**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение   
высшего образования

**«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Факультет *ИСТ* Кафедра *ИВК*

К ЗАЩИТЕ ДОПУСТИТЬ

Зав. кафедрой

/ С.К. Киселев /

подпись инициалы, фамилия

« » 20 24 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

Тема *Интеллектуальный помощник для работы с электронной библиотекой*

Обучающийся \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ *Х.А. Нгуен*

подпись инициалы, фамилия

Обозначение работы *ВКР-УлГТУ-09.03.02-17/1175-2024* Группа *ЦИСТбв-51*

Направление подготовки *09.03.02 «Информационные системы и технологии»*

код, наименование

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Руководитель ВКР / *В.М. Кандаулов* /

подпись, дата инициалы, фамилия

Консультанты:

*экономический раздел* / *М.В. Рыбкина* /

наименование раздела подпись, дата инициалы, фамилия

Ульяновск, 2024

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение   
высшего профессионального образования

**«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Факультет  *ИСТ*  Кафедра  *ИВК* .

Направление подготовки *Информационные системы и технологии* .

|  |  |
| --- | --- |
|  | УТВЕРЖДАЮ |
|  | Зав. кафедрой |
|  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ / |
|  | подпись инициалы, фамилия |
|  | «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2024 г. |

ЗАДАНИЕ

**на выпускную квалификационную работу**

обучающемуся  *Нгуену Хыу Ану* курса  *5*  группы  *ЦИСТбв-51*

фамилия, имя, отчество

1. Тема работы *Интеллектуальный помощник для работы с электронной библиотекой*утверждена приказом по университету №\_\_\_\_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2024 г.
2. Срок сдачи обучающимся законченной ВКР «*22*» *июня* 2024 г.
3. Исходные данные к работе *разработать систему* *персональной электронной библиотеки работающей в локальной сети*
4. Содержание пояснительной записки *задание на создание системы; информационное, алгоритмическое, программное обеспечение системы; тестирование системы*
5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей) *схема алгоритма обмена информацией между серверной частью и API ИИ, схема алгоритма добавления электронной книги в электронную библиотеку.*
6. Календарный график работы над ВКР на весь период (с указанием сроков выполнения и содержания отдельных этапов)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № этапа | Содержание этапа | Срок выполнения |
| 1 |  |  |
| 2 |  |  |
| 3 |  |  |
| 4 |  |  |
|  |  |  |

1. Консультанты

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Раздел | Ф.И.О. консультанта | Подпись, дата | |
| Задание выдал | Задание принял |
| *Экономический* |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

1. Дата выдачи задания «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2024 г.

Руководитель\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ *В.М. Кандаулов* /

должность, учёная степень, ученое звание подпись инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ / *Х.А. Нгуен* /

подпись обучающегосяинициалы, фамилия

Содержание

[CПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, СОКРАЩЕНИЙ И ТЕРМИНОВ 7](#_Toc166838590)

[ВВЕДЕНИЕ 8](#_Toc166838591)

[1 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ 10](#_Toc166838592)

[1.1 Назначение и цели создания системы 10](#_Toc166838593)

[1.2 Характеристика объекта автоматизации 10](#_Toc166838594)

[1.2.1 Общее описание 10](#_Toc166838595)

[1.2.2 Состав и порядок функционирования 10](#_Toc166838596)

[1.3 Общие требования к системе 11](#_Toc166838597)

[1.3.1 Требования к структуре и функционированию системы 11](#_Toc166838598)

[1.3.2 Дополнительные требования 12](#_Toc166838599)

[1.4 Требования к функциям, выполняемым системой 12](#_Toc166838600)

[1.5 Требования к видам обеспечения 12](#_Toc166838601)

[1.5.1 Требования к информационному обеспечению 12](#_Toc166838602)

[1.5.2 Требования к алгоритмическому обеспечению 12](#_Toc166838603)

[1.5.3 Требования к программному обеспечению 13](#_Toc166838604)

[1.6 Анализ аналогичных разработок 14](#_Toc166838605)

[1.6.1 Calibre 14](#_Toc166838606)

[1.6.2 Kavita 15](#_Toc166838607)

[1.6.3 Koodo 16](#_Toc166838608)

[2 Информационное обеспечение системы 17](#_Toc166838609)

[2.1 Выбор средств управления данными 17](#_Toc166838610)

[2.2 Проектирование базы данных 17](#_Toc166838611)

[2.2.1 Концептуальная схема базы данных 17](#_Toc166838612)

[2.2.2 Внутренняя схема базы данных 17](#_Toc166838613)

[2.3 Проектирование файлов данных 17](#_Toc166838614)

[2.4 Организация сбора, передачи, обработки и выдачи информации 18](#_Toc166838615)

[3 Программное обеспечение системы 19](#_Toc166838616)

[3.1 Структура программного обеспечения и функции его компонентов 19](#_Toc166838617)

[?3.1.1 Серверная часть (backend) 19](#_Toc166838618)

[?3.1.2 Клиентская часть (frontend) 24](#_Toc166838619)

[3.2 Выбор компонентов программного обеспечения 32](#_Toc166838620)

[3.2.1 Операционная система 32](#_Toc166838621)

[3.2.2 Инструментальное средство разработки и язык программирования 32](#_Toc166838622)

[3.2.3 Вспомогательное программное обеспечение 32](#_Toc166838623)

[3.3 Разработка прикладного программного обеспечения 32](#_Toc166838624)

[3.3.1 Структура прикладного программного обеспечения 33](#_Toc166838625)

[3.3 Инсталляция и настройка 34](#_Toc166838626)

[4 ТЕСТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ 36](#_Toc166838627)

[4.1 Условия и порядок тестирования 36](#_Toc166838628)

[4.2 Исходные данные для контрольных примеров 36](#_Toc166838629)

[4.3 Результаты тестирования 36](#_Toc166838630)

[6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ 37](#_Toc166838631)

[6.1 Расчет показателя трудоёмкости для программного продукта 37](#_Toc166838632)

[6.2 Расчет затрат на материальные ресурсы 38](#_Toc166838633)

[6.3 Расчёт затрат на разработку системы 39](#_Toc166838634)

[6.4 Расчёт затрат на оплату труда 39](#_Toc166838635)

[6.5 Расчет отчислений на социальные нужды 40](#_Toc166838636)

[6.5 Себестоимость проекта 40](#_Toc166838637)

[6.6 Расчёт плановой прибыли 40](#_Toc166838638)

[6.7 Определение экономической эффективности проекта 41](#_Toc166838639)

[6.8 Выводы по технико-экономическому анализу и обоснованию проекта разработки 41](#_Toc166838640)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 42](#_Toc166838641)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 43](#_Toc166838642)

[ПРИЛОЖЕНИЕ А 44](#_Toc166838643)

# CПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, СОКРАЩЕНИЙ И ТЕРМИНОВ

СУБД – система управления базами данных.

ПО – программное обеспечение.

Фреймворк (Software Framework) – программная платформа, определяющая структуры программного обеспечения.

API – интерфейс программирования приложения (Application Programming Interface).

.NET Core – модульная платформа для разработки программного обеспечения с открытым исходным кодом.

С# – объектно-ориентированный язык программирования общего назначения, разработанный компанией Microsoft.

UML – аббревиатура от Unified Modeling Language, язык графический описания для объектного моделирования в области разработки программного обеспечения, моделирования бизнес процессов, системного проектирования и отображения организационных структур.

# ВВЕДЕНИЕ

В современном мире набирает всю большую популярность искусственный интеллект. Его практически можно встретить во многих отраслях деятельности, таких как финансы, промышленность, торговле, образование, системы безопасности, робототехника и т.п. В быту можно встретить в обработке фотоизображений, распознаваний образов на фото, улучшение и восстановление качества фотоизображений, и транскрипция или перевод с одного естественного языка на другой. Всё благодаря развитию мощностей компьютерной техники, увеличение количества транзисторов на кристаллах интегральных схем, а также появлении искусственных нейронных сетей и генеративных ИИ. Также популярности ИИ способствовало появление чат-бота на базе больших языковых моделей LLM ChatGPT от компании OpenAI.

На данном этапе развития ИИ может использоваться в качестве инструмента автоматизации некоторых процессов. В некоторых сферах деятельности она может полностью заменить человека, в основном это сфера предоставления услуг конечным потребителям, такие как кассиры, банковские служащие, официанты и т.п. Также ИИ может использоваться в качестве автопилота транспортных средств, и самый известный пример — это электромобили от американской компаний Tesla. В военном деле ИИ используется для управления дронами, роботами-сапёрами и автономными комплексами вооружения.

В сфере разработки программного обеспечения искусственный интеллект, в основном на базе нейронных сетей, помогают в написании кода и быстрого поиска нужной информации. Такие ИИ-ассистенты не могут полностью заменить программиста человека, так как код всё также нужно анализировать на корректность работы логики в предметной области и на ошибки, особенно связанные с кибербезопасностью. В основном публичные ИИ-инструменты, такие как GitHub Copilot, обучающиеся на коде опубликованные в открытом доступе, у которых в большинстве случаев не было проведено ревью кода (code review), может генерировать устаревший код, так как код используемых библиотек может измениться со временем и/или генерировать код с неявными уязвимостями, связанные с безопасностью.

Из основных недостатков искусственного интеллекта являются

* Безопасность и конфиденциальность данных: использование ИИ может создать уязвимости в системах безопасности и привести к утечкам конфиденциальной информации.
* Потеря рабочих мест: автоматизация процессов с использованием ИИ может привести к сокращению рабочих мест, особенно в тех сферах, где задачи могут быть легко автоматизированы.
* Предвзятость и дискриминация: ИИ может унаследовать предвзятость из данных, на которых он обучается, что может привести к несправедливым или дискриминационным решениям.
* Ответственность и прозрачность: в некоторых случаях сложно объяснить, почему ИИ принял определенное решение, что затрудняет определение ответственности в случае ошибок или несправедливых действий.
* Этические вопросы: использование ИИ вызывает много этических вопросов, включая проблемы конфиденциальности, принципа справедливости и вопросы о том, кто несет ответственность за действия ИИ.
* Угроза безопасности: развитие ИИ также может создать новые угрозы для безопасности, такие как создание автономных систем, способных принимать вредные решения.

Цель данной дипломной работы является получение навыков разработки прикладного обеспечения, навыков работы с современными инструментами разработки, интеграции искусственного интеллекта в информационную систему.

# 1 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ

## 1.1 Назначение и цели создания системы

Назначением системы:

Система предназначена для хранения электронных книг, в основном технической литературы, а также других документов в едином хранилище с возможностью их просмотра, редактирования описания книг, отслеживания активности пользователя при работе с документами.

Местом внедрения является внутренняя локальная сеть пользователя.

Цель создания системы:

* уменьшение времени доступа к работе с электронными книгами и документами;
* снижение нагрузки на дисковые системы устройств пользователя.

## 1.2 Характеристика объекта автоматизации

Объектом автоматизации является неавтоматизированное рабочее место читателя в локальной сети.

### 1.2.1 Общее описание

Объектом автоматизации нынешней системы является процесс работы с файлами книг и документов. Доступ к файлам можно получить только внутри локальной сети на сетевом хранилище по протоколу SMB, организованный с помощью программного обеспечения роутера.

### 1.2.2 Состав и порядок функционирования

Функционирование системы включает в себя набор, следующий процессов:

* реализация общего доступа к хранилищу с книгами;
* отслеживание прогресса чтения для каждой книги;
* ведения словаря слов и фраз.

Алгоритм работы с файлами электронных книг следующий:

* открываем сетевой общий диск через любой файловый менеджер поддерживающий протокол обмена данными SMB;
* находим определенный файл книги;
* читаем его, находя неизвестные слова записываем их и по необходимости переводим, если пользователю это потребуется, через любые сторонние сервисы через веб-браузер.

## 1.3 Общие требования к системе

### 1.3.1 Требования к структуре и функционированию системы

Система должна представлять собой программный комплекс, в состав которого должны входить следующие подсистемы:

* подсистема сервера;
* подсистема клиента.

Подсистема серверной части должна состоять из следующих компонентов:

учёт списка

Пользовательский интерфейс подсистемы клиентской части программного обеспечения должен состоять из:

* страница подключения к серверу;
* страница списка документов;
* страница просмотра документа.

Требования к режимам функционирования системы предполагают:

* обеспечения корректного подключения к серверу;
* обеспечение корректной работы на нескольких устройствах;
* обеспечение корректной работы отслеживания активности пользователя;
* обеспечение сохранения файлов документов.

Перспективы развития системы предполагают:

* возможность веб-поиска по выбранному тексту;
* возможность вывода обобщения по выбранному тексту или всего документа;
* возможность преобразование книги в другой файловый формат;
* возможность нахождения данных о книге в сети Интернет;
* возможность отображения советов и рекомендации;
* улучшения удобства чтения.

### 1.3.2 Дополнительные требования

Техническое обслуживание и администрирование программного обеспечения должно выполняться специалистами, имеющими соответствующую квалификацию и навыки выполнения работ.

Система является свободно распространяемой и не требует лицензии.

## 1.4 Требования к функциям, выполняемым системой

В системе должны быть реализованы следующие функции:

* функция предоставления списка документов;
* функция просмотра документа;
* функция перевода текста.

Первоочередность реализации функций указана по порядку.

## 1.5 Требования к видам обеспечения

### 1.5.1 Требования к информационному обеспечению

В системе должны быть предусмотрены следующие требования:

* наличие системы управления базами данных PostgreSQL;
* реализация средств контроля вводимых данных;
* требования к архивации и шифровании отсутствуют.

### 1.5.2 Требования к алгоритмическому обеспечению

Необходимо реализовать алгоритм обмена информацией между серверной частью и API искусственного интеллекта.

Необходимо реализовать алгоритм добавление электронной книги в электронную библиотеку.

### 1.5.3 Требования к программному обеспечению

Требования к организации интерфейса:

* пользовательский интерфейс должен быть удобен, интуитивно понятен и прост в использовании;
* на главной странице расположить список недавно открытых электронных книг, кнопка добавления новых книг из системы пользователя, сортировка книг по разным критериям, поиск по разным критериям;
* на странице аутентификации пользователя расположить ввод пользователя и пароля в виде ПИН-кода, кнопка входа в систему, кнопка регистрации нового пользователя;
* на странице просмотра книги должно быть кнопки навигации по разным страницам, управляющие элементы изменения масштаба, возможность выделять текст, копирование в буфер обмена выделенного текста, также возможность нахождения перевода выделенного текста, нахождение определения выделенного текста;
* страница редактирования метаданных книги таких как название, теги, описание.

Требования к написанию программного кода:

* язык программирования C#, JavaScript/TypeScript;
* веб-фреймворк ASP.NET, Angular;
* язык разметки HTML;
* текстовый редактор Visual Studio Code;
* интеграционная среда программирования JetBrains Rider.

Требования к пользователю системы:

* операционная система Windows NT не ниже 10 версии или дистрибутив Linux с любой графической оболочкой.

## 1.6 Анализ аналогичных разработок

Существует некоторое количество систем, выполняющих схожие разрабатываемой задачи. Их основной функционал направлен на предоставление электронной библиотеки и возможности их чтения.

### 1.6.1 Calibre

Calibre – кроссплатформенное, свободное и отрытое программное обеспечение для чтения и хранения электронных книг в электронной библиотеке для настольных систем на базе Windows, MacOS и Linux, разработанное в 2006 году. В данный момент продолжает поддерживаться. Распространяется под лицензией GNU GPL версии 3. Последняя версия программы – 7.9.0 (19 апреля 2024). Обладает довольно большим функционалом: можно конвертировать книги в разные форматы, собирать статьи с новостных сайтов и создавать из них электронную книгу, может искать электронные книги на разных сайтах магазинах и т.п. Большая часть кода программы написана на языке программирования Python и с помощью фреймворка QT. Визуальное представление программы Calibre представлена на рисунке 1.

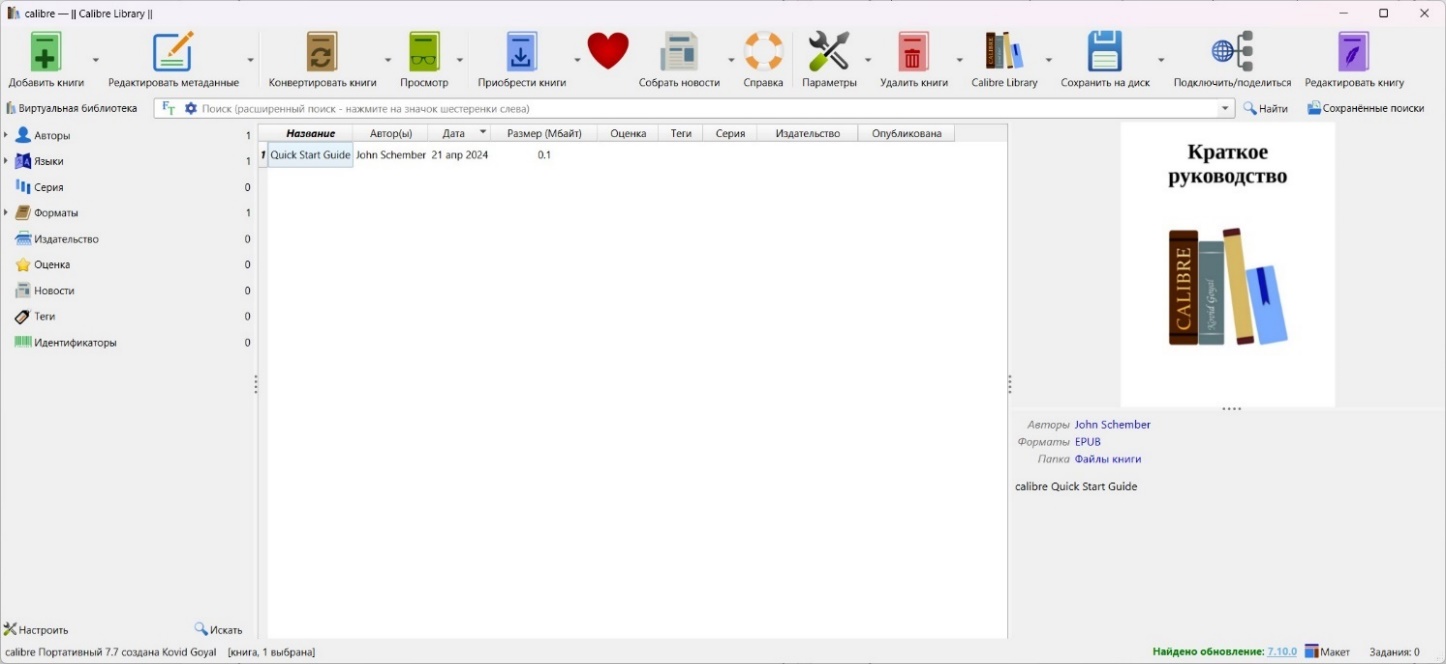


Рисунок 1 – Окно программы Calibre

### 1.6.2 Kavita

Kavita – открытое программное обеспечение для чтения и хранения книг в электронной библиотеке, созданное в 2020 году. Сделана в виде web-приложения. Написана на языках программирования C# и Typescript с помощью фреймворком ASP.NET и Angular. На данный момент ещё находится в разработке. Последняя версия – 0.8.1 (23 апреля 2024). Исходный код программы распространяется под лицензией GNU GPL версии 3. Визуальное представление программы Kavita изображена на рисунке 2.

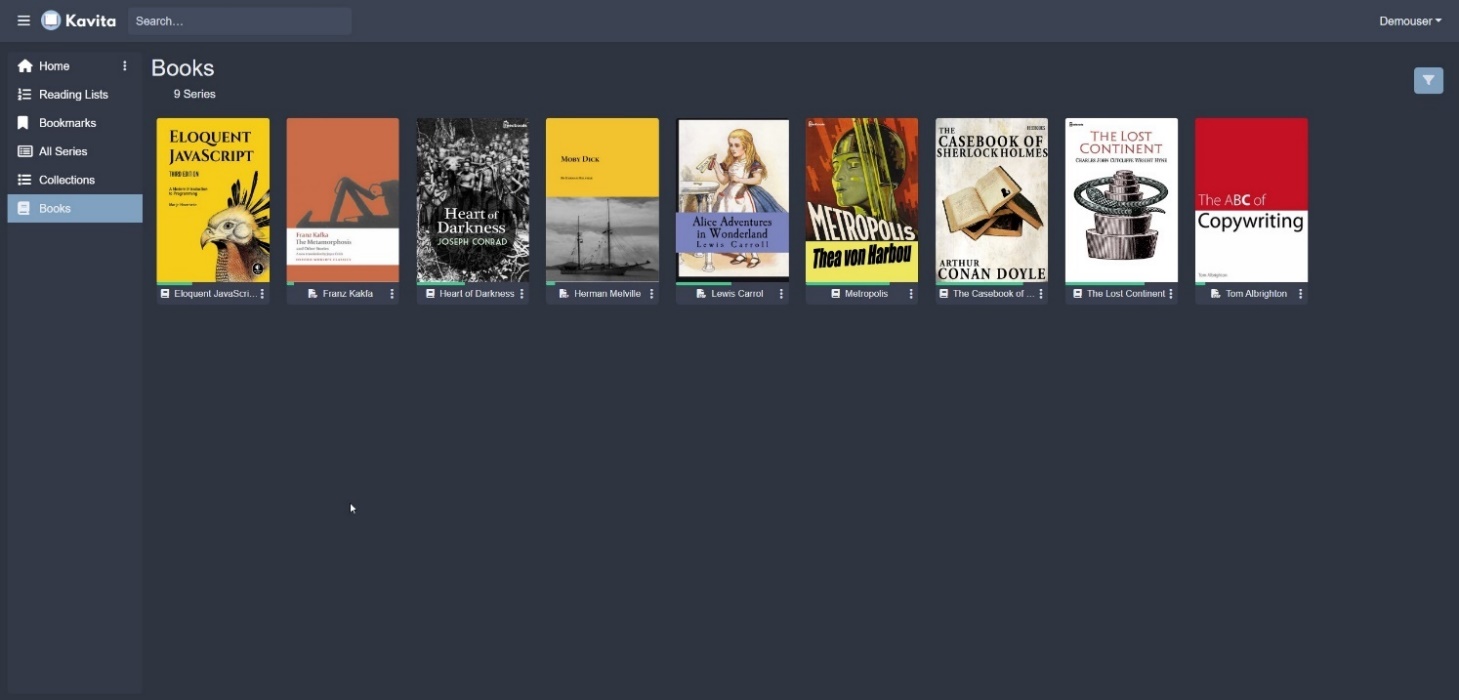


Рисунок 2 – Веб-страница программы Kavita

### 1.6.3 Koodo

Koodo – свободное программное обеспечение для чтения и хранения книг, разработанная в 2020 году. Написана на языке программирования JavaScript с использованием фреймворка React. Распространяется в виде настольного приложения на базе Electron и может работать как веб-приложение. Исходный код распространяется под лицензией AGPL версии 3. Последняя версия – 1.6.6 (6 апреля 2024). Визуальное представление программы Koodo изображена на рисунке 3.

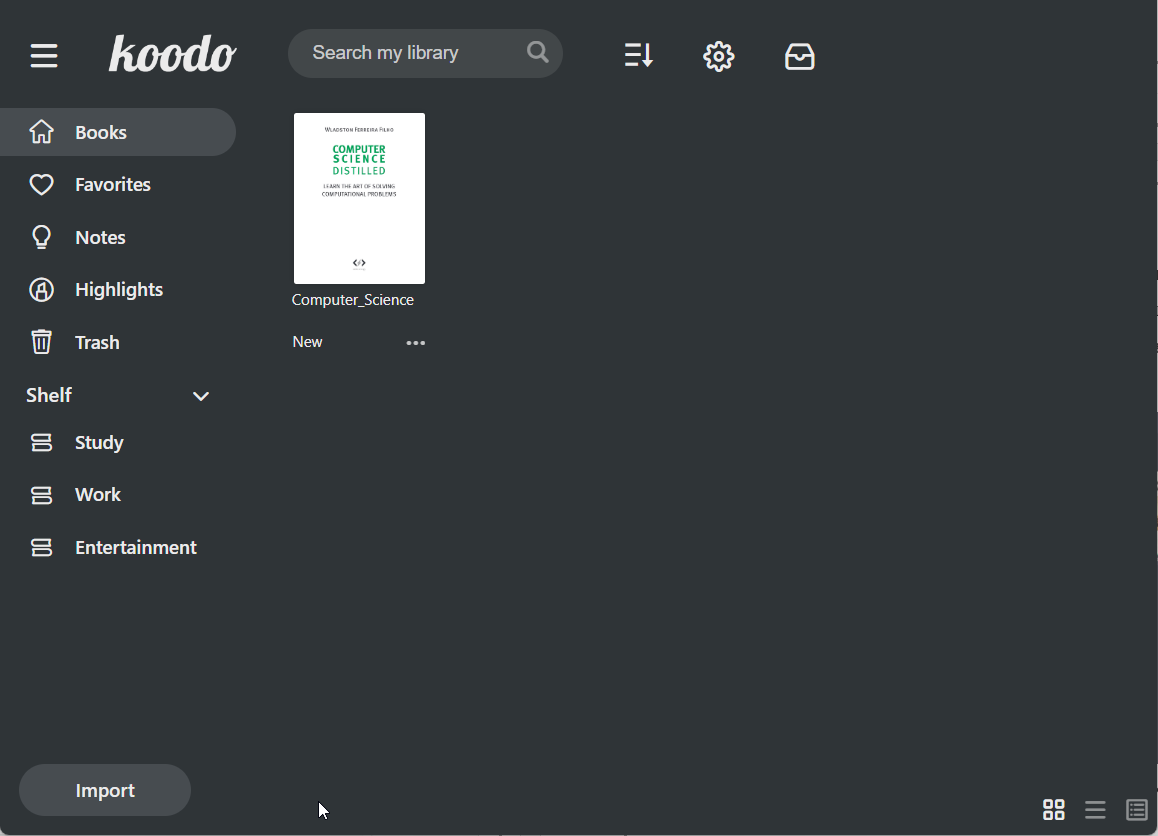


Рисунок 3 – Страница программы Kodoo

Сравнительный анализ аналогичных программных систем с разрабатываемым продуктом приведена в таблице 1.

Таблица №1 - Сравнительный анализ аналогичных программных продуктов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Название программного продукта** | **Calibre** | **Kavita** | **Koodo** | **Разработанный программный продукт** |
| Многопользовательская система | - | + | - | + |
| Интуитивно понятный интерфейс | + | + | + | + |
| Веб-интерфейс | - | + | + | + |
| Настольное приложение | + | - | + | +  (в виде PWA) |
| Трекинг проведенного времени | - | - | - | + |
| Лицензия исходного кода программы | GPL 3.0 | GPL 3.0 | AGPL 3.0 | MIT |

# 2 Информационное обеспечение системы

## 2.1 Выбор средств управления данными

На данный момент существуют множество систем управлений баз данных (СУБД). Одними из популярных СУБД на 2023 год считаются исходя опроса 76634 всех участников на сайте StackOverflow:

* PostgreSQL (45,55%).
* MySQL (41,09%).
* SQLite (30,9%).
* MongoDB (25,52%).
* Microsoft SQL Server (25,45%).

Проценты обозначают количество людей желающих пользоваться данными СУБД и тех людей, которые пользовались ими в течении последнего года.

Множество из этих решений являются реляционными СУБД и поддерживают язык запросов SQL для изменения и извлечения данных. Существуют также и NoSQL системы, такие как MongoDB, в котором данные хранятся в виде документов формата BSON (бинарный JSON). Набор полей в документах не имеют четкой структуры и одно и тоже поле может иметь значения разных типов. Он хорошо подходит для хранения плохо структурированной информации, а также для быстрого прототипирования программных систем. Запросы осуществляются через драйвер, которая по сути является библиотекой. Эта СУБД официально поддерживает все основные популярные языки программирования, а также существуют драйверы, написанные и поддерживаемые сообществом открытого программного обеспечения. Имеет лицензию Server Side Public License, которая базируется на .

В данной работе используется реляционная СУБД PostgreSQL, так как он является наиболее популярным среди профессиональных разработчиков, а значит существуют множество уже решенных проблем, обладает довольно хорошей документацией и относительно производителен.

Также есть вариант использования файловой СУБД SQLite, но так как в системе может работать несколько пользователей одновременно, этот вариант не является оптимальным в данной задаче. Из плюсов установка самой СУБД не требуется, так как он обычно поставляется вместе программным продуктом в виде сторонней библиотеки. В основном она используется в системах на стороне клиента.

## 2.2 Проектирование базы данных

-

### 2.2.1 Концептуальная схема базы данных

-

### 2.2.2 Внутренняя схема базы данных

-

### 2.3 Проектирование файлов данных

-

### 2.4 Организация сбора, передачи, обработки и выдачи информации

-

# 3 Программное обеспечение системы

## 3.1 Структура программного обеспечения и функции его компонентов

### ?3.1.1 Серверная часть (backend)

Для написания сервисов BookApi, FileStorage и Gateway был использован язык программирования C# и фреймворк ASP.NET Core. Для работы сервисов gRPC нужно установить пакет gRPC.AspNetCore. Для работы клиента gRPC нужно ещё установить три пакета – Google.Protobuf, Grpc.Net.Client, Grpc.Tools. Также службы BookApi и FileStorage используют ещё дополнительную библиотеку ORM Entity Framework и SQLite для хранения данных о электронных книгах и их авторах. Проекты с заготовленным шаблоном проекта генерировались посредством консольной утилиты *dotnet* поставляемый с *.NET SDK*. Структура проекта с сервисами представлена на рисунке 3.

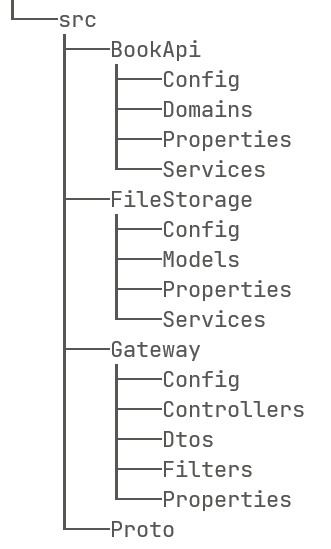


Рисунок 3 – Структура проекта

В директории «src/Proto» хранятся файлы protobuf файлы.

Далее представлены файлы каждого проекта в формате XML, которая показывает версию .NET, список зависимостей и пакетов.

Все gRPC сервисы в BookApi определяются файлами с расширением «.proto». Эти файлы затем генерируются в код на C# с помощью пакета Grpc.Tools при сборке проекта.

Служба Gateway является шлюзом между BookApi и WebClient. Она предоставляет HTTP API для WebClient и при получении запроса от клиента передаёт их BookApi, используя классы BookServiceClient и AuthorServiceClient. Эти классы также автоматически генерируются пакетом Grpc.Tools. Список конечных точек (endpoint) HTTP API приложения Gateway:

* GET /books – список записей книг;
* POST /books – создание записи книги;
* PUT /books – обновление записи книги;
* DELETE /books/{id:Guid} – удаление записи книги;
* POST /books/upload/{id:Guid} – загрузка файла книги;
* POST /books/download/{id:Guid} – скачивание файла книги;
* GET /authors – список записей авторов книг;
* POST /authors – добавление нового автора;
* PUT /authors – обновление параметров существующего автора;
* DELETE /authors/{id:Guid} – удаление автора;
* GET / – переадресует по URL клиентского приложения.

На рисунке 4 API представлено в виде UML диаграммы.

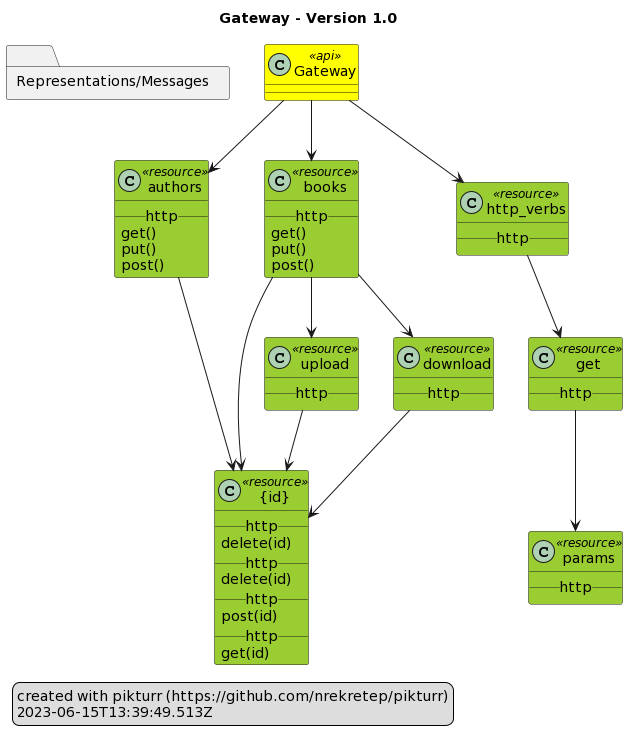


Рисунок 4 – Диаграмма Gateway API

За API отвечают классы-контроллеры BookController и AuthorController.

При переходе на страницу «/», Gateway перенаправляет на страницу веб-интерфейса. Путь до веб-интерфейса, также задаётся через файл конфигурации.

Пути URL к другим сервисам находятся в файле «appsettings.json» в корневых директориях каждого проекта. Его можно в случае необходимости перезаписать через командную строку, либо через переменные окружения.

Диаграмма классов в проекте BookApi представлена на рисунке 5.

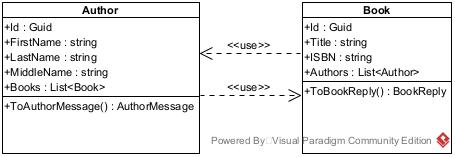


Рисунок 5 – Диаграмма классов BookApi

Классы AuthorMessage и BookReply сгенерированы пакетом Grpc.Tools и используются для передачи сообщений между сервисами.

Сервис BookApi общается со службой FileStorage для хранения файлов книг. Если поступает запрос к BookApi на скачивание или загрузку файла книги, то он обращается к нему.

Загружаемый или скачиваемый файл книги разбивается на коллекцию блоков данных (chunk) и передаётся в виде потока через gRPC. Сервис FileStorage сохраняет файлы на диск по пути, заданный файлом конфигурации. После загрузки файла FileStorage передаёт обратно сообщение со сгенерированным уникальным идентификатором UUID и потом создаёт объект класса FileEntry. Этот объект затем сохраняется в базу данных.

При удалении записи книги в BookApi, удаляется ещё и запись, вместе с файлом, если существует ещё на диске, в сервисе FileStorage. И вызывается методом DeleteEntry из BookApi.

Просмотреть список конечных точек HTTP можно на странице, сгенерированные при запуске проекта Gateway по HTTP-адресу <https://localhost:8443/swagger> (рисунок 6).

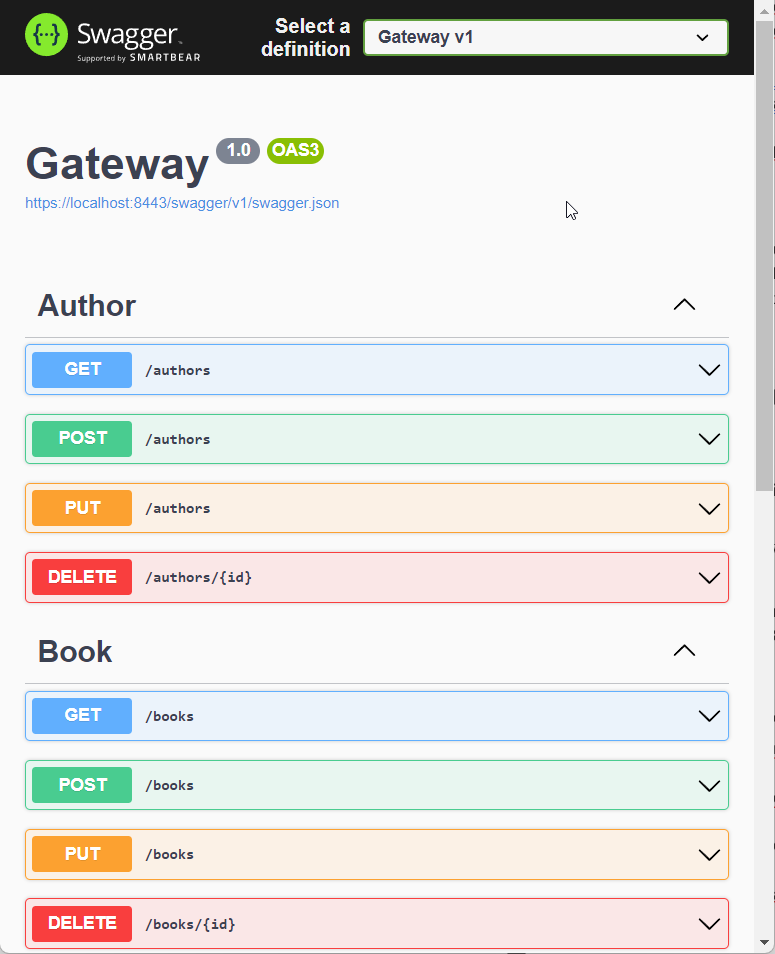


Рисунок 6 – Список конечных точек HTTP

Для сервисов определены следующие номера портов в файле конфигурации каждого проекта «appsettings.json»:

* 8443 для Gateway;
* 12433 для BookApi;
* 11433 для FileStorage.

### ?3.1.2 Клиентская часть (frontend)

Для написания веб-приложения WebClient используется язык программирования TypeScript и фреймворк Angular версии 16. Также в зависимостях этого приложения присутствует Angular Material, который предоставляет компоненты в стиле Material от Google. Фреймворк использует программный паттерн Dependency Injection для управления зависимостями. Классы, от которых будут зависеть другие компоненты, нужно маркировать атрибутом «@Injectable()» перед объявления класса. Они также автоматически добавляются при создании через консольное приложение *ng*. Под компонентами понимается класс представления, имеющий разметку HTML и файл стилей. Их можно задать всё в одном файле или можно разбить на несколько файлов. Компоненты также можно создавать консольной утилитой *ng*.

Далее представлена структура проекта WebClient в виде дерева на   
рисунке 7.

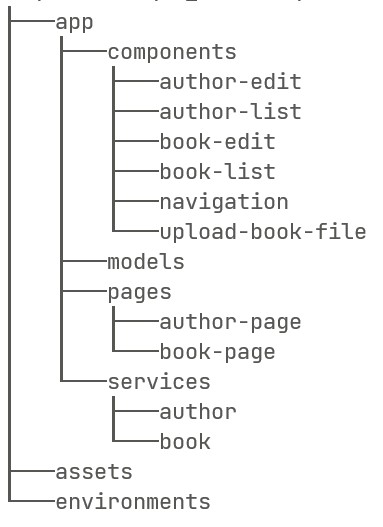


Рисунок 7 – Структура проекта WebClient

Путь к API Gateway сервиса находится в файлах «environment.\*.ts» в директории src/environments. Представлены в виде экспортируемого объекта:

В директории models находятся классы предметной области «book.ts» и «author.ts».

В папке *src/app/services* находятся сервисы для работы с API. Они используются в компонентах из директории *src/app/pages*.

В проекте используется модуль «AppRoutingModule» для возможности переходить на другие страницы, набрав адрес в адресной строке браузера.

В панели навигации только есть две ссылки – на основную страницу (ссылки «Книги») и страницу списков авторов (ссылка «Авторы»). Панель навигации всегда находится в закрытом состояний (рисунок 8).

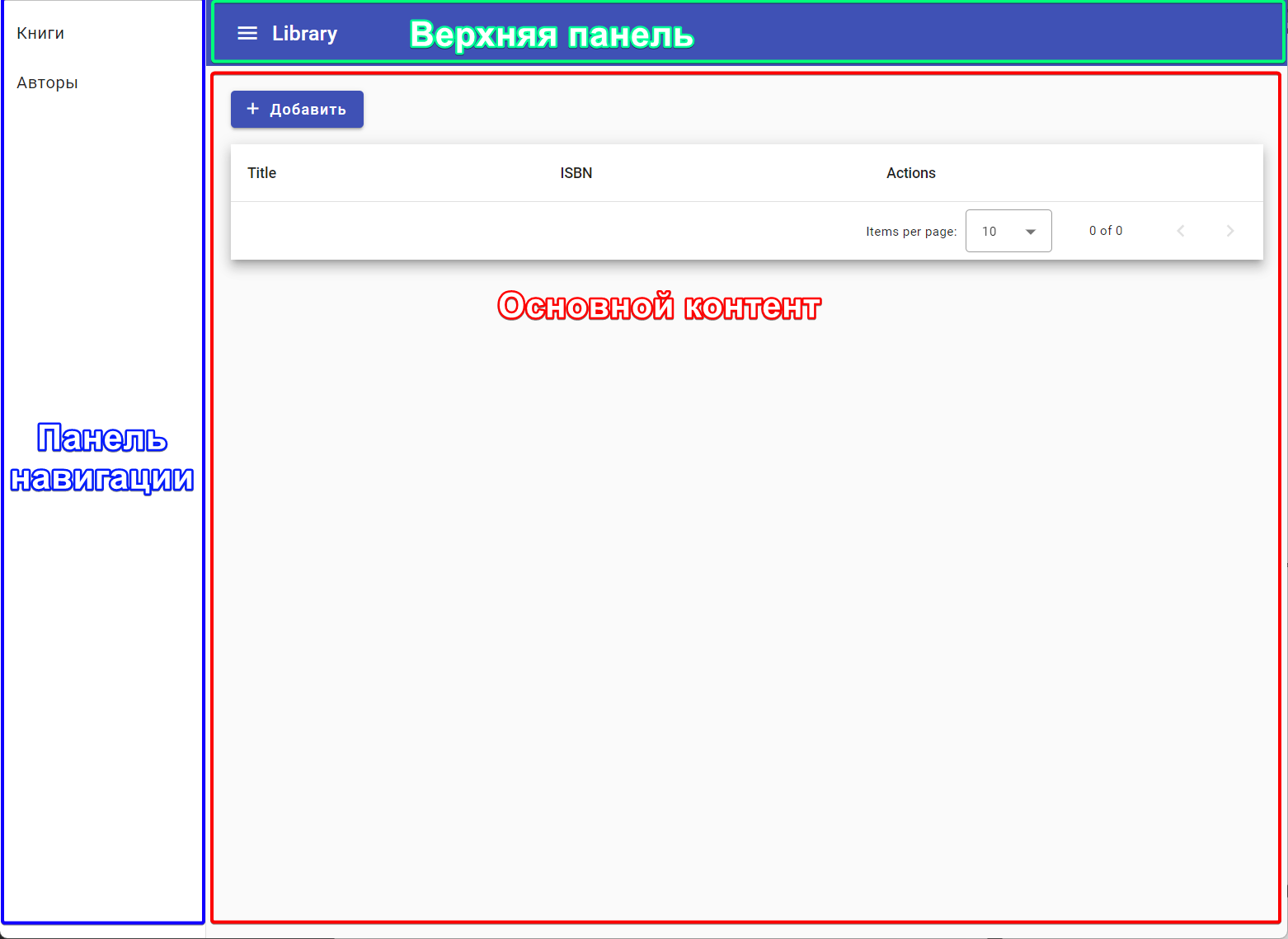


Рисунок 8 – Разметка (layout) интерфейса

В верхней панели отображается кнопка открытия/закрытия панели навигации в виде трёх полосок и название приложения «Library».

На основной странице выводится список книг в виде таблицы (рисунок 9).

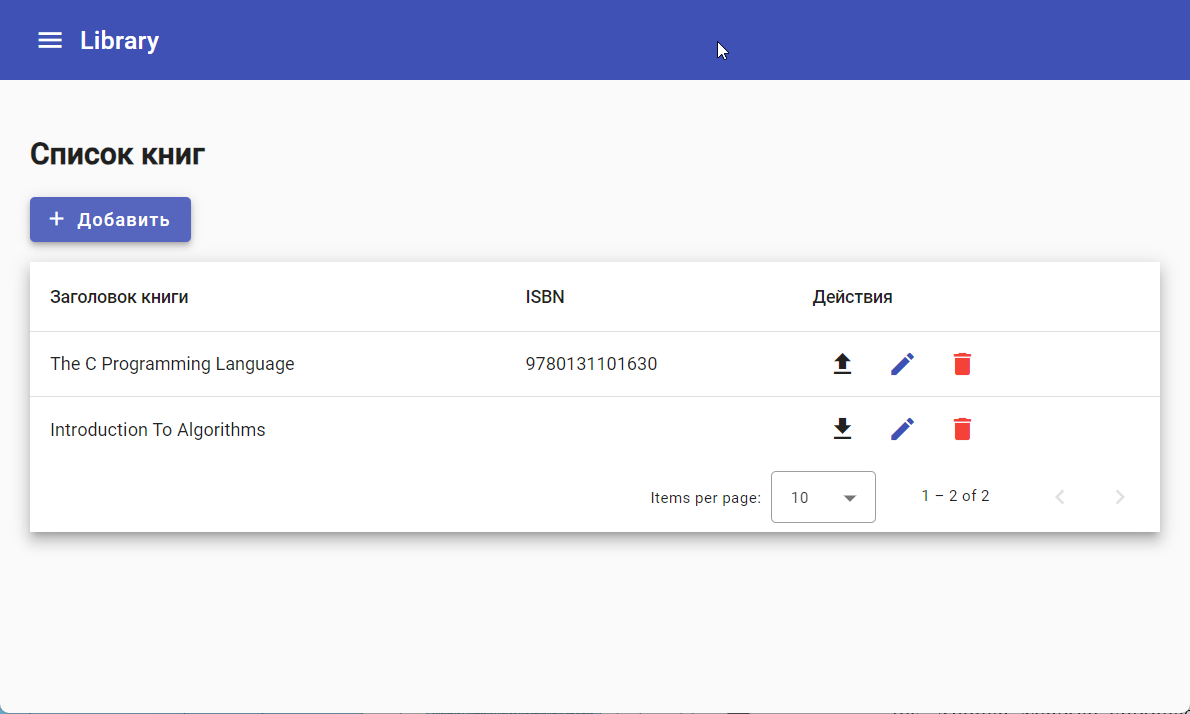


Рисунок 9 – Основная страница клиентской части

Таблица записей книг имеет следующие поля – «Заголовок книги», «ISBN» (Международный стандартный книжный номер) и «Действия». Также есть возможность сортировки по первым двум полям. Это можно сделать, нажав на ячейку в шапке таблицы (рисунок 10).

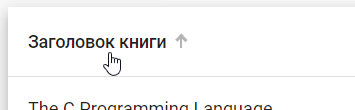
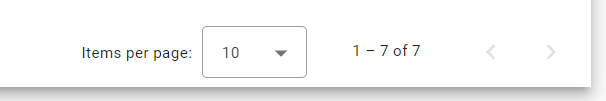


Рисунок 10 – Сортировка по колонкам

У таблицы есть встроенная возможность разбиении строк на страницы (pagination). Количество строк в таблице определена заранее массивом чисел – 10, 20, 50. Она находится под таблицей (рисунок 11).

Рисунок 11 – Панель навигации по страницам

Она состоит из выпадающего меню, в котором можно выбрать отображаемое количество элементов на одной странице, потом идёт диапазон отображаемых элементов от общего количества строк в формате <от> - <до> of <общее\_количество\_строк> и кнопки навигации на следующий и предыдущий.

При нажатии кнопки «Добавить» над таблицей, открывается диалоговое окно для создания новой записи (рисунок 12).

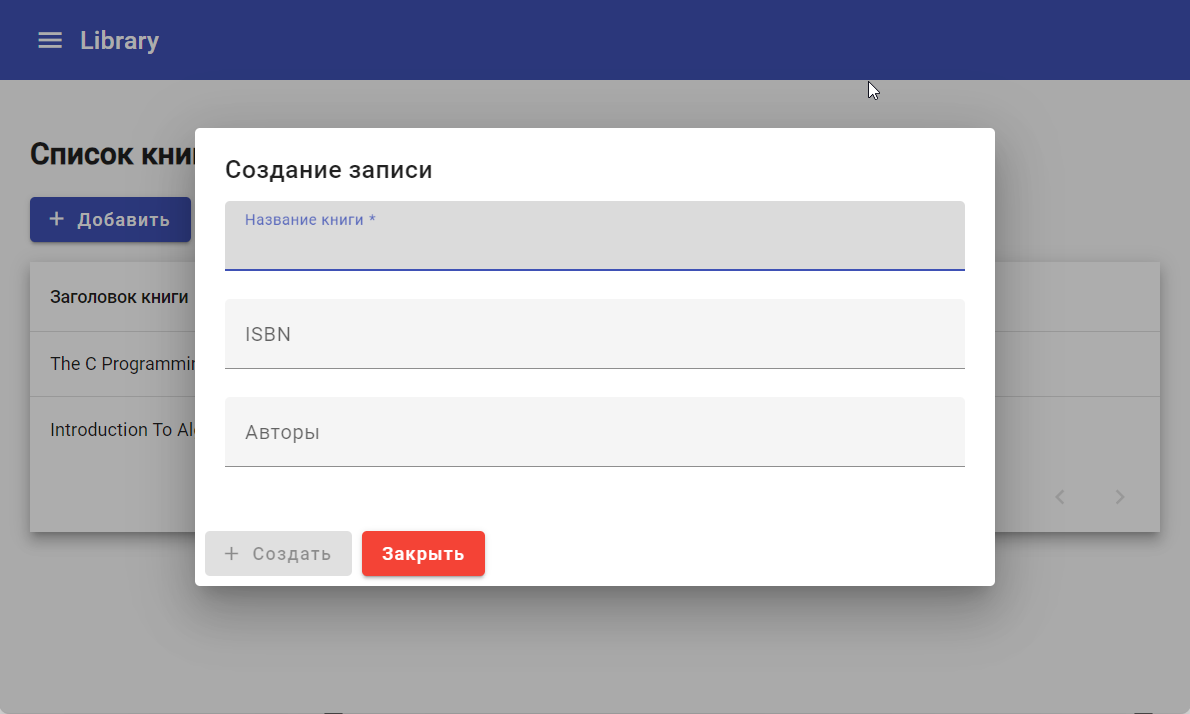
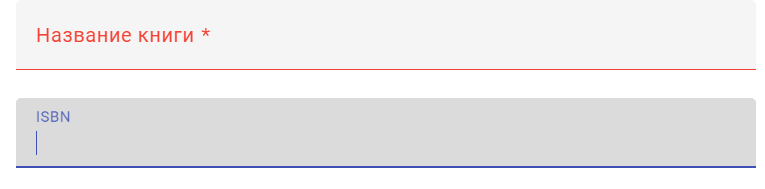


Рисунок 12 – Окно добавления/редактирования записи книги

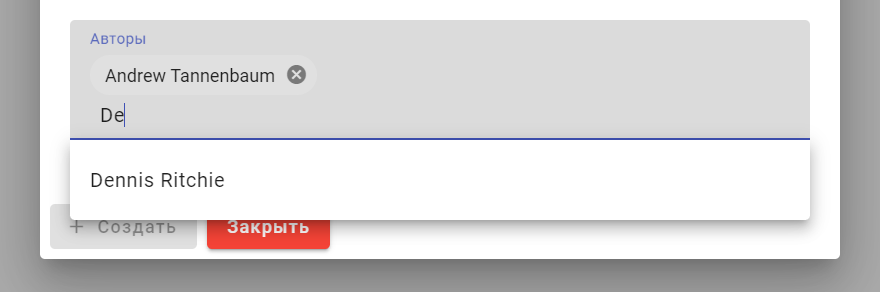
Такое же окно открывается и при редактировании записи нажатием на кнопку с изображением ручки.

Обязательным полем является «Название книги», и она помечена звёздочкой над заголовком поля в верхнем правом углу. Если эта строка будет иметь длину меньше одной символа, то кнопка «Создать» или «Изменить» будет не доступна и не будет окрашена цветом. За валидацию полей в фреймворке Angular отвечают классы валидаторы Validators.

Если пользователь перейдёт к следующему полю без заполненного обязательного поля, то это цвет контура поля и цвет заголовка текстового поля измениться на красный (рисунок 13).

Рисунок 13 – Обязательное поле

Авторов книги можно выбирать несколько. Также можно отфильтровать, набрав в строке нужные символы. Выбранные элементы отображается в виде чипов (chips) (рисунок 14).

Рисунок 14 – Поле «Авторы»

Также из следующих функции есть:

* удаление записи;
* загрузка файлов книг;
* cкачивание файлов книг.

У каждой записи книг есть булево поле «hasFile», которое говорит есть ли файл книги в электронном варианте или нет. Исходя из этого поля клиентское приложение показывает один из двух вариантов кнопок действия – скачивание или загрузка (рисунок 15).

Рисунок 15 – Кнопка скачивания/загрузки

При нажатии на кнопку загрузки открывается диалоговое окно с выбором файла. Для выбора файла нужно нажать на поле и откроется диалоговое окно для выбора файла с вашего компьютера. Без выбранного файла кнопка загрузки файла будет недоступна (рисунок 16).

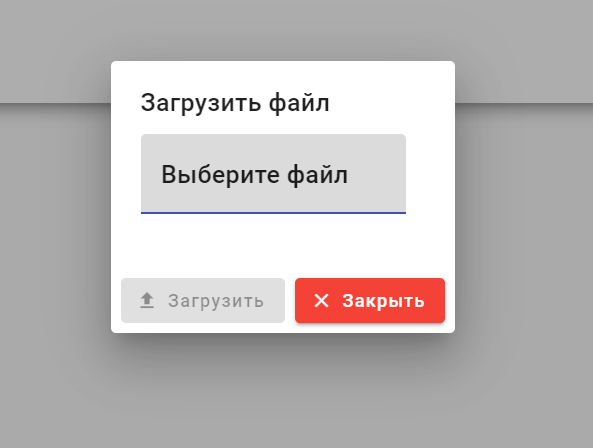


Рисунок 16 – Диалог выбора файла для загрузки

Скачивание файла происходит сразу же при нажатии на кнопку. Для этого используется библиотека file-saver. Она скачивает с API блобы и сохраняет его в виде HTML ссылки и программным способом нажимает на него. И затем открывается диалоговое окно выбора пути для сохранения файла.

Уведомление выпадает либо об успешности операции над какими-либо записи, либо при возникновении ошибки при обращениях к серверной части приложения (рисунок 17).

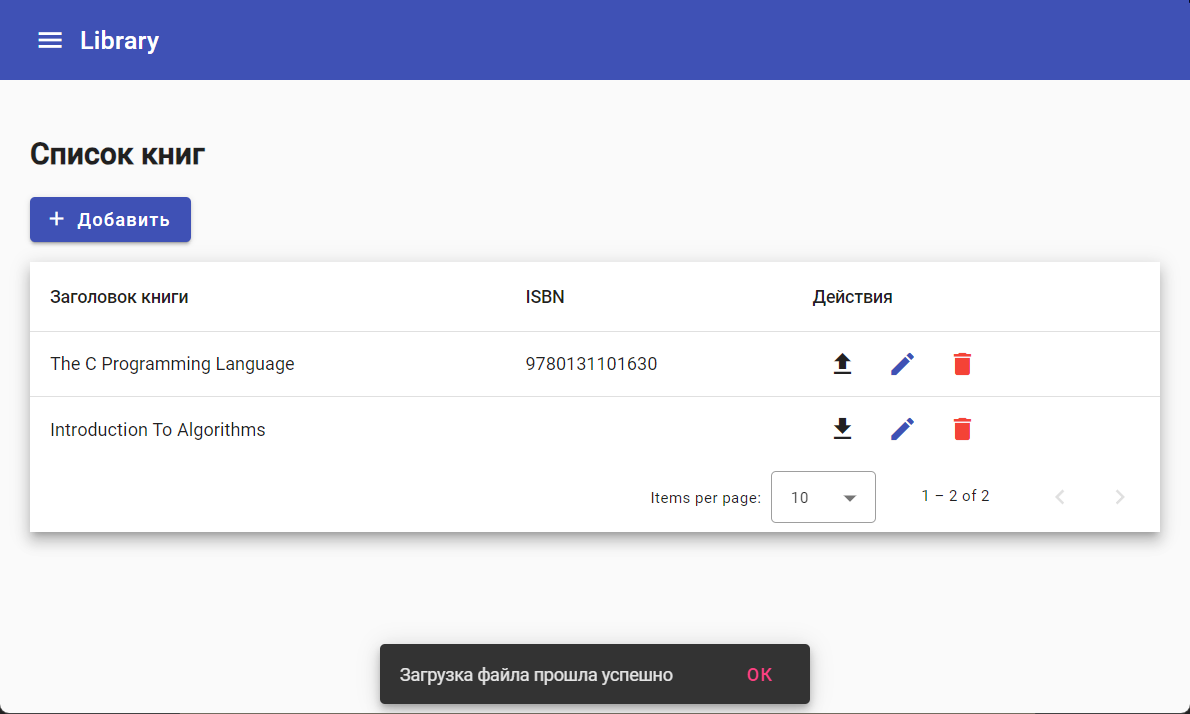


Рисунок 17 – Выпадающее уведомление

Страница со списком авторов книг также представлена в виде таблицы и кнопки добавления новой записи (рисунок 18).

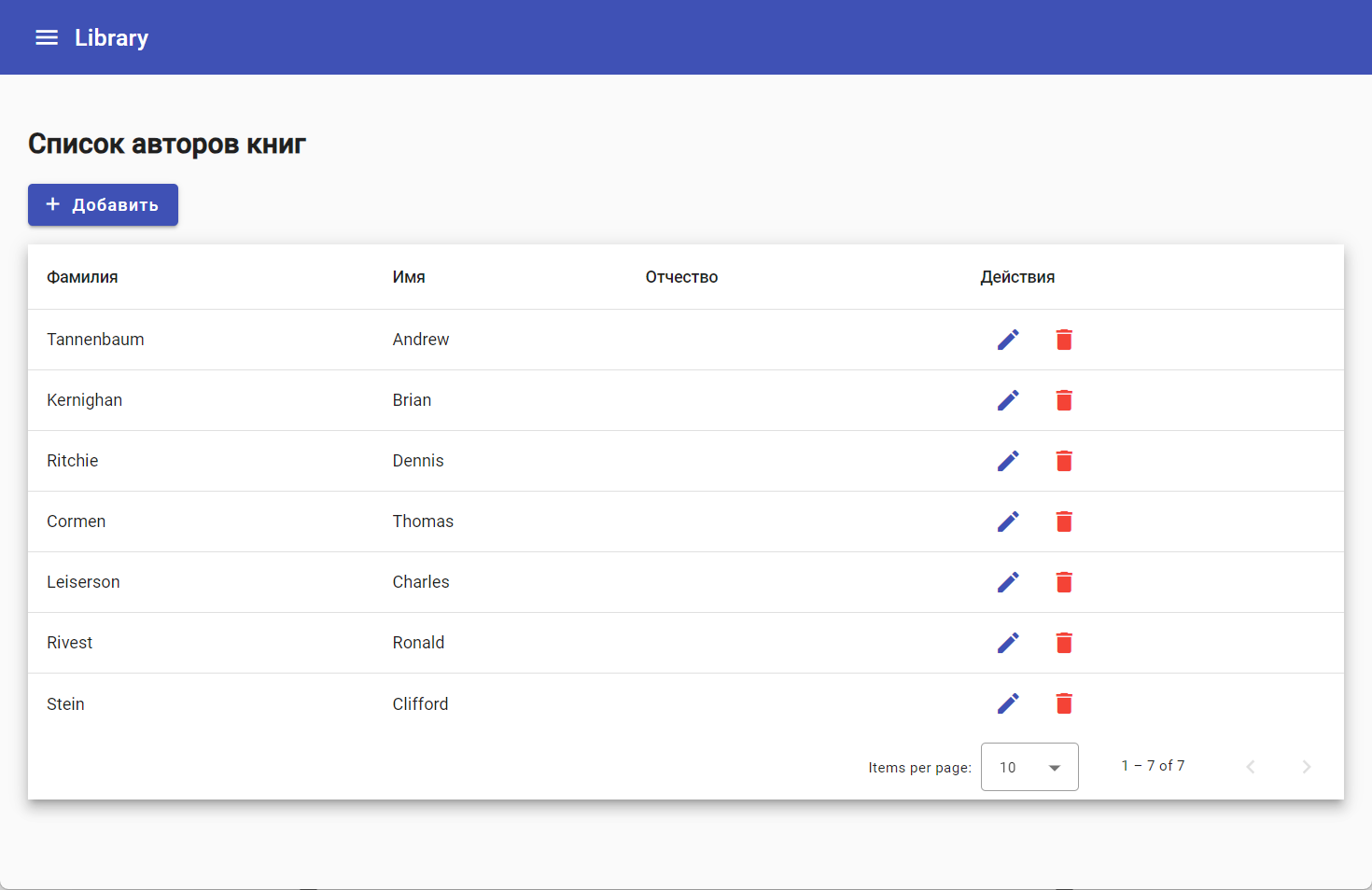


Рисунок 18 – Страница «Авторы»

Поля «Фамилия» и «Имя» являются обязательными для заполнения и заголовки полей отмечены звёздочкой. Эти поля должны иметь не менее двух символов (рисунок 19).

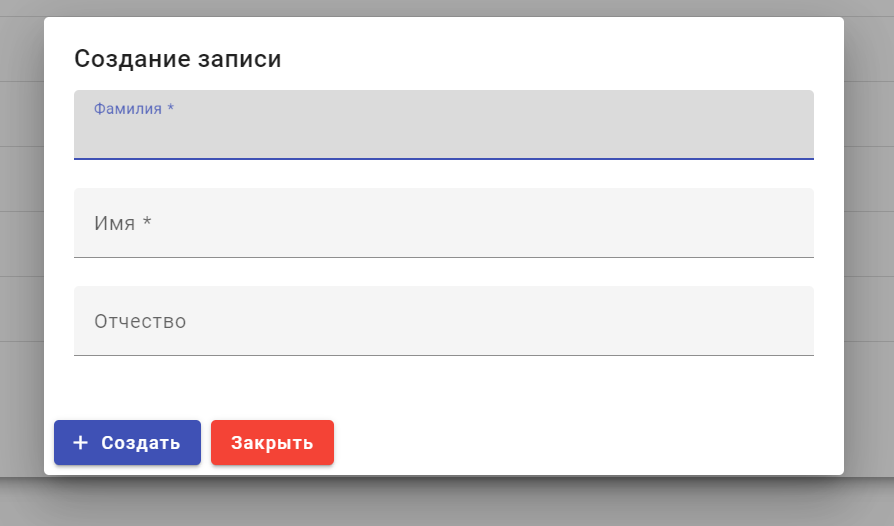


Рисунок 19 – Диалог редактирования записи автора

Для сортировки записей книг используется алгоритм сортировки вставками. Алгоритм представлен на рисунке 20 в виде блок-схемы.

*нет*

*Начало*

*Ввод массива a, размер n*

*Начало цикла i с 1 по n*

*key = a[i]*

*j = i-1*

*j >= 0 и a[j]>key*

*a[j+1] = a[j]*

*--j*

*a[j+1] = key*

*Конец*

*Конец цикла*

*да*

Рисунок 20 – Алгоритм сортировки вставками

## 3.2 Выбор компонентов программного обеспечения

В качестве основной среды разработки (IDE) используется Visual Studio Code, с установленными расширениями для написания приложения на языках программирования C# и TypeScript.

Для работы серверной части требуется среда исполнения .NET версии 7 и выше. Далее перечислены сторонние пакеты серверной части:

* фреймворк ASP.NET Core;
* библиотека для работы с СУБД Entity Framework;
* библиотека для работы с протоколом GRPC «Grpc.AspNetCore».

Для работы клиентской части нужен веб-сервер Nginx или Apache. В основном клиентская часть тестировалась на Nginx. Также как и с серверной частью использовались следующие сторонние пакеты:

* фреймворк Angular версии 17;
* библиотека UI компонентов Angular Material;
* библиотека для работы с файлами «file-saver».

Для разработки UML диаграмм использовалось программное обеспечение Visual Paradigm Community Edition версии 17.

### 3.2.1 Операционная система

-

### 3.2.2 Инструментальное средство разработки и язык программирования

-

### 3.2.3 Вспомогательное программное обеспечение

-

## 3.3 Разработка прикладного программного обеспечения

-

## 3.3.1 Структура прикладного программного обеспечения

-

## 3.3 Инсталляция и настройка

Диаграмма развёртывания программного обеспечения с помощью Docker представлена в виде UML диаграммы на рисунке 21.

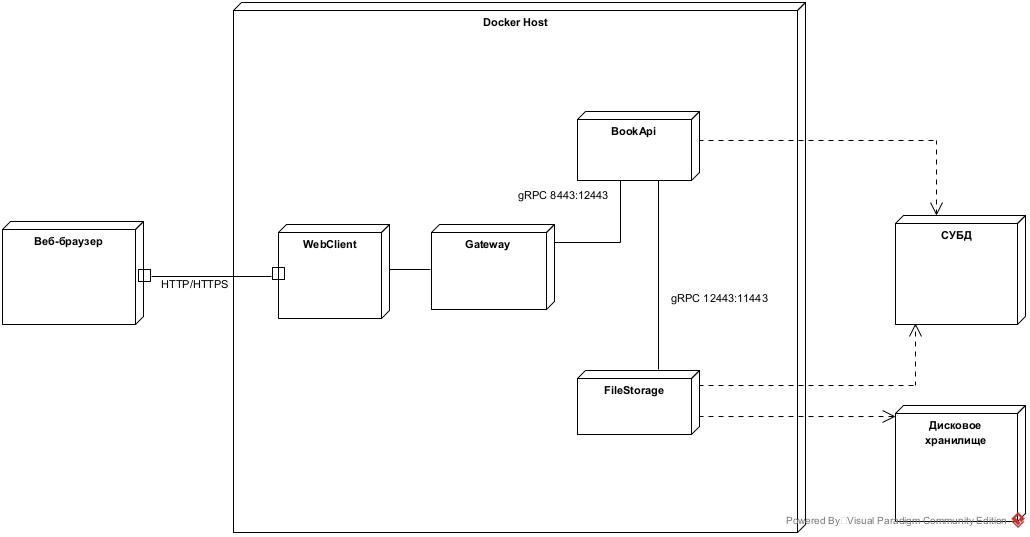


Рисунок 21 – Диаграмма развертывания с использованием контейнеров Docker

Для работы служб потребуется мультиплатформенная среда выполнения .NET Core. Образ Docker со средой выполнения весит примерно от 100 МБ и выше в зависимости от выбранного дистрибутива и размера исполняемого файла.

В основном в сервисах используется СУБД SQLite, но если нужно использовать другую СУБД, то нужно поменять код в Program.cs для BookApi и FileStorage и установить нужные зависимости. К примеру, с использования SQLite:

builder.Services.AddDbContext<AppDbContext>(options => options.UseSqlite("Data Source=book\_api.db"));

Перейти на СУБД PostgreSQL:

builder.Services.AddDbContext<AppDbContext>(options => options.UseNpgsql("Host=remote\_host;Database=book\_api;Username=root;Password=root"));

И далее нужно установить зависимость через утилиту *dotnet*:

dotnet add package Npgsql.EntityFrameworkCore.PostgreSQL

Также потребуется дисковое хранилище для хранения файлов книг в зависимости от их количества, которое пользователю нужно сохранить.

# 4 ТЕСТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ

Написать, что такое тесты, их виды, что нужно тестировать и т.д.

## 4.1 Условия и порядок тестирования

-

## 4.2 Исходные данные для контрольных примеров

-

## 4.3 Результаты тестирования

-

# 6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 6.1 Расчет показателя трудоёмкости для программного продукта

Величина параметра трудоёмкости для разрабатываемого программного продукта состоит из суммы значений трудоёмкости для каждого этапа разработки и рассчитывается по формуле:

,

где – общая трудоемкость разработки программного продукта;

– трудоемкость работ на i-й стадии разработки;

n – общее количество этапов разработки.

В таблице 11 приведены данные о расчете величины трудоемкости для каждого из этапов разработки и для всего проекта в целом.

Таблица 11 – Поэтапная и общая оценка трудоемкости разработки

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Этап работы** | **Вид работы** | **Трудоемкость (чел. \* час)** |
| Формирование требований к системе | Исследование объекта предметной области  Обоснование необходимости создания системы  Анализ требований к системе | 20 |
| Техническое задание | Разработка и утверждение технического задания на систему | 30 |
| Разработка системы | Разработка системы на языке программирования | 360 |
| Тестирование системы | Проведение тестирования разработанной системы на тестовых данных.  Устранение ошибок. | 80 |
| Рабочая документация | Разработка рабочей документации на систему | 60 |
| Общая нагрузка | | 550 |

## 6.2 Расчет затрат на материальные ресурсы

Расчет затрат на материальные ресурсы производится по формуле:

,

где – расход i-го вида материального ресурса, натуральные единицы;

– цена за единицу i-го вида материального ресурса;

i – вид материального ресурса;

n – общее количество всех видов материальных ресурсов.

Результаты расчетов затрат на материальные ресурсы приведены   
в таблице 12.

Таблица 12 – Затраты на материальные ресурсы

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование** | **Единица измерения** | **Количество израсходованного материала** | **Цена за единицу, руб.** | **Сумма, руб.** |
| Компьютер | шт. | 1 | 70 000 | 70 000 |
| Монитор | шт. | 1 | 20 000 | 20 000 |
| Итого | | | | 90 000 |

При разработке системы не возникло необходимости в использовании расходных материалов.

Общая сумма затрат на электроэнергию рассчитывается по формуле:

,

где – паспортная мощность i-го электрооборудования, кВт;

– время работы i-го оборудования за весь период разработки, ч;

Ц – тариф электроэнергии, руб./кВт × ч;

i – вид электрооборудования;

n – количество электрооборудования.

Необходимые расчеты затрат на электроэнергию приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Затраты на электроэнергию

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование** | **Паспортная мощность,**  **кВт** | **Время работы оборудования** | **Тариф электроэнергии,**  **руб./кВтч** | **Сумма,**  **руб.** |
| Компьютер | 0,5 | 600 | 4,7 | 1410 |
| Монитор | 0,10 | 600 | 4,7 | 282 |
| Освещение | 0,04 | 200 | 4,7 | 37,6 |
| Итого | | | | 1 729,6 |

## 6.3 Расчёт затрат на разработку системы

Определение затрат на разработку производится путем составления соответствующей сметы, которая включает следующие статьи:

* затраты на оплату труда;
* отчисления на социальные нужды;
* амортизация основных фондов.

## 6.4 Расчёт затрат на оплату труда

Общая сумма затрат на оплату труда определяется по формуле:

,

где – часовая ставка i-го работника, руб.;

– время на разработку системы, ч;

i – порядковый номер работника;

n – количество работников.

Часовая заработная плата программиста рассчитывается по формуле:

,

где – среднемесячная заработная плата разработчика системы, руб.;

– среднемесячный фонд рабочего времени.

Стоимость одного часа работы программиста равна 300 руб.

Общая сумма затрат на оплату труда равна:

550 ч. × 300 руб. = 165 000 руб.

## 6.5 Расчет отчислений на социальные нужды

Данные об отчислениях на социальные нужды представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Отчисления на социальные нужды

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Вид** | **Начислено заработной платы, руб.** | **Отчисления**  **%** | **Сумма,**  **руб.** |
| Фонд социального страхования РФ | 165 000 | 2,9 | 4785 |
| Фонд обязательного медицинского страхования | 5,1 | 8415 |
| Пенсионный фонд РФ | 22 | 36 300 |
| Итого | | | 49 500 |

## 6.5 Себестоимость проекта

В таблице 15 представлен расчет себестоимости проекта.

Таблица 15 – Себестоимость проекта

|  |  |
| --- | --- |
| **Статьи затрат** | **Сумма, руб.** |
| Затраты на материальные ресурсы | 90 000 |
| Затраты на оплату труда | 165 000 |
| Отчисление на социальные нужды | 49 500 |
| Итого по смете | 304 500 |

## 6.6 Расчёт плановой прибыли

Прибыль П рассчитывается по формуле

,

где – полная себестоимость, руб.;

– норма рентабельности.

При норме рентабельности 50% плановая прибыль составить:

П = 304 500 50% / 100% = 152 250 руб.

Полная стоимость проекта определяется как сумма себестоимости проекта и прибыли:

= 304 500 + 152 250 = 456 750 руб.

С учетом налога на прибыль 20% доход составит

152 250 – 152 250  0,2 = 121 800 руб.

## 6.7 Определение экономической эффективности проекта

Определение экономической эффективности проекта проводилось по методу расчета экономического эффекта от прибыли по следующей формуле:

,

где – экономический эффект, %;

– себестоимость, руб.;

П – прибыль (за вычетом налога на прибыль), руб.

Экономический эффект равен:

= (121 800 / 456 750) 100% = 26,66 %.

## 6.8 Выводы по технико-экономическому анализу и обоснованию проекта разработки

В результате проведения технико-экономического анализа проекта, были рассчитаны несколько показателей, с помощью которых было получено технико-экономическое обоснование разработки. Себестоимость проекта составила   
321 600 руб. Полная стоимость проекта составила 456 750 руб. Доход от внедрения системы – 121 800 руб. Экономический эффект составил 26,66 %.

Исходя из показателей, разработка системы является эффективной и принесет прибыль.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной дипломной работе мы разработали программную систему персональной библиотеки и интегрировали в него искусственный интеллект, которые дополняет или/и заменяет некоторый функционал системы. В ходе этой работы мы освоили современные инструменты разработки, исследовали возможности интеграции ИИ в разрабатываемой системе, а также получили навыки разработки и внедрения.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 19.701-90. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. – введ. 01.01.92. – М. : Изд-во стандартов, 2010. – 24 с.
2. Ajay D. Kshemklayni. Distributed Computing: Principles, Algorithms, and Systems / Ajay D. Kshemklayni, Mukesh Singhal. – Cambridge University Press, 2008.
3. Artificial Intelligence: A Modern Approach, 4th US ed. / Stuart J. Russell., Peter Norvig. – Prentice Hall, 2020
4. Distributed Systems / Marteen Van Steen, Tannenbaum A.S.
5. Документация Angular: [Электронный ресурс] / Google LLC, 2024. – Режим доступа: <https://angular.io/docs>, свободный.
6. Документация Angular Material: [Электронный ресурс] / Google LLC, 2024. – Режим доступа: <https://material.angular.io/components/categories>, свободный.
7. Документация ASP.NET: [Электронный ресурс] / Microsoft, 2024. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/en-us/aspnet/core/?view=aspnetcore-7.0>, свободный.
8. Документация Entity Framework Core: [Электронный ресурс] / Microsoft, 2024. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/en-us/ef/core/>, свободный.

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

Код «Program.cs»

var builder = WebApplication.CreateBuilder(args);

var fileStorageUri = builder.Configuration.GetSection("FileStorageUri").Value ?? throw new ArgumentException("The FileStorageUrl argument is empty");

builder.Services.AddDbContext<AppDbContext>(options => options.UseSqlite("Data Source=book\_api.db"));

builder.Services.AddGrpc();

builder.Services.AddGrpcClient<Fss.FileStorageService.FileStorageServiceClient>(o =>

{

o.Address = new Uri(fileStorageUri);

});

var app = builder.Build();

var scope = app.Services.CreateScope();

var dbContext = scope.ServiceProvider.GetRequiredService<AppDbContext>();

if (dbContext.Database.EnsureCreated())

{

dbContext.Database.Migrate();

}

app.MapGrpcService<BookService>();

app.MapGrpcService<AuthorService>();

app.Run();

Файл «Utils.cs»:

public static class Utils

{

public static async Task<TEntity> GetItemByStringGuid<TEntity>(DbContext context, string id) where TEntity : class

{

if (!Guid.TryParse(id, out Guid guid))

throw new RpcException(new Status(StatusCode.InvalidArgument, $"The provided id = {id} is not valid Guid value."));

var found = await context.Set<TEntity>().FindAsync(guid)

?? throw new RpcException(new Status(StatusCode.NotFound, $"The {nameof(TEntity)} with id = {id} not found."));

return found;

}

}

Файл «AppDbContext.cs»:

namespace BookApi;

public class AppDbContext : DbContext

{

public AppDbContext(DbContextOptions<AppDbContext> options) : base(options) { }

public DbSet<Domains.Author> Authors => Set<Domains.Author>();

public DbSet<Domains.Book> Books => Set<Domains.Book>();

}

Файл «Config/BookApiOptions.cs»

namespace BookApi.Config;

public sealed class BookApiOptions

{

public const string BookApi = "BookApi";

public string FileStorageUrl { get; set; } = string.Empty;

}

Файл «Domain/Author.cs»

namespace BookApi.Domains;

public sealed class Author

{

public Guid Id { get; set; }

public required string FirstName { get; set; }

public required string LastName { get; set; }

public string? MiddleName { get; set; }

public List<Book> Books { get; set; } = new();

public AuthorMessage ToAuthorMessage()

{

return new AuthorMessage()

{

Id = Id.ToString(),

FirstName = FirstName,

LastName = LastName,

MidName = MiddleName,

};

}

}

Файл «Domains/Book.cs»

namespace BookApi.Domains;

public sealed class Book

{

public Guid Id { get; set; }

public required string Title { get; set; }

public string? ISBN { get; set; }

public Guid FileStorageId { get; set; } = Guid.Empty;

public List<Author> Authors { get; set; } = new();

public BookReply ToBookReply()

{

var reply = new BookReply()

{

Id = Id.ToString(),

Title = Title,

Isbn = ISBN,

HasFile = FileStorageId != Guid.Empty

};

reply.Authors.AddRange(Authors.Select(a => a.ToAuthorMessage()));

return reply;

}

}

Файл «Services/AuthorService.cs»

public sealed class AuthorService : Author.AuthorService.AuthorServiceBase

{

private readonly AppDbContext \_dbContext;

public AuthorService(AppDbContext context)

{

\_dbContext = context;

}

public override async Task GetAuthors(Empty request, IServerStreamWriter<AuthorMessage> responseStream, ServerCallContext context)

{

await foreach (var a in \_dbContext.Authors.AsAsyncEnumerable())

{

await responseStream.WriteAsync(new AuthorMessage()

{

Id = a.Id.ToString(),

FirstName = a.FirstName,

LastName = a.LastName,

MidName = a.MiddleName

});

}

}

public override async Task<AuthorMessage> AddAuthor(AuthorAddRequest request, ServerCallContext context)

{

var newAuthor = new Domains.Author()

{

FirstName = request.FirstName,

LastName = request.LastName,

MiddleName = request.MidName,

};

await \_dbContext.Authors.AddAsync(newAuthor);

await \_dbContext.SaveChangesAsync();

return newAuthor.ToAuthorMessage();

}

public override async Task<AuthorMessage> UpdateAuthor(AuthorMessage request, ServerCallContext context)

{

var found = await Utils.GetItemByStringGuid<Domains.Author>(\_dbContext, request.Id);

found.FirstName = request.FirstName;

found.LastName = request.LastName;

found.MiddleName = request.MidName;

await \_dbContext.SaveChangesAsync();

return request;

}

public override async Task<Empty> RemoveAuthor(RemoveRequest request, ServerCallContext context)

{

var found = await Utils.GetItemByStringGuid<Domains.Author>(\_dbContext, request.Id);

\_dbContext.Remove(found);

await \_dbContext.SaveChangesAsync();

return new Empty();

}

}

Файл «Services/BookService.cs»

namespace BookApi.Services;

public class BookService : Books.BookService.BookServiceBase

{

private readonly AppDbContext \_dbContext;

private readonly FileStorageService.FileStorageServiceClient \_fssClient;

public BookService(AppDbContext context, FileStorageService.FileStorageServiceClient fssClient)

{

\_dbContext = context;

\_fssClient = fssClient;

}

public override async Task GetBooks(Empty request, IServerStreamWriter<BookReply> responseStream, ServerCallContext context)

{

await foreach (var book in \_dbContext.Books.Include(b => b.Authors).AsAsyncEnumerable())

await responseStream.WriteAsync(book.ToBookReply());

}

public override async Task<BookReply> AddBook(BookAddRequest request, ServerCallContext context)

{

var newBook = new Book()

{

Title = request.Title,

ISBN = request.Isbn,

};

var authorIds = request.AuthorIds.Distinct().Select(id => id.ToUpper());

var authors = \_dbContext.Authors.Where((a) => authorIds.Contains(a.Id.ToString()));

newBook.Authors = await authors.ToListAsync();

dbContext.Books.Add(newBook);

await \_dbContext.SaveChangesAsync();

var response = new BookReply()

{

Id = newBook.Id.ToString(),

Title = newBook.Title,

Isbn = newBook.ISBN,

HasFile = false,

};

response.Authors.AddRange(authors.Select(a => a.ToAuthorMessage()));

return response;

}

public override async Task<BookReply> UpdateBook(BookUpdateRequest request, ServerCallContext context)

{

var found = await Utils.GetItemByStringGuid<Book>(\_dbContext, request.Id);

await dbContext.Entry(found).Collection(b => b.Authors).LoadAsync();

var authorIds = request.AuthorIds.Distinct().Select(id => id.ToUpper());

found.Title = request.Title;

found.ISBN = request.Isbn;

found.Authors.Clear();

var authors = \_dbContext.Authors.Where((a) => authorIds.Contains(a.Id.ToString()));

found.Authors = await authors.ToListAsync();

await \_dbContext.SaveChangesAsync();

return found.ToBookReply();

}

public override async Task<Empty> RemoveBook(RemoveRequest request, ServerCallContext context)

{

var found = await Utils.GetItemByStringGuid<Book>(\_dbContext, request.Id);

if (found.FileStorageId != Guid.Empty)

{

await \_fssClient.DeleteEntryAsync(new DeleteEntryRequest()

{

Uuid = found.FileStorageId.ToString(),

});

}

\_dbContext.Books.Remove(found);

await \_dbContext.SaveChangesAsync();

return new Empty();

}

public override async Task<HasFileReply> HasFile(HasFileRequest request, ServerCallContext context)

{

var found = await Utils.GetItemByStringGuid<Book>(\_dbContext, request.Id);

return new HasFileReply()

{

File = found.FileStorageId == Guid.Empty

};

}

public override async Task<Empty> UploadBookFile(IAsyncStreamReader<UploadBookFileChunkRequest> requestStream, ServerCallContext context)

{

await requestStream.MoveNext();

var it = requestStream.Current;

var found = await Utils.GetItemByStringGuid<Book>(\_dbContext, it.Id);

using var call = \_fssClient.Upload();

do

{

it = requestStream.Current;

await call.RequestStream.WriteAsync(new FileChunkMessage()

{

ChunkSize = it.ChunkSize,

FileSize = it.FileSize,

FileName = it.Filename,

Chunk = it.Chunk,

});

} while (await requestStream.MoveNext());

await call.RequestStream.CompleteAsync();

var reply = await call.ResponseAsync;

found.FileStorageId = Guid.Parse(reply.Uuid);

await \_dbContext.SaveChangesAsync();

return new Empty();

}

public override async Task DownloadBookFile(DownloadBookFileRequest request, IServerStreamWriter<FileChunkMessage> responseStream, ServerCallContext context)

{

var found = await Utils.GetItemByStringGuid<Book>(\_dbContext, request.Id);

using var call = \_fssClient.Download(new DownloadRequest()

{

Uuid = found.FileStorageId.ToString(),

});

await foreach (var message in call.ResponseStream.ReadAllAsync())

await responseStream.WriteAsync(message);

}

}