в личном кабинете	Запись на прием успешно создана
4	Просмотр личного кабинета	Корректно отображаются личные данные и история записей	Все данные отображаются корректно
5	Смена пароля	Новый пароль сохраняется и используется при следующей авторизации	Новый пароль пациента успешно установлен
6	Удаление записи из личного кабинета	Запись исчезает из списка и удаляется из базы данных	Запись успешно удалена из личного кабинета

Функциональное тестирование подтвердило корректную реализацию всех основных пользовательских сценариев. Система стабильно выполняет ключевые задачи: регистрацию, запись, просмотр и редактирование данных.

3.1.2 Нагрузочное тестирование

Нагрузочное тестирование проводится с целью оценки устойчивости и производительности системы при высоких пользовательских нагрузках. Оно позволяет определить пределы допустимой нагрузки, выявить узкие места в архитектуре и проверить, насколько стабильно работает веб-приложение в условиях, приближённых к реальной эксплуатации стоматологической клиники.

Тестирование, изображенное на рисунке 20, проводилось в контролируемой среде с использованием инструментов имитации одновременного доступа 100 пользователей к основным функциям системы.



Type	Name	# Requests	# Fails	Median (ms)	95%ile (ms)	99%ile (ms)	Average (ms)	Min (ms)	Max (ms)	Average size (bytes)	Current RPS	Current Failures/s
GET	/	7630	0	2007.13	2000	2000	2028.23	2007	2065	7452	10.6	0
POST	/appointments	3761	0	4100	4100	4100	4056.03	4024	4113	4198	5.2	0
POST	/login	100	100	2018.1	2100	2100	2039.19	2018	2059	167	0	0
GET	/services	3794	0	2100	2200	2200	2086.82	2047	2206	66154	5.9	0
Aggregated		15285	100	2007.13	4100	4100	2541.8	2007	4113	21174.51	21.7	0

Рисунок 20 – Нагрузочное тестирование системы в Locust

В рамках оценки надёжности и производительности веб-системы были реализованы следующие сценарии:

- массовая одновременная запись на приём: симулировалось большое количество пользователей, одновременно отправляющих

POST-запросы на маршрут «/appointments». Цель — оценить устойчивость к множественным транзакциям. Как видно на рисунке 20, был отправлен 3761 запрос, из которых 100% завершились успешно, среднее время отклика составило ~4 секунды;

- параллельный доступ к расписанию врачей: нагрузка приходилась на маршрут «/services», обрабатывающий GET-запросы к каталогу медицинских услуг. Зафиксировано 3794 запроса без единой ошибки, среднее время отклика — около 2 секунд. Это подтверждает стабильность работы справочной части системы под нагрузкой;

- одновременная авторизация в системе: протестирован маршрут «/login» со 100 одновременными авторизациями. Все запросы завершились сбоем, что обусловлено повторными попытками авторизации уже активных сессий. Несмотря на это, данный сбой не повлиял на основную работу остальных компонентов;

- работа под пиковыми нагрузками: общее количество сгенерированных запросов составило 15 285, среднее количество запросов в секунду (Request Per Second) достигло 21.7. Наиболее нагруженным оказался маршрут «/» (7630 обращений), который выдержал нагрузку без ошибок и с откликом около 2 секунд. Максимальное время отклика в системе составило 4.1 секунды.

Нагрузочное тестирование показало, что система справляется с одновременным обслуживанием большого числа пользователей. Большинство ключевых маршрутов (включая «appointments», «services», и «/») продемонстрировали стабильную работу, отсутствие ошибок и приемлемое время отклика.

Согласно результатам тестирования, общее количество ошибок составило лишь 1% от всех запросов, при этом ни один из них не связан с критическим отказом функциональности. Полученные данные подтверждают готовность веб-приложения к эксплуатации в условиях реальной многопользовательской нагрузки.

3.1.3 Регрессионное тестирование

Регрессионное тестирование проводится с целью проверки стабильности ранее реализованного функционала после внесения изменений в систему. Это необходимо для того, чтобы убедиться: доработки, исправления ошибок или добавление новых возможностей не вызвали сбоев в других частях приложения.

В рамках данного этапа были вручную протестированы основные функции веб-системы онлайн-записи, включая:

- авторизацию пользователей (пациентов, администраторов, врачей);
- работу с каталогом услуг и расписанием;
- создание и отображение записей на приём;
- защиту доступа к закрытым разделам.

Для системной фиксации результатов было составлено множество тест-кейсов, каждый из которых включает:

- идентификатор и краткое название;
- пошаговое описание действий;
- ожидаемый результат;
- фактический результат, полученный при тестировании.

Таблица 5 – Тест кейсы для тестирования системы

ID	Название теста	Шаги	Ожидаемый результат	Фактический результат
TC01	Успешная авторизация пациента	Ввести корректный login и пароль, нажать «Войти»	Пользователь перенаправлен в личный кабинет	Авторизация успешна
TC02	Авторизация с неверным паролем	Ввести login и некорректный пароль	Отображено сообщение об ошибке	Ошибка отображается

Продолжение таблицы 5

ID	Название теста	Шаги	Ожидаемый результат	Фактический результат
TC03	Регистрация нового пациента	Перейти на страницу регистрации, ввести корректные данные	Пользователь создан и авторизован	Регистрация прошла успешно
TC04	Просмотр списка услуг	Перейти на страницу «/services»	Отображается каталог доступных услуг	Услуги отображаются корректно
TC05	Просмотр графика врача администратором	Авторизация от лица администратора, перейти на страницу «/admin/schedule», выбрать врача	Открывается страница с врачами и отображается их график работы	Успешно отображается график работы врача
TC06	Создание записи на прием	Выбрать врача, дату, время, нажать на нужное время	Запись создается, отображается подтверждение	Запись успешно создана
TC07	Запись на занятую дату или время	Выбрать врача, дату, время, нажать на занятое время	Сообщение об ошибке или недоступности	Отображается ошибка, что выбранное время занято
TC08	Просмотр всех записей пациента	Перейти в раздел «Мои записи»	Отображаются таблицы записей пациента	Записи загружены
TC09	Смена пароля	Перейти в личный кабинет, ввести старый и новый пароль	Пароль успешно изменен	Пароль обновлен
TC10	Авторизация в системе администратором	Ввести login и пароль	Переход в админ-панель	Авторизация выполнена, админ-панель открыта
TC11	Авторизация в системе врачом	Ввести login и пароль	Переход на страницу врача	Авторизация выполнена, страница врача открыта
TC12	Доступ без авторизации	Перейти на страницу «/appointments» без авторизации	Происходит перенаправление на страницу регистрации либо авторизации	Перенаправление работает

Таблица тест-кейсов (таблица 5) позволяет наглядно продемонстрировать, какие сценарии прошли успешно, а где были зафиксированы отклонения. Это даёт возможность оценить надёжность текущей реализации и сформулировать рекомендации по доработке.

В результате выполнения всех регрессионных тестов было подтверждено, что основная функциональность системы работает стабильно.

3.2 Оценка удобства и функциональности приложения

Для оценки удобства и полноты реализованной функциональности были проанализированы все созданные страницы и формы веб-системы. Основное внимание уделялось логике навигации, визуальной структуре интерфейсов и соответствию реализованных функций заявленным требованиям.

Созданы и протестированы следующие страницы:

- главная страница (рисунок 21) — содержит информацию о клинике, преимуществах, доступных услугах и прямую кнопку перехода к записи на приём. Обеспечивает первое визуальное знакомство пользователя с системой;

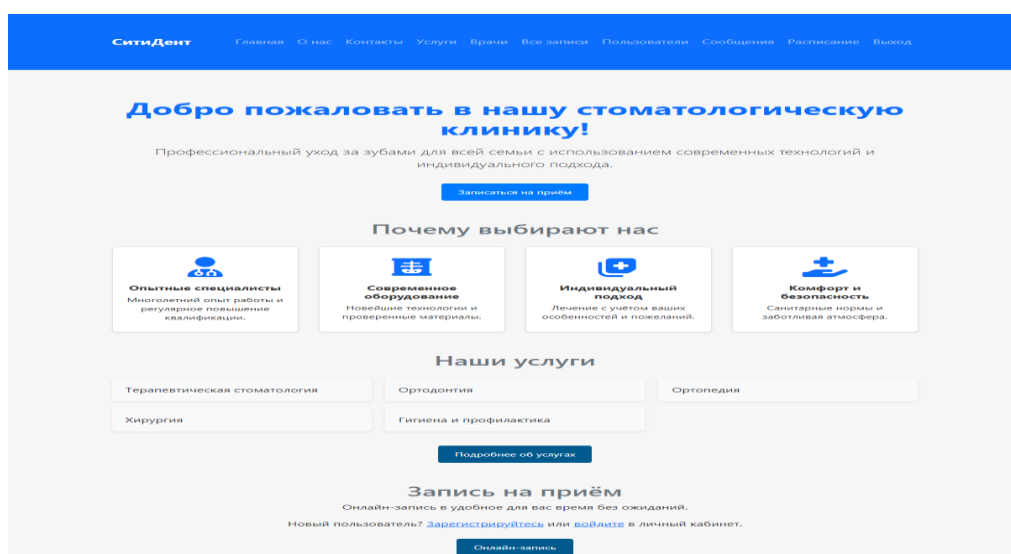


Рисунок 21 – Главная страница системы

– форма регистрации (рисунок 22) и авторизации (рисунок 23) — позволяет новым пользователям создать учётную запись, а зарегистрированным — войти в систему. Включает поля для ввода логина, пароля и email. Реализована проверка вводимых данных и защита от некорректного ввода;

Регистрация

Пожалуйста, заполните форму ниже, чтобы создать учётную запись. После регистрации вы сможете **записываться на приём** и **следить за своими визитами** в личном кабинете.

Имя пользователя (лат. буквы и цифры):

Электронная почта:

Пароль:

Повтор пароля:

☒ Согласие на обработку персональных данных

Зарегистрироваться

Уже зарегистрированы? [Войти](#)

Рисунок 22 – Форма регистрации

Вход в личный кабинет

Добро пожаловать! Пожалуйста, введите свои учетные данные, чтобы попасть в личный кабинет. Если вы впервые у нас, [зарегистрируйтесь](#).

Имя пользователя:

Пароль:

Войти

Нет аккаунта? [Зарегистрироваться](#)

Рисунок 23 – Форма авторизации

— страница онлайн-записи (рисунок 24) — предоставляет пользователю выбор врача, даты и времени приёма. Интерактивный календарь отображает только доступное время. Реализована проверка занятости и предотвращение дублирующих записей;

СитиДент Главная О нас Контакты Услуги Врачи Запись на приём Личный кабинет Выход

Запись на приём

Для записи на приём выберите врача, подходящую дату и одно из доступных временных окон. Если у вас уже есть личный кабинет, **убедитесь, что ваши данные (ФИО и телефон) верны.**

ФИО пациента:
Крылов Михаил Дмитриевич

Телефон:
89277755722

Выберите врача:
Лоцманов Алексей Владимирович (хирург-имплантолог-ортопед)

Выберите дату:
26.05.2025

[Показать свободное время](#)

Выбран врач: Лоцманов Алексей Владимирович (хирург-имплантолог-ортопед)

Дата приёма: **2025-05-26**. Ниже отображается список доступных и занятых временных слотов.

- 10:00 (Свободно)
- 11:00 (Свободно)
- 12:00 (Свободно)
- 13:00 (Свободно)
- 14:00 (Свободно)
- 15:00 (Занято)
- 16:00 (Свободно)
- 17:00 (Свободно)
- 18:00 (Свободно)
- 19:00 (Свободно)

Рисунок 24 – Страница записи на прием

— личный кабинет пациента (рисунок 25)— отображает активные и прошедшие записи, позволяет отменить визит, изменить контактные данные и сменить пароль;

СитиДент

ГлавнаяО насКонтактыУслугиВрачиЗапись на приёмЛичный кабинетВыход

Добро пожаловать, mih931!

Мои данные

Здесь вы можете изменить своё ФИО и контактный телефон, чтобы нам было проще связаться с вами.

ФИО:

Крылов Михаил Дмитриевич

Телефон:

89277755722

Сохранить

Предстоящие записи

В этом разделе отображаются все будущие визиты. Если вы не можете посетить врача, вы можете отменить запись.

Дата	Время	ФИО	Телефон	Врач	Специализация	Действия
2025-05-26	15:00:00	Крылов Михаил Дмитриевич	89277755722	Лоцманов Алексей Владимирович	хирург-имплантолог-ортопед	Отменить

Прошедшие записи

Здесь вы можете просмотреть историю своих визитов. При желании вы можете удалить информацию о прошедших приёмах.

Дата	Время	ФИО	Телефон	Врач	Специализация	Действия
2025-03-18	16:00:00	Крылов Михаил Дмитриевич	89277755722	Лоцманов Алексей Владимирович	хирург-имплантолог-ортопед	Удалить
2025-03-26	17:00:00	Крылов Михаил Дмитриевич	89277755722	Лоцманов Алексей Владимирович	хирург-имплантолог-ортопед	Удалить
2025-03-30	13:00:00	Крылов Михаил Дмитриевич	89277755722	Дегалевич Яна Игоревна	терапевт, эндодонтист	Удалить
2025-03-30	15:00:00	Крылов Михаил Дмитриевич	89277755722	Лоцманов Алексей Владимирович	хирург-имплантолог-ортопед	Удалить
2025-05-02	14:00:00	Крылов Михаил Дмитриевич	89277755722	Лоцманов Алексей Владимирович	хирург-имплантолог-ортопед	Удалить
2025-05-16	16:00:00	Крылов Михаил Дмитриевич	89277755722	Лоцманов Алексей Владимирович	хирург-имплантолог-ортопед	Удалить

Сменить пароль

Для безопасности вашей учётной записи рекомендуется периодически менять пароль.

Старый пароль:

Новый пароль:

Подтверждение нового пароля:

Изменить пароль

Рисунок 25 – Личный кабинет пациента

- кабинет администратора (рисунок 26) — предоставляет доступ к управлению расписанием приемов (предусмотрена сортировка по дате и статусу записей), к расписанию работы врачей (рисунок 27) и управлению пользователями (рисунок 28);

СитиДент
Главная О нас Контакты Услуги Врачи Все записи Пользователи Сообщения Расписание Выход

Все записи на приём

На этой странице отображаются все активные (предстоящие) и прошедшие записи на приём к врачам. Администратор может изменить данные (пациента, дату, время, врача) или удалить запись, если она была создана по ошибке или не актуальна.

Предстоящие записи

ID	User ID	ФИО	Телефон	Дата	Время	Врач	Специальность	Действия
21	4	Крылов Михаил Дмитриевич	89277755722	2025-05-26	15:00:00	Лоцманов Алексей Владимирович	хирург-имплантолог-ортопед	Редактировать Удалить

Прошедшие записи

ID	User ID	ФИО	Телефон	Дата	Время	Врач	Специальность	Действия
13	4	Крылов Михаил Дмитриевич	89277755722	2025-03-18	16:00:00	Лоцманов Алексей Владимирович	хирург-имплантолог-ортопед	Редактировать Удалить
14	4	Крылов Михаил Дмитриевич	89277755722	2025-03-26	17:00:00	Лоцманов Алексей Владимирович	хирург-имплантолог-ортопед	Редактировать Удалить
17	7	Иванов Иван Иванович	89277777777	2025-03-30	12:00:00	Дегалевич Яна Игоревна	терапевт, эндодонтист	Редактировать Удалить
18	7	Иванов Иван Иванович	89277777777	2025-03-30	12:00:00	Лоцманов Алексей Владимирович	хирург-имплантолог-ортопед	Редактировать Удалить
15	4	Крылов Михаил Дмитриевич	89277755722	2025-03-30	13:00:00	Дегалевич Яна Игоревна	терапевт, эндодонтист	Редактировать Удалить
16	4	Крылов Михаил Дмитриевич	89277755722	2025-03-30	15:00:00	Лоцманов Алексей Владимирович	хирург-имплантолог-ортопед	Редактировать Удалить
19	4	Крылов Михаил Дмитриевич	89277755722	2025-05-02	14:00:00	Лоцманов Алексей Владимирович	хирург-имплантолог-ортопед	Редактировать Удалить
20	4	Крылов Михаил Дмитриевич	89277755722	2025-05-16	16:00:00	Лоцманов Алексей Владимирович	хирург-имплантолог-ортопед	Редактировать Удалить

Рисунок 26 – Личный кабинет администратора

СитиДент
Главная
О нас
Контакты
Услуги
Врачи
Все записи
Пользователи
Сообщения
Расписание
Выход

Расписание работы врачей

Здесь вы можете добавить расписание для каждого врача, а также просмотреть и редактировать уже существующие записи. Чтобы просмотреть расписание конкретного врача, нажмите на его имя. Для удаления или изменения временных интервалов воспользуйтесь соответствующими кнопками.

Добавить расписание

Врач:

Аббаслы Роя Захидовна

Выберите дни недели:

☐ Пн
☐ Вт
☐ Ср
☐ Чт
☐ Пт
☐ Сб
☐ Вс

Начало работы:

--:--

Окончание работы:

--:--

Добавить запись

Существующее расписание

Ниже представлен список врачей и их рабочие дни. Нажмите на имя врача, чтобы развернуть/свернуть детальный график.

Аббаслы Роя Захидовна (Нажмите, чтобы развернуть/свернуть)
Белова Елена Васильевна (Нажмите, чтобы развернуть/свернуть)
Биктимирова Марьям Ибрагимовна (Нажмите, чтобы развернуть/свернуть)
Дегалевич Яна Игоревна (Нажмите, чтобы развернуть/свернуть)
Лоцманов Алексей Владимирович (Нажмите, чтобы развернуть/свернуть)

ID	День недели	Начало	Окончание	Действия
13	Пн	10:00:00	20:00:00	Редактировать Удалить
14	Вт	10:00:00	20:00:00	Редактировать Удалить
15	Ср	10:00:00	20:00:00	Редактировать Удалить
16	Чт	10:00:00	20:00:00	Редактировать Удалить
17	Пт	10:00:00	20:00:00	Редактировать Удалить
18	Сб	10:00:00	20:00:00	Редактировать Удалить
19	Вс	10:00:00	20:00:00	Редактировать Удалить

Марданшина Юлия Гаязовна (Нажмите, чтобы развернуть/свернуть)

Рисунок 27 – Страница расписания врачей

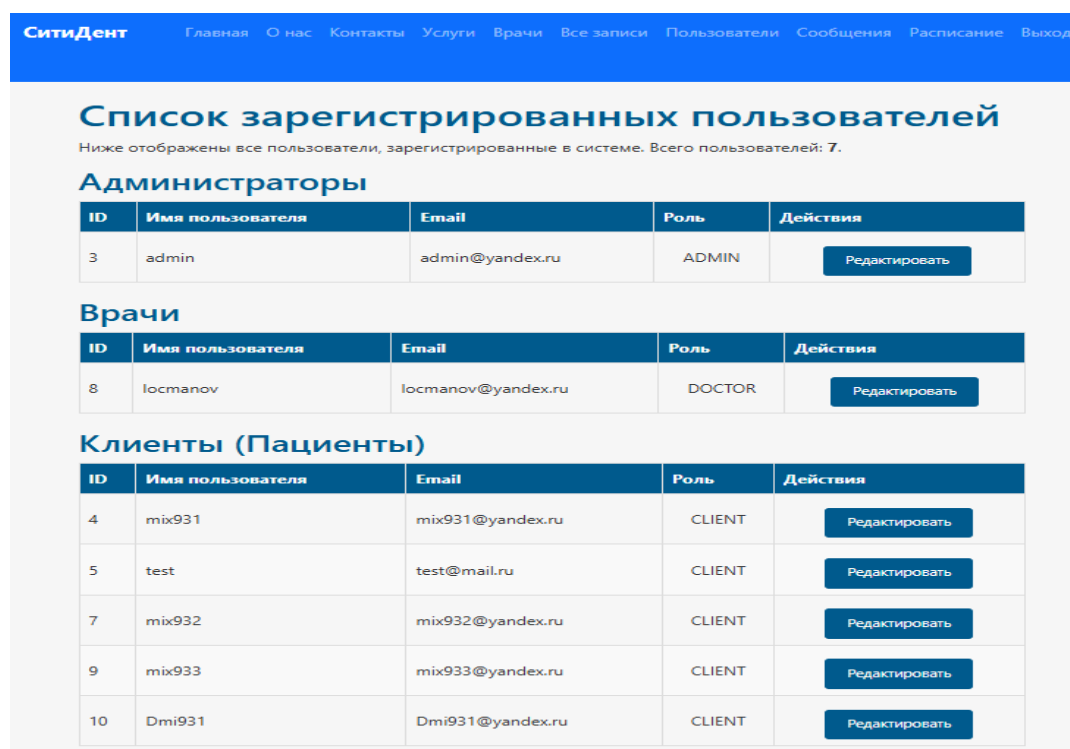


Рисунок 28 – Страница редактирования всех пользователей

- кабинет врача (рисунок 29) — отображает список назначенных приёмов и контактная информация пациентов;



Рисунок 29 – Личный кабинет врача

— информационные страницы — «О нас» (рисунок 30), «Контакты» (рисунок 31), «Услуги» (рисунок 32), «Врачи» (рисунок 33) — содержат справочную информацию о работе клиники, специалистах и направлениях лечения;

О нашей клинике

Профессионализм, забота и технологии — основа нашей работы. Мы создаём пространство, где пациенты чувствуют себя спокойно и уверенно.

Наша история

Наша стоматологическая клиника начала свою работу в 2020 году с небольшой команды энтузиастов, стремящихся внедрить передовые методы лечения и диагностики. Со временем мы расширили штат специалистов и спектр услуг, охватывая терапию, ортодонтию, ортопедию и хирургию.

Сегодня мы предлагаем пациентам просторные и уютные кабинеты, современное оборудование и заботливую атмосферу. Мы гордимся доверием, которое оказывают нам семьи, возвращаясь к нам снова и снова.

Наша команда

В нашей клинике работают опытные врачи, регулярно проходящие курсы повышения квалификации и участвующие в международных конференциях. Мы ценим индивидуальный подход, профессионализм и искреннюю заботу о пациентах.

**Терапевты**

Лечение кариеса, пульпита, восстановление зубов.

**Ортодонты**

Исправление прикуса, установка брекет-систем.

**Ортопеды**

Протезирование зубов, установка коронок и виниров.

**Хирурги**

Удаление зубов, имплантация и сложные операции.

**Гигиенисты**

Профчистка, отбеливание и профилактика заболеваний.

Наши ценности

Мы уверены, что стоматология должна быть доступной, понятной и честной. Наша цель — не только лечить, но и формировать доверие. Поэтому мы объясняем каждый шаг, работаем прозрачно и заботимся о психологическом комфорте пациентов.

Основные принципы нашей работы:

Профессионализм: обучение, опыт, командная работа.
Индивидуальный подход: мы слушаем, понимаем и подстраиваемся под вас.
Безопасность: стерильность, одноразовые материалы, контроль.
Технологичность: 3D-планирование, цифровая диагностика, лазерное лечение.

Наши планы

В ближайшем будущем мы планируем открыть детское отделение, а также внедрить технологии цифрового протезирования. Мы продолжаем развиваться, чтобы предлагать только лучшее — с заботой, комфортом и вниманием.

Рисунок 30 — Страница «О нас»

Контакты

Свяжитесь с нами удобным для вас способом. Мы всегда на связи!

 **Телефон**
+7 (927) 123-45-67

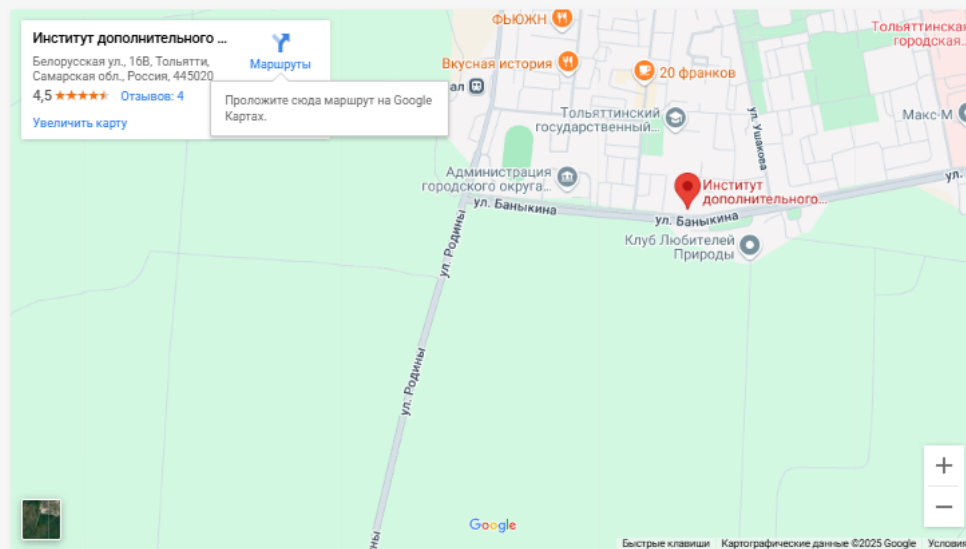
 **Email**
info@clinic.com

 **Адрес**
г. Тольятти, ул. Белорусская, д. 168

Время работы

 **Круглосуточно (24/7):** мы готовы принять вас в любое время дня и ночи.

Как нас найти



Дополнительная информация

Наша клиника предлагает полный спектр услуг: терапия, профилактика, ортодонтия, ортопедия и хирургия. Мы гарантируем индивидуальный подход, безопасность и комфорт.

Мы стремимся сделать лечение доступным и понятным каждому. Обращайтесь — и мы ответим на все ваши вопросы.

Оставьте сообщение

Если у вас есть вопросы или пожелания, заполните форму ниже — мы обязательно ответим.

Ваше имя

Ваш email

Сообщение

Отправить

Рисунок 31 – Страница «Контакты»

Наши услуги

В нашей клинике вы найдёте широкий спектр стоматологических услуг — от профилактического осмотра и лечения кариеса до сложных хирургических вмешательств и имплантации. Мы используем современные методы и материалы, чтобы обеспечить вам максимально комфортное и эффективное лечение.

Имплант под ключ

Полный комплекс услуг по установке импланта

Процедура: Обычно процедура включает первичную консультацию, детальный осмотр, составление плана лечения и сами лечебные манипуляции.

Время и стоимость: Точная продолжительность и цена зависят от индивидуальных особенностей пациента и сложности лечения. Более подробную информацию вы можете получить на консультации у врача.

Врачи, оказывающие данную услугу:

- **Белова Елена Васильевна** — стоматолог-ортодонт
- **Волков Егор Дмитриевич** — хирург-имплантолог-ортопед
- **Кузнецова Анастасия Викторовна** — терапевт, ортодонт
- **Медведев Александр Александрович** — стоматолог-хирург-имплантолог
- **Назаров Всеволод Олегович** — стоматолог-ортопед

[Записаться на приём](#)

Все-на-4 (All-on4)

Протезирование на 4 имплантах

Процедура: Обычно процедура включает первичную консультацию, детальный осмотр, составление плана лечения и сами лечебные манипуляции.

Время и стоимость: Точная продолжительность и цена зависят от индивидуальных особенностей пациента и сложности лечения. Более подробную информацию вы можете получить на консультации у врача.

Врачи, оказывающие данную услугу:

- **Бурганова Юлия Александровна** — детский стоматолог
- **Садретдинов Альберт Фирдусович** — хирург-имплантолог-ортопед
- **Назаров Всеволод Олегович** — стоматолог-ортопед

[Записаться на приём](#)

Все-на-6 (All-on6)

Протезирование на 6 имплантах

Процедура: Обычно процедура включает первичную консультацию, детальный осмотр, составление плана лечения и сами лечебные манипуляции.

Время и стоимость: Точная продолжительность и цена зависят от индивидуальных особенностей пациента и сложности лечения. Более подробную информацию вы можете получить на консультации у врача.

Врачи, оказывающие данную услугу:

- **Биктимирова Марьям Ибрагимовна** — детский стоматолог
- **Назаров Всеволод Олегович** — стоматолог-ортопед

[Записаться на приём](#)

Синус-лифтинг

Увеличение объема костной ткани для имплантации

Процедура: Обычно процедура включает первичную консультацию, детальный осмотр, составление плана лечения и сами

Наши врачи

Наша команда — это опытные специалисты, каждый из которых регулярно повышает квалификацию и использует современные методы лечения. Мы убеждены, что в основе качественного обслуживания лежит не только профессионализм, но и чуткое отношение к каждому пациенту.



**Белова Елена
Васильевна**

стоматолог-ортодонт

[Записаться на приём](#)



**Биктимирова
Марьям
Ибрагимовна**

детский стоматолог

[Записаться на приём](#)



**Бурганова Юлия
Александровна**

детский стоматолог

[Записаться на приём](#)



**Волков Егор
Дмитриевич**

хирург-имплантолог-ортопед

[Записаться на приём](#)



**Даниелян Григорий
Арменович**

челюстно-лицевой хирург

[Записаться на приём](#)



**Дегалевич Яна
Игоревна**

терапевт, эндодонтист

[Записаться на приём](#)



**Кузнецова
Анастасия
Викторовна**

терапевт, ортодонт

[Записаться на приём](#)



**Лоцманов Алексей
Владимирович**

хирург-имплантолог-ортопед

[Записаться на приём](#)



**Марданшина Юлия
Гаязовна**

стоматолог-гигиенист

[Записаться на приём](#)



**Медведев
Александр
Александрович**



**Павлов Александр
Владимирович**



**Садретдинов
Альберт
Фирдусович**

Рисунок 33 – Страница «Врачи»

Оценка интерфейса показала, что структура страниц логична, элементы управления расположены интуитивно, а навигация между разделами осуществляется без дополнительных действий. Реализованные формы и страницы соответствуют функциональным требованиям, обеспечивая пользователю простой и понятный способ взаимодействия с системой.

Выводы по главе.

В третьей главе проведена комплексная оценка эффективности разработанного программного обеспечения. В результате функционального тестирования подтверждена корректная работа всех ключевых функций: регистрация, авторизация, запись на приём, просмотр и удаление записей. Нагрузочное тестирование показало, что система выдерживает работу при высокой пользовательской активности без потери производительности и с минимальным числом ошибок. Регрессионное тестирование подтвердило стабильность после внесения изменений в код.

Также проведена оценка интерфейса: протестированы все страницы и формы, включая кабинеты пациента, администратора и врача, а также информационные разделы. Интерфейс оказался интуитивно понятным, навигация — логичной, а функциональность — соответствующей заявленным требованиям.

Полученные результаты подтверждают, что система надёжна, удобна в использовании и готова к внедрению в условиях реальной стоматологической клиники.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был успешно реализован проект по разработке веб-системы онлайн-записи в стоматологическую клинику «СитиДент». Данная система направлена на решение актуальных проблем, связанных с перегрузкой регистратуры, ошибками в расписании и необходимостью повышения удовлетворённости пациентов.

В процессе работы были выполнены все поставленные задачи:

- проведён анализ существующих решений и обоснована необходимость создания собственного продукта;
- сформулированы функциональные и нефункциональные требования с учётом специфики клиники;
- спроектирована архитектура системы, включающая базу данных, бизнес-логику и пользовательский интерфейс;
- разработана и протестирована веб-приложение, обеспечивающая удобную запись на приём, управление расписанием и уведомления пользователей.

Разработанное веб-приложение является адаптивным и удобным в использовании, удовлетворяет потребности пациентов, администраторов и врачей, обеспечивает надёжное хранение и обработку данных. Реализованные функции регистрации, авторизации, поиска свободного времени и уведомлений способствуют повышению качества обслуживания и снижению нагрузки на регистратуру.

Практическая значимость работы заключается в возможности внедрения разработанной системы в реальных условиях стоматологической клиники. Архитектура и исходный код проекта предусматривают дальнейшее масштабирование и развитие функционала, включая интеграцию с внешними API и календарями, что открывает перспективы для расширения и адаптации системы под различные требования.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Афанасьев А. В. Современный Python. Практика программирования / А. В. Афанасьев. — СПб. : Питер, 2022. — 368 с.
2. Беляев С. А. Веб-программирование на Flask / С. А. Беляев. — М. : Наука, 2021. — 304 с.
3. Богачев И. В. Практика работы с PostgreSQL / И. В. Богачев. — СПб. : БХВ-Петербург, 2020. — 288 с.
4. Гордон А. С. HTML и CSS: разработка и дизайн веб-сайтов / А. С. Гордон. — М. : Диалектика, 2019. — 360 с.
5. Кузнецов Д. А. Безопасность веб-приложений / Д. А. Кузнецов. — М. : Бином, 2022. — 272 с.
6. Никулин А. П. Проектирование клиент-серверных приложений / А. П. Никулин. — М. : Юрайт, 2021. — 400 с.
7. Пономарёв А. Ю. Тестирование и отладка Python-приложений / А. Ю. Пономарёв. — СПб. : Питер, 2021. — 320 с.
8. Соловьёв В. Г. Разработка информационных систем / В. Г. Соловьёв. — М. : Академия, 2020. — 432 с.
9. Федеральный закон РФ от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных» (с изм. и доп. по состоянию на 29.12.2024).
10. Григорьев С. В. Flask: создание веб-приложений на Python / С. В. Григорьев. — М.: ДМК Пресс, 2021. — 320 с.
11. Beighley L., Morrison M. Head First HTML and CSS / L. Beighley, M. Morrison. — Sebastopol : O'Reilly Media, 2012. — 768 p.
12. Ceder R. The Python Workshop / R. Ceder. — Birmingham : Packt Publishing, 2020. — 608 p.
13. Downey A. Python for Software Design: How to Think Like a Computer Scientist / A. Downey. — Sebastopol: O'Reilly Media, 2021. — 400 p.
14. Freeman E. Head First Design Patterns / E. Freeman, E. Robson. — Sebastopol : O'Reilly Media, 2020. — 694 p.

15. Grinberg M. Flask Web Development: Developing Web Applications with Python / M. Grinberg. — Sebastopol : O'Reilly Media, 2018. — 258 p.
16. Krol E. The Whole Internet User's Guide and Catalog / E. Krol. — Sebastopol : O'Reilly Media, 2021. — 480 p.
17. Lutz M. Learning Python / M. Lutz. — 5th ed. — Sebastopol : O'Reilly Media, 2013. — 1648 p.
18. Matthes E. Python Crash Course / E. Matthes. — 3rd ed. — San Francisco : No Starch Press, 2023. — 544 p.
19. PostgreSQL Global Development Group. PostgreSQL Documentation [Electronic resource]. URL: <https://www.postgresql.org/docs/> (accessed: 20.05.2025).
20. Williams B. Responsive Web Design with HTML5 and CSS / B. Williams. — 3rd ed. — Birmingham : Packt Publishing, 2021. — 630 p.