

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа **Инженерная школа информационных технологий и робототехники**
 Направление подготовки **01.03.02 Прикладная математика и информатика**
 Отделение школы **Отделение информационных технологий**

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Создание рекомендательной системы для электронного каталога библиотеки с использованием гибридного подхода

УДК 004.6:02

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Б71	Борт Григорий Андреевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Шевелев Геннадий Ефимович	к.ф.-м.н., доцент		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Научный сотрудник	Колобов Олег Сергеевич	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Татьяна Григорьевна	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
01.03.02 Прикладная математика и информатика	Шевелев Геннадий Ефимович	к.ф.-м.н., доцент		

Томск – 2021 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способность определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способность осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой
ОПК (У)-2	Способность к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию образовательного контента, прикладных баз данных
ОПК (У)-3	Способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способность работать в составе научно-исследовательского и производственного коллектива и решать задачи профессиональной деятельности
ПК(У)-2	Способность к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения
ПК(У)-3	Способность осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" и в других источниках
ПК(У)-4	Способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям
ПК(У)-5	Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа **Инженерная школа информационных технологий и робототехники**
Направление подготовки **01.03.02 Прикладная математика и информатика**
Отделение школы **Отделение информационных технологий**

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

(Подпись) (Дата)

Шерстнев В.С
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8Б71	Борт Григорию Андреевичу

Тема работы:

Создание рекомендательной системы для электронного каталога библиотеки с использованием гибридного подхода	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	
Срок сдачи студентом выполненной работы:	

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	<p>Объектом исследования является информационная система в виде рекомендательного сервиса на примере электронного каталога НТБ ТПУ. В качестве входных данных рассматриваются обезличенные данные о выполненных заказах на выдачу литературы из фонда библиотеки и данные об имеющихся материалах фонда библиотеки. Для информационной системы предъявляются особые требования к архитектуре приложения (микро-сервисная архитектура), протоколу взаимодействия с электронным каталогом библиотеки (API), поддерживаемым форматам данных (CSV, RUSMARC) и применяемым методам получения рекомендаций (методы коллаборативной фильтрации, рекомендации на основе контекста).</p>
---------------------------------	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Обзор походов к построению рекомендаций на основе методов коллаборативной фильтрации и на основе содержания. • Обзор подходов к созданию информационной системы рекомендательного сервиса на основе набора шаблонов проектирования микросервисов. • Постановка задачи на проектирование, создание и автоматическое тестирование информационной системы с использованием возможностей экосистемы Node.js. • Подготовка входных данных: чистка данных, анонимизация данных, нормализация полей данных, конвертирование данных. • Изучение, выбор и применение необходимого набора инструментов экосистемы Node.js. • Реализация метода коллаборативной фильтрации на основе item-based подхода, с применением условно-вероятностной метрики в среде Node.js. • Реализация HTTP-сервера (API-сервер) на основе библиотеки Express.js. • Создание набора тестов для автоматического тестирования. • Интеграция рекомендательного сервиса и сервиса электронного каталога НТБ. • Выполнение анализа полученных результатов.
<p>Перечень графического материала</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Информационная модель рекомендательного сервиса электронного каталога библиотеки • Архитектура информационной системы рекомендательного сервиса • Алгоритм создания рекомендаций (блок-схема)
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Трубченко Татьяна Григорьевна, доцент ОСГН ШБИП</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Черемискина Мария Сергеевна, ассистент</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Шевелев Геннадий Ефимович	к.ф.-м.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Б71	Борт Григорий Андреевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8Б71	Борт Григорию Андреевичу

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	01.03.02 Прикладная математика и информатика

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Использовать действующие ценники и договорные цены на потребленные материальные и информационные ресурсы, а также указанную в МУ величину тарифа на эл. энергию</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 1,3; Минимальный размер оплаты труда (на 01.01.2021) 12 792 руб.</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Действующие ставки единого социального налога и НДС (см. МУ)</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>Построение плана-графика выполнения ВКР, составление соответствующей сметы затрат, расчет величины НДС и цены результата ВКР. Оценка экономической эффективности внедрения результатов ВКР.</i>
--	--

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <u>Линейный график работ</u>
2. <u>Смета на разработку проекта</u>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	15.03.2021
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Татьяна Григорьевна	к.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Б71	Борт Григорий Андреевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Б71	Борт Григорию Андреевичу

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Тема ВКР:

Создание рекомендательной системы для электронного каталога библиотеки с использованием гибридного подхода

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Объект исследования – сервис, который позволит пользователям получать рекомендованной литературы в зависимости от их предпочтений.</p> <p>Рабочая зона – аудитория, оборудованная системой отопления, кондиционирования воздуха, с естественным и искусственным освещением. Рабочее место – стационарное, оборудованное персональным компьютером и оргтехникой.</p>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – Регулирование организации рабочих мест при выполнении работ сидя согласно ГОСТ 12.2.032-78[1]. – Организация рабочих мест с электронно-вычислительными машинами регулируется СП 2.2.3670-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда"[2], раздел XXII. –Трудовые отношения регулируются согласно ТК РФ ФЗ–197 от 30.12.2001[18].
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>2.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Повышенный уровень электромагнитных излучений - Повышенный уровень шума - Слабая освещённость рабочей зоны - Отклонение микроклиматических условий

	<p>- Умственное перенапряжение</p> <p>2.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <p>- Опасность поражения электричеством</p> <p>- Возможность возникновения короткого замыкания.</p>
3. Экологическая безопасность:	<p>Анализ негативного воздействия на окружающую природную среду: утилизация персональных компьютеров и другой используемой оргтехники, а также люминесцентных ламп.</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>Возможной чрезвычайной ситуацией техногенного характера для данной сферы деятельности является пожар в результате возгорания электропроводки, перегрева рабочих частей персонального компьютера. Создание общих правил поведения и рекомендаций во время пожара, разработка плана эвакуации, ознакомление с использованием огнетушителей типа ОУ-5.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	10.02.2020
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Б71	Борт Григорий Андреевич		

Реферат

Пояснительная записка содержит 60 страниц машинописного текста, 18 таблиц, 4 рисунка, 1 список использованных источников из 18 наименований.

Цель работы: Создание рекомендательного сервиса для электронного каталога библиотеки ТПУ с использованием гибридного подхода основанного на рекомендациях по содержанию и на основе коллаборативной фильтрации.

В данной работе было проведено исследование рекомендательных систем и методов построения рекомендаций (рекомендации по популярности, рекомендации по содержанию, коллаборативная фильтрация). Изучены меры схожести. Проанализированы тестовые данные. Разработан и внедрен сервис рекомендаций для электронного каталога библиотеки ТПУ.

Ключевые слова: рекомендательная система, коллаборативная фильтрация, гибридный подход, микросервис, каталог библиотеки.

Содержание

Введение	13
1. Обзор литературы	15
2. Объект и методы исследования	17
2.1 Рекомендации по содержанию.	17
2.2 Методы коллаборативной фильтрации.....	17
2.3 Гибридный подход.....	19
2.4 Схожесть документов	20
2.5 Используемые инструменты	21
2.6 Выводы по разделу	21
3. Расчеты и аналитика	23
3.1 Гибридный подход рекомендаций.	23
3.2 Модель построения рекомендаций	24
3.3 Архитектура сервиса.....	24
3.4 Коллаборативная фильтрация.....	25
3.5 Алгоритм загрузки данных	26
3.6 Выводы по разделу	26
4. Результаты	27
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	33
5.1 Организация и планирование работ	33
5.1.1 Продолжительность этапов работ	34
5.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта	38
5.2.1 Расчет затрат на материалы	38
5.2.2 Расчет заработной платы.....	39
5.2.3 Расчет затрат на социальный налог	40
5.2.4 Расчет затрат на электроэнергию	40
5.2.5 Расчет амортизационных расходов.....	41
5.2.6 Расчет прочих расходов	42
5.2.7 Расчет общей себестоимости исследования	42
5.2.8 Расчет прибыли	43
5.2.9 Расчет НДС	43
5.2.10 Цена разработки НИР	43

5.3 Выводы по разделу	43
6. Социальная ответственность	45
6.1 Введение в раздел	45
6.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	45
6.3 Производственная безопасность	46
6.2.1 Повышенный уровень электромагнитного излучения.....	48
6.2.2 Повышенный уровень шума.....	49
6.2.3 Слабая освещённость рабочей зоны	50
6.2.4 Отклонение микроклиматических условий	50
6.2.5 Умственное перенапряжение.....	52
6.2.6 Опасность поражения электричеством.....	52
6.2.7 Возможность возникновения короткого замыкания.....	54
6.3 Экологическая безопасность.....	54
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	55
6.5 Выводы по разделу	56
Заключение	57
Список литературы	58

Введение

Одним из активно развивающихся направлений развития информационных продуктов является разработка рекомендательных систем — инструментов, которые пытаются предсказать, какие объекты будут интересны пользователю, зная о нем некоторые сведения.

На сегодняшний день достаточно тяжело представить себе сайт электронной коммерции, где не были бы задействованы рекомендательные системы. Изначально, рекомендательные системы созданы для предсказания того, чтобы предсказывать, какие объекты будут интересны пользователю, основываясь на известных о нем сведениях. Почти на любой платформе выбрав какой-либо товар или услугу, пользователь непременно получит список вещей, которые похожи на данную, а, следовательно могут привлечь будущего покупателя.

Самым простым методом построения рекомендаций являются рекомендации по популярности — пользователям рекомендуют наиболее популярные товары. Так же существуют более эффективные рекомендации — на основе содержания — пользователю будут рекомендовать наиболее популярные товары со схожими ключевыми словами, из той же предметной области или схожим жанром, в зависимости от природы товара. Но такие рекомендации не предполагают наличие персональных предложений, а следовательно пользователи могут пропустить менее популярные товары, которые были бы ближе их интересам.

Для построения персональных рекомендаций может использоваться коллаборативная фильтрация — технология прогнозирования предпочтений пользователя с учетом интересов других пользователей сервиса. Работа данной технологии основывается на утверждении о том, что пользователи, одинаково оценившие предметы системы, имеют склонность одинаково оценить и другие предметы системы.

Но такие системы могут применяться и в некоммерческой сфере, целью данной работы является исследование рекомендательных систем для

электронного каталога библиотеки ТПУ. В сфере электронных каталогов библиотек рекомендательные системы помогут пользователям находить книги и статьи, ранее им не известные, которые могли затеряться в общем потоке информации, но до сих пор являющимися актуальными.

Объектом исследования является рекомендательный сервис электронного каталога библиотеки. Предметом исследования являются модели архитектуры и подходы, применяемые для создания рекомендаций.

Исходя из поставленной задачи, было принято решение создавать приложение на основе микросервисной архитектуры, потому что электронный каталог библиотеки ТПУ переходит на микросервисную архитектуру, так как такой подход повышает гибкость при разработке приложения, позволяет легко масштабировать приложение по горизонтали, а так же позволит в дальнейшем перенести систему и на другие электронные каталоги библиотек.

Архитектурный стиль REST используется, потому что позволяет взаимодействовать модулям друг с другом и с базами данных, а так же является наиболее популярным стилем архитектуры для построения веб-сервисов.

В качестве базы данных будет использоваться PostgreSQL, так как она имеет множество различных возможностей, достаточно безопасна и имеет высокую производительность.

Результатом работы является создание рекомендательного сервиса для электронного каталога библиотеки ТПУ с использованием гибридного подхода к построению рекомендаций на языке JavaScript в экосистеме NodeJs. Такой выбор методов разработки вызволил создать современное актуальное приложение.

1. Обзор литературы

Тема рекомендательных систем сегодня развивается быстрыми темпами, а следственно все больше исследователей заинтересованы в развитии данного направления. Например, в 2009 году компанией Netflix было организовано открытое соревнование Netflix prize, целью которого было улучшение алгоритма рекомендаций. Главный приз в размере 1 миллиона долларов был выдан команде BellKor's Pragmatic Chaos, которой удалось улучшить результаты на 10,06 %[3].

Уже существует достаточное количество литературы на данную тему. К примеру, в своей книге «Рекомендательные системы на практике» К. Фальк рассказывает о рекомендательных системах, которые собирают данные о пользователе и выводят для него персональные рекомендации, согласно его вкусам и предпочтениям. В книге предоставлена основная информация об рекомендательных системах, включая обзор и описание, как ключевых методов работы, так и тонких аспекты разработки, позволяющие системе рекомендаций максимально точно строить прогноз предпочтений пользователя. Так же рассматриваются методы оценки построенных рекомендаций и возможность использования гибридного подхода[4].

Так же, в своей научной диссертации Lerche Lukas рассматривает методы получения откликов на товары, а именно неявные и явные отклики, а так же методики их подсчета и приведения неявных откликов к виду явных:

- Явные отклики это оценки и сведения, напрямую оставленные пользователем, дают достаточно четкое понимание того, какое данный пользователь имеет отношение к товару.

- Неявные отклики состоят из всевозможных зафиксированных действий пользователя на странице товара, даже если он не оставлял явных оценок товарам, зачастую содержат огромные объемы данных, тяжело поддающихся обработке и исследованию[5].

Другим немаловажным направлением исследования являются технологии программирования. В книге «Node.js Разработка серверных веб-приложений на JavaScript» Дэвид Хэррон описывает возможности и преимущества платформы Node.js, которые включают:

- Высокая производительность
- Масштабируемость
- Ассинхронный ввод и вывод

Дополнительно в книге присутствует большое количество практических примеров, таких как серверные и клиентские объекты HTTP, каркасы Connect, Express, примеры работы с базой данных на основе SQL и MongoDB[6].

2. Объект и методы исследования

В соответствии с обозначенным во введении объектом и предметом исследования была определена цель работы: создание рекомендательного сервиса для электронного каталога НТБ ТПУ на основе гибридного подхода к построению рекомендаций.

Входными данными для данной работы является база документов, включающая информацию о каждом документе в ней, в том числе название, список авторов, данные об издании, ключевые слова и предметные рубрики. Так же на вход подается список выполненных заказов документов, состоящий из двух столбцов – ID пользователя и ID документа. Соответствие пользователя и документа обозначает, что данный пользователь заказал этот документ. В рамках данной работы, мы не имеем каких либо неявных оценок пользователей.

2.1 Рекомендации по содержанию.

Рекомендации, основанные на содержании, или content—based, просто предлагают пользователю наиболее популярные продукты и материалы, имеющие схожую рубрику и ключевые слова. Являются самыми простыми для реализации, но их основной недостаток в отсутствии персонализированных предложений.

2.2 Методы коллаборативной фильтрации

Коллаборативная фильтрация — технология прогнозирования предпочтений пользователя с учетом интересов других посетителей интернет-ресурса. Работа данной технологии основывается на утверждении о том, что пользователи, одинаково оценившие предметы системы, имеют склонность одинаково оценить и другие предметы системы. На основе собираемой информации система рекомендует те товары, которыми аудитория со схожими интересами уже интересовалась, а конкретный человек — еще нет.

User — based или фильтрация на основе пользователей

Традиционно, коллаборативная фильтрация делится на два подхода. Первым, и наиболее распространённым является подход, основанный на сходстве пользователей (user based). Его суть заключается в анализе

предыдущих оценок или поведения пользователя с последующим поиском в системе других пользователей, чьи предпочтения совпадают исследуемым объектом. Таким образом, делается прогноз, что те продукты, которые понравились пользователям, схожим с исследуемым, понравятся и данному пользователю.

Тем не менее, у user—based подхода есть существенный недостаток: с увеличением количества пользователей рекомендательных систем линейно увеличивается сложность вычисления персонализированной рекомендации.

Когда количество объектов для рекомендаций большое, затраты на user—based подход могут быть оправданы. Однако во многих сервисах количество объектов в разы меньше количества пользователей. Для таких случаев и придуман item—based подход.

Item based или фильтрация на основе документов

Модель на основе документов строится на основе схожего предположения: похожие между собой документы будут с большой долей вероятности оценены пользователем одинаково. Следовательно, необходимо вычислить схожесть всех пар продуктов и предлагать пользователю наиболее схожие с интересовавшим его товаром.

Однако эти подходы имеют многие недостатки, но для данной задачи наиболее существенными будут следующие:

- Проблема холодного старта

Проблема холодного старта возникает в ситуациях, когда в систему добавляется новый пользователь или документ, о котором на начальном этапе нет никакой или имеется совсем мало информации, не позволяя сделать релевантные рекомендации.

- Масштабируемость

Рано или поздно при добавлении новых пользователей или документов в систему время работы алгоритма существенно возрастет, что станет особенно серьезной проблемой для платформ, подбор рекомендаций на которых осуществляется в реальном времени.

2.3 Гибридный подход

Для того чтобы использовать сильные стороны алгоритмов и снизить ущерб от их недостатков существуют гибридные рекомендательные системы, объединяющие работу нескольких алгоритмов.

Наиболее простым является способ взвешенной комбинации (weighted). Интуитивно понятный способ объединения рекомендаций двух или более алгоритмов — присвоение каждому из них весового коэффициента и вычисление линейной комбинации рейтингов для каждого из объектов.

Другим вариантом является switching — рекомендации строятся, переключаясь между разными методами построения рекомендаций, работающими независимо, на основе критериев для переключения.

Так же существует способ mixed — итоговый список состоит из смеси результатов различных подходов. Такой способ используется для построения больших непрерывных списков рекомендаций.

На основе рекомендаций по содержанию создан подход feature combination, смысл которого в том, что бы объединять признаки от разных подходов, например, возможно использовать результаты работы коллаборативной фильтрации как признаки для content—based подхода.

Метод cascade предполагает поэтапное применение нескольких моделей для уточнения итоговых рекомендаций, начиная с менее точных методов и заканчивая более сложными и время затратными[7].

Допустим, мы хотим объединить результаты коллаборативной фильтрации и метода на основе содержимого. Для данной задачи наиболее подходящим будет метод switching — рекомендации будут строиться в зависимости от количества оценок продукта в системе, если у объекта достаточно оценок, будет использована коллаборативная фильтрация, в ином случае будет использован подход на основе содержания.

2.4 Схожесть документов

Для того, что бы понять, похож документ А на документ Б нам необходимо вычислить их схожесть, иными словами вычислить их меру схожести — безразмерный показатель сходства сравниваемых объектов.

Обозначим наиболее известные меры схожести:

- Косинусная мера
- Условно-вероятностная мера
- Мера Жакара
- Косинусная мера

Если рассматривать все оценки, выставленные отдельно взятым пользователем как вектор в многомерном пространстве, то возможно сравнение пользователей с помощью косинусной меры (формула 1).

$$s(x, y) = \frac{x * y}{||x|| * ||y||} = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} x_i * y_i}{\sqrt{\sum_{i=0}^{n-1} x_i^2} * \sqrt{\sum_{i=0}^{n-1} y_i^2}}$$

Формула 1 Косинусная мера

Соответственно, косинусное сходство может принимать значения от -1 до +1. Если векторы указывают в одном и том же направлении, косинусное сходство равно +1. Если векторы указывают в противоположных направлениях, сходство косинусов равно -1.

Условно — вероятностная мера

Под условно—вероятностной мерой для двух документов i и j понимается отношение количества пользователей, которые заказали оба документа к количеству пользователей, заказавших первый документ (формула 2).

$$r_{ij} = \frac{N_i \cap N_j}{N_i}$$

Формула 2 Условно—вероятностная мера

Мера сходства Жакара

Сходство Жакара вычисляется как отношение пересечения векторов оценок документов на объединение этих векторов (формула 3).

$$\omega_{a,b} = Jacard(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|}$$

Формула 3 Мера Жакара

Таким образом, в зависимости от метода фильтрации строится матрица рейтингов, показывающая все оценки пользователя в системе, и на ее основе рассчитывается матрица схожести всех документов[8].

2.5 Используемые инструменты

В качестве основного языка программирования был выбран JavaScript и среда выполнения Node.JS, так как это удобный инструмент для создания серверного приложения, поддерживающий асинхронную работу и неблокируемую модель ввода-вывода. Среди других его преимуществ, стоит отметить его скорость и легкость в использовании, если разработчик уже знаком с языком программирования JavaScript, а так же открытый код, позволяющий среде быстро развиваться усилиями многих людей.

Поскольку целью данной работы является создание серверного приложения, то будет использоваться архитектурный стиль взаимодействия компонентов REST. Из его плюсов стоит отметить высокую производительность и возможность масштабирования для обеспечения большего числа компонентов и их взаимодействия.

2.6 Выводы по разделу

В ходе исследования возможных мер схожести и подходов к построению рекомендаций был сделан выбор, использовать гибридный подход switching.

В случае если документ заказывался редко или никогда не заказывался, пользователю, заказавшему данный документ, будут предложены наиболее релевантные документы из схожей предметной области и с совпадающими ключевыми словами.

Если же в системе достаточно данных о заказах документа, то пользователю будут предложены документы, наиболее похожие на заданный, вычисленные с помощью item—based подхода коллаборативной фильтрации.

Основной была выбрана условно—вероятностная мера, так как входные данные содержат только сведения о заказе документа пользователем, без численных оценок.

Приложение будет разработано в среде Node.js с использованием архитектурного стиля взаимодействия REST.

3. Расчеты и аналитика

В ходе исследования были построены следующие алгоритмы, методы и подходы:

3.1 Гибридный подход рекомендаций.

Разработан механизм получения рекомендаций с помощью гибридного подхода switching к построению рекомендаций. На сервис поступает запрос о документе, в ответ сервис делает запрос в базу, на что база возвращает данные о заказах документа. Если в базе данных есть данные о заказах документа, то рекомендации строятся с использованием коллаборативной фильтрации, иначе строятся рекомендации по содержанию(content – based) (рис. 2).

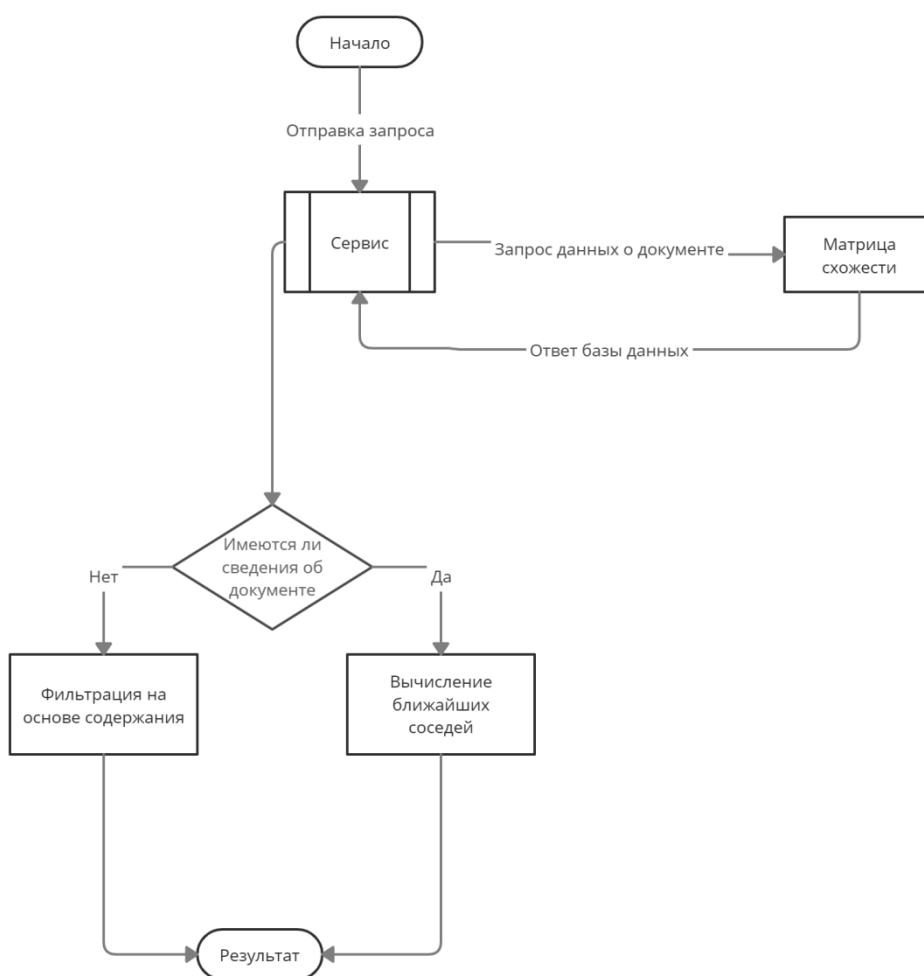


Рис. 1 Блок-схема гибридного подхода рекомендаций

3.2 Модель построения рекомендаций

Разработана модель сервиса рекомендаций, состоящая из следующих блоков: веб сайт системы, база электронного каталога библиотеки, блок, строящий рекомендации (рис.2).

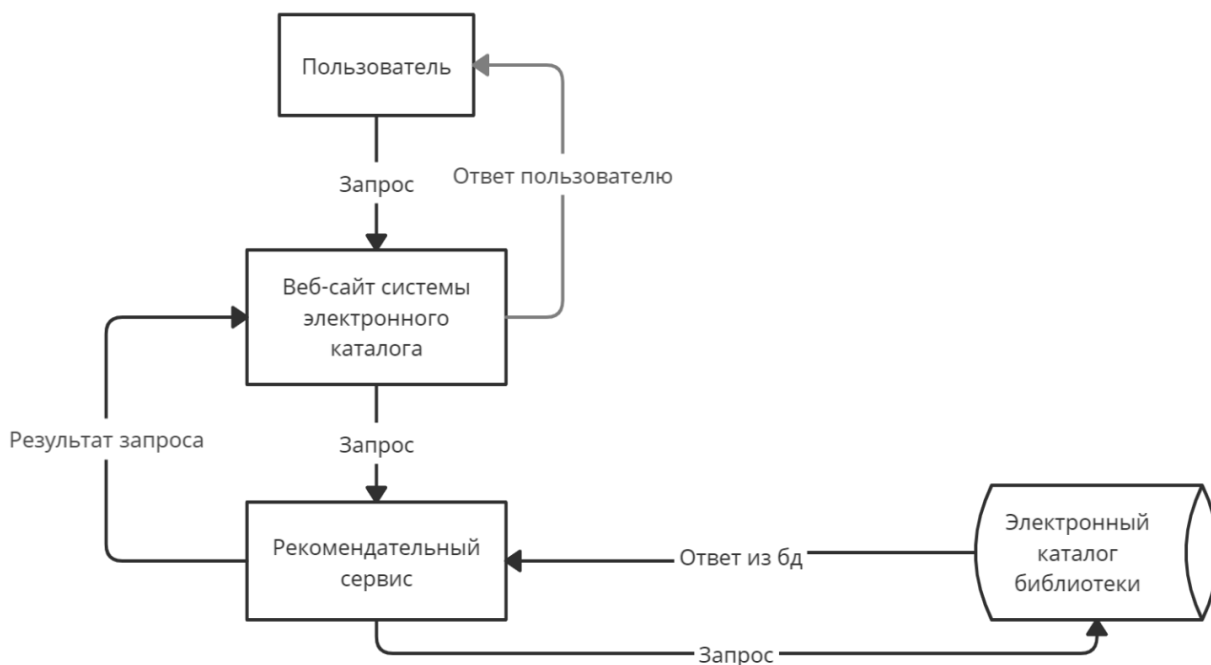


Рис. 2 Модель работы сервиса рекомендаций

3.3 Архитектура сервиса.

В ходе работы была спроектирована архитектура сервиса, делящаяся на 3 среды: среда клиента, среда сервера, среда хранения данных (рис.3).

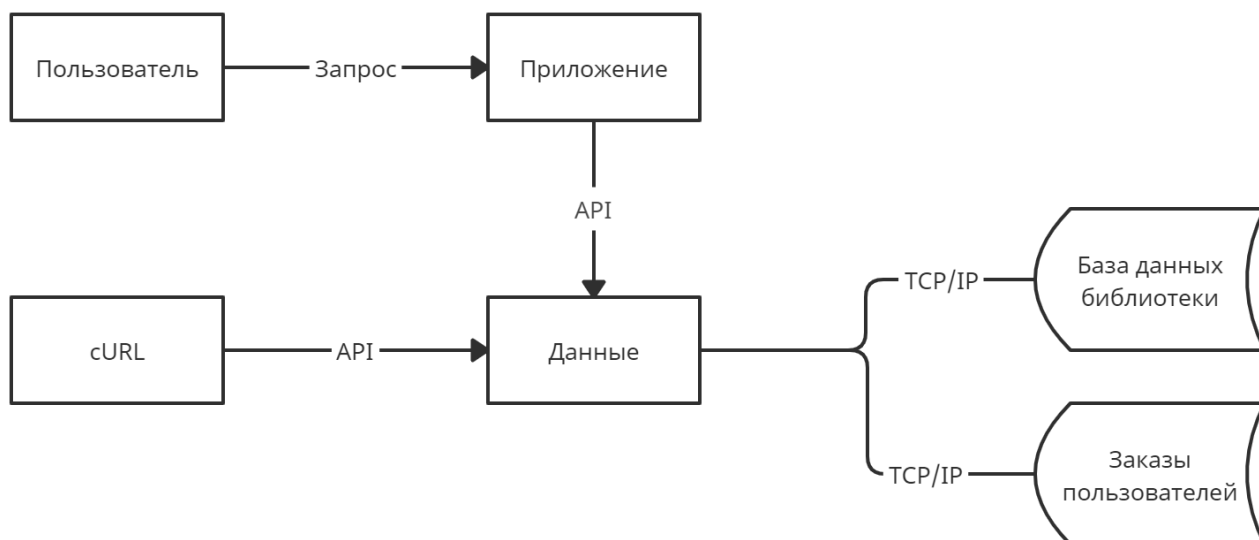


Рис. 3 Архитектура сервиса

3.4 Коллаборативная фильтрация.

В ходе исследования было выявлено, что наиболее подходящий метод это item – based фильтрация на основе условно-вероятностной меры.

Модуль коллаборативной фильтрации собирает матрицу рейтингов из всех существующих оценок, где столбцы это ID пользователей и строки это ID документов, если документ пользователем не заказывался, ячейка не заполняется, иначе в нее вписывается общее количество заказов этого документа (таблица 1).

Таблица 1 Матрица рейтингов

	Doc01	Doc02	Doc03	...
User01	2	-	-	...
User02	2	1	-	...
...

Далее рассчитывается матрица схожести по формуле 2, значения на главной диагонали не заполняются, в остальных ячейках значение схожести двух документов между собой. Матрица симметрична относительно главной диагонали (таблица 2).

Таблица 2 Матрица схожести

	Doc01	Doc02	Doc03	...
Doc1	/	0,522	0	...
Doc2	0,522	/	0	...

Doc3	0	0	/	...
...

3.5 Алгоритм загрузки данных

Перед началом работы необходимо привести данные в должный вид. Необходимо анонимизировать данные, нормализовать значения, а так же для экономии памяти удалить пустые ячейки из базы данных сервиса и удалить пользователей, оценивших менее пяти документов, и документы, имеющие менее пяти оценок.

3.6 Выводы по разделу

В ходе исследования была спроектирована архитектура сервиса, построена блок-схема работы гибридного подхода switching, разработана модель построения рекомендаций. Проведено исследование методов коллаборативной фильтрации, в ходе которого наиболее подходящим оказался item — based подход на основе условно—вероятностной меры.

4. Результаты

В ходе работы был разработан сервис, позволяющий строить рекомендации (рис.4).

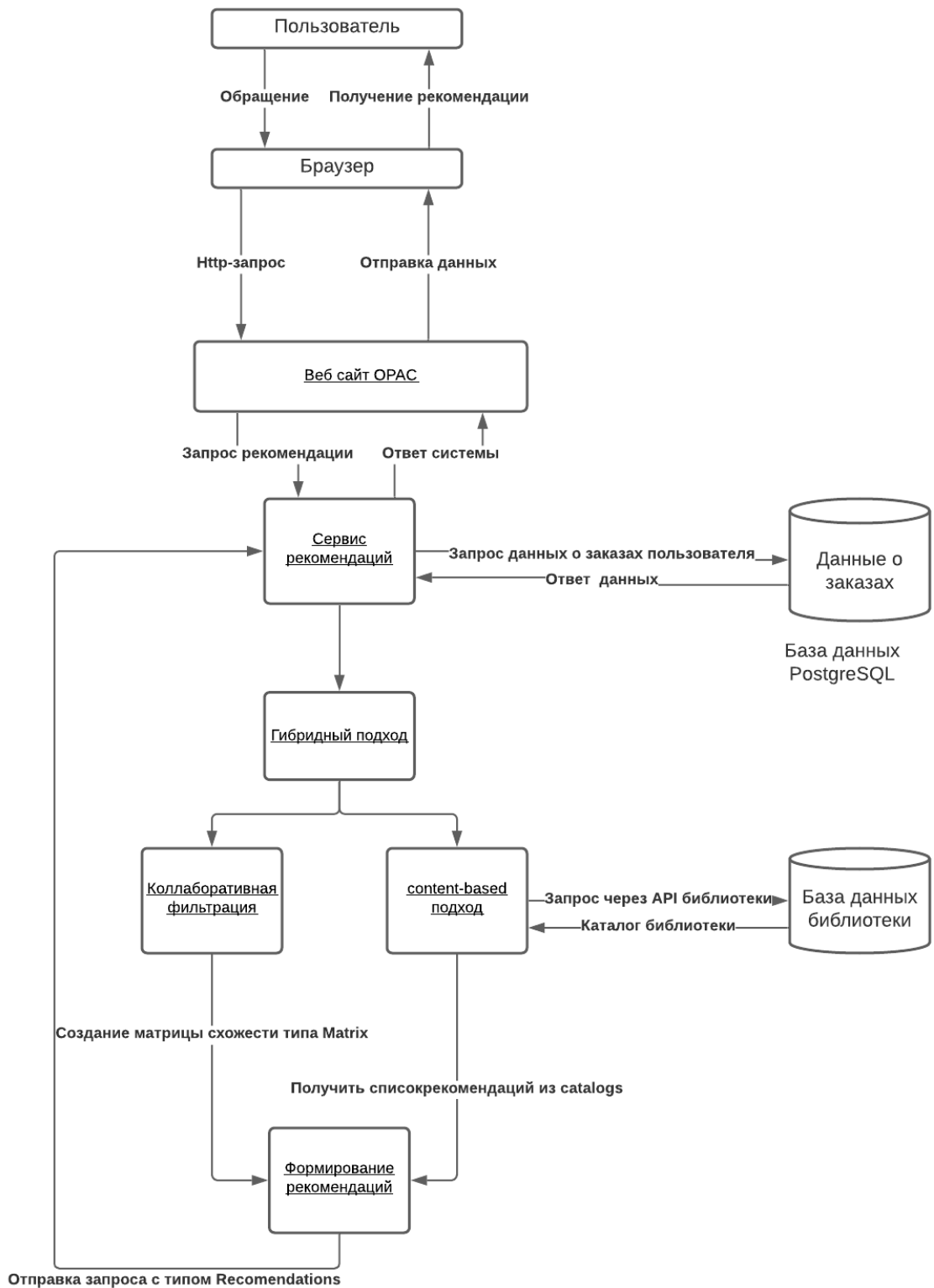


Рис. 4 Диаграмма сервиса

Для работы приложения создан API сервер на платформе Node.js используя фреймворк express.js.

Для хранения данных создана база данных PostgreSQL, предназначенная для хранения данных(Data), фильтров(Filter), матриц подобия(Matrix), рекомендаций (Recommendation) и каталогов (Catalogs).

Фильтр был создан для возможности обработки разделенных структур данных с помощью коллаборативной фильтрации с разными параметрами.

Каталоги созданы для хранения данных из электронного каталога библиотеки, полученных с помощью API библиотеки.

Между сущностями фильтр и матрица схожести установлено соотношение один ко многим, так как один фильтр может обрабатывать несколько матриц, но одну матрицу обрабатывает только один фильтр.

Взаимодействие между приложением и данными происходит через API library filter, включающий следующие возможности:

- Создание запросов на загрузку данных
- Создание запросов на чтение данных
- Изменение данных
- Создание фильтров
- Изменение фильтров
- Чтение фильтров
- Выполнение команд фильтров
- Создание матриц близости
- Получение матриц
- Изменение матриц
- Создание рекомендаций
- Дополнение рекомендаций

Для обращения к различным типам данных следующие HTTP- запросы:

- Для типа данных Data (Таблица 4).

Таблица 4 Запросы для типа данных Data

Тип запроса	Название	Описание
/data		
Post	Создать данные	Создает данные
Get	Получить данные	Получает данные из базы данных
/data/{id}		
Get	Получить элемент данных	Получает элемент данных с заданным id
Put	Обновить элемент данных	Изменяет элемент с заданным id
Delete	Удалить элемент данных	Удаляет элемент с заданным id
/data/count		
Get	Получить общее количество данных	Получает общее количество данных

- Для типа данных Filters (Таблица 5).

Таблица 5 Запросы для типа данных Filters

Тип запроса	Название	Описание
/filters		
Post	Создать фильтр	Создает фильтр с заданными параметрами
Get	Получить список фильтров	Получает список всех существующих фильтров
/filters/{id}		
Get	Получить фильтр	Получает фильтр с заданным id

Put	Обновить фильтр	Изменяет параметры фильтра с заданным id
Delete	Удалить фильтр	Удаляет фильтр с заданным id
/filters/count		
Get	Получить общее количество фильтров	Получает общее количество фильтров

- Для типа данных Matrix (Таблица 6).

Таблица 6 Запросы для типа данных Matrix

Тип запроса	Название	Описание
/matrix		
Post	Создать матрицу	Создает матрицу подобию
Get	Получить список матриц	Получает список всех матриц
/matrix/{id}		
Get	Получить матрицу	Получает матрицу с заданным id
Put	Обновить матрицу	Изменяет матрицу с заданным id
Delete	Удалить матрицу	Удаляет матрицу с данным id
/matrix/count		
Get	Получить количество матриц	Получает общее количество матриц
/matrix/{id}/{command}		
Post	Выполнить одну из команд	Выполняет одну из команд: create — создает матрицу, drop — удаляет матрицу

- Для типа данных Recommendations (Таблица 7).

Таблица 7 Запросы для типа данных Recommendation

Тип запроса	Название	Описание
/ Recommendations		
Post	Создать рекомендацию	Создает рекомендацию
Get	Получить список рекомендаций	Получает список всех рекомендаций
/ recommendations/{id}		
Get	Получить рекомендацию	Получить рекомендацию с заданным id
Put	Обновить рекомендацию	Изменяет рекомендацию с заданным id
Delete	Удалить рекомендацию	Удаляет рекомендацию с заданным id
/recommendations/count		
Get	Получить количество рекомендаций	Получает количество рекомендаций

- Для типа данных catalogs (Таблица 8).

Таблица 8 Запросы для типа данных catalogs

Тип запроса	Название	Описание
/catalogs		
Post	Создать каталог	Создает каталог данных из библиотеки
Get	Получить список каталогов	Получает существующий каталог
/catalogs/{id}		
Get	Получить каталог	Получает каталог с заданным id

Put	Обновить каталог	Обновляет каталог с заданным id
Delete	Удалить каталог	Удаляет каталог с заданным id
/catalogs/{id}/search/{docid}		
Get	Выполнить поиск документов на основе заданного	Выполняет поиск похожих документов на заданный
/catalogs/count		
Get	Общее количество каталогов	Получает количество каталогов

Тестирование

Так же для корректной работы необходимо провести тестирование, предполагающее проверку всех запросов для всех данных.

Тест считается пройденным, если ответом на каждый запрос будет состояние 200 или 201, означающий успешное прохождение запроса с возможным созданием ресурса.

Полный код программы можно найти по ссылке в репозитории Bitbucket: https://bitbucket.org/oleg_kolobov/lf/src/master/.

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В работе осуществляется создание сервиса, предназначенного для построения рекомендаций книг в электронном каталоге библиотеки. Целью данного раздела является экономическое обоснование данной научной разработки, а также определение и расчет трудовых и денежных затрат на её создание.

5.1 Организация и планирование работ

Для успешной организации процесса работы над конкретной задачей необходимо рационально спланировать занятость каждого из участников и сроки проведения отдельных этапов работы.

На данном этапе составляется полный список необходимых работ, назначаются их исполнители и продолжительность. Результатом планирования работ является линейный график реализации проекта.

Перечень этапов настоящей работы и продолжительность их выполнения в процентном соотношении для научного руководителя (НР) и исполнителя (И) представлены в таблице 9.

Таблица 9. Распределение занятости научного руководителя и исполнителя по этапам работы

Основные этапы	№	Содержание работ	Исполнитель
Разработка технического задания	1	Постановка целей и задач	Руководитель
	2	Составление и утверждение ТЗ (структура исследования, схемы модели)	Руководитель
Выбор направления исследований	3	Подбор и изучение материалов по теме	Исполнитель
	4	Календарное планирование работ	Руководитель
Теоретические исследования	5	Выбор методов исследования	Руководитель
	6	Проведение исследования	Исполнитель
	7	Выбор ПО и технологий	Исполнитель
	8	Проектирование архитектуры сервиса	Исполнитель
	9	Реализация сервиса	Руководитель
	10	Написание тестов	Исполнитель

Оформление отчёта по НИР	11	Составление пояснительной записки по проекту	Исполнитель
--------------------------	----	--	-------------

5.1.1 Продолжительность этапов работ

Для определения ожидаемой продолжительности работ $t_{ож}$ с помощью экспертных оценок были использованы следующие формулы:

$$t_{ож} = \frac{3t_{min} + 2t_{max}}{5} \quad (4)$$

где:

t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.

Длительность этапов в рабочих днях $T_{РД}$ вычислялась по формуле:

$$T_{РД} = t_{ож} * K_{Д} \quad (5)$$

где:

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсации и согласование работ ($K_{Д} = 1,2$).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях $T_{КД}$ ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} * T_{К} \quad (6)$$

где:

$T_{РД}$ – продолжительность выполнения этапа в рабочих днях;

$T_{К}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}} \quad (7)$$

где:

$T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 365$);

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 53$);

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 16$).

Все расчеты по трудозатратам представлены в таблице 10. В ней итоги продолжительности этапов работы в рабочих и календарных днях являются

общими трудоемкостями для каждого из участников проекта. Результаты, представленные в таблицы, будут использоваться для дальнейших расчетов. Величины трудоемкости этапов по исполнителям $T_{КД}$ позволяют построить линейный график осуществления проекта, приведенный в таблице 11.

Таблица 10 Трудозатраты на выполнение проекта

Этапы работы	Продолжительность работ, дни			Длительность работ, чел/дн.	
	t _{min}	t _{max}	t _{ож}	T _{рд}	T _{кд}
Постановка целей и задач	1	2	1,4	1,68	2,07
Составление и утверждение ТЗ (структура исследования, тип модели)	2	6	3,6	4,32	5,31
Подбор и изучение материалов по теме	20	25	22	26,4	32,47
Календарное планирование работ	2	3	2,4	2,88	3,54
Выбор методов исследования	3	7	4,6	5,52	6,79
Проведение исследования	25	40	31	37,2	45,76
Выбор ПО и технологий	5	7	8,8	10,56	12,88
Проектирование архитектуры сервиса	4	6	7,2	8,64	10,54
Реализация сервиса	8	12	14	16,8	20,49
Написание тестов	2	4	2,8	3,36	4,13
Составление пояснительной записки по проекту	10	15	12	14,4	17,71
Итого:			109,8	131,76	161,69

Таблица 11 Линейный график осуществления проекта

№	Вид работы	Исполнители	Тк (кал. дн.)	Продолжительность выполнения работ											
				Январь		Февраль			Апрель			Май			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Постановка целей и задач	Руководитель	2,07	■											
2	Составление и утверждение ТЗ	Руководитель	5,31	■											
3	Подбор и изучение материалов по теме	Исполнитель	32,4 7		■	■									
4	Календарное планирование работ	Руководитель	3,54			■									
5	Выбор методов исследования	Руководитель	6,79				■								
6	Проведение исследования	Исполнитель	45,7 6				■	■	■						
7	Выбор ПО и технологий	Исполнитель	12,8 8							■	■				
8	Проектирование архитектуры сервиса	Исполнитель	10,5 4								■	■			
9	Реализация сервиса	Руководитель	20,4 9									■	■	■	
10	Написание тестов	Исполнитель	4,13											■	
11	Составление пояснительной записки по проекту	Исполнитель	17,7 1												■

5.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание исследования. Расчет сметной стоимости выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

5.2.1 Расчет затрат на материалы

В материальных затратах будут учтены только расходы на канцелярские принадлежности и картриджи для принтера, так как все необходимые для работы над проектом материалы имелись в распоряжении кафедры, на которой велась разработка. Материалы, необходимые для выполнения данной работы, и расчет материальных затрат представлены в таблице 12.

Таблица 12 Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Бумага для принтера формата А4	230	1 уп.	230
Ручка шариковая	30	2 шт.	60
Картридж для принтера	1400	1 шт.	1400
Тетрадь в клетку формата А4 96 л.	400	1 шт.	400
Итого:			2090

Пусть транспортно-заготовительные расходы (ТЗР) составляют 10 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны $C_{\text{мат}} = 2090 * 1,1 = 2299$ руб.

5.2.2 Расчет заработной платы

Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Месячный оклад научного руководителя, занимающего должность доцента и имеющего степень кандидата технических наук, составляет 33664 руб./мес. Месячный оклад исполнителя, являющегося Исполнителем-исследователем, составляет 9489 руб./мес.

Исходя из того, что в месяце в среднем 25,083 рабочих дня при пятидневной рабочей неделе среднедневная тарифная заработная плата (ЗП_{дн-т}) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = \text{МО} / 25,083 \quad (8)$$

учитывающей, что в году 301 рабочий день и, следовательно, в месяце в среднем 25,083 рабочих дня (при пятидневной рабочей неделе).

Для учета в составе таблицы 5 премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{\text{ГПР}} = 1,1$; $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,118$; $K_{\text{р}} = 1,3$. Таким образом, для перехода от тарифной суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{\text{и}} = 1,1 * 1,118 * 1,3 = 1,699$. Для пятидневной недели – 1,62.

Таблица 13 Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	33 664	1342,1	38	1,699	85188,67
И	9489	378,3	115	1,62	70477,29
Итого:					155665,96

5.2.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30% от полной заработной платы по проекту, т.е.

$$C_{\text{соц}} = C_{\text{зп}} * 0,3 = 155665,96 * 0,3 = 46699,79 \text{ руб.}$$

5.2.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию при работе оборудования (компьютера и принтера). Затраты на электроэнергию при работе оборудования $C_{\text{эл.об.}}$ рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} * Ц_{\text{э}} * t_{\text{об}} \quad (9)$$

где:

$P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$Ц_{\text{э}}$ – тарифная цена за 1 кВт·час;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

Мощность $P_{\text{об}}$, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{ном.}} * K_{\text{с}} \quad (10)$$

где:

$P_{\text{ном.}}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_{\text{с}}$ – коэффициент загрузки (для технологического оборудования малой мощности $K_{\text{с}} = 1$).

Номинальная мощность персонального компьютера составляет 0,3 кВт, принтера – 0,1 кВт. Для ТПУ с учетом налога на добавленную стоимость (НДС) $Ц_{\text{э}} = 6,59$ руб./кВт·час.

Время работы оборудования $t_{\text{об}}$ для исполнителя вычисляется на основе данных таблицы трудозатрат:

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рд}} * K_{\text{т}} \quad (11)$$

где:

$K_{\text{т}} \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к ТРД.

Из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов, а работа выполнялась 135 рабочих дней, получим, что общее время выполнения проекта составляет 1080 часов.

Так как работа на компьютере проводилась по 7 часов в день из 8, то $K_t = 0,88$. Тогда из 1080 часов, потраченных исполнителем на осуществление проекта, 950 часов были проведены за компьютером. Принтер использовался примерно в течении 10 часов. Затраты на электроэнергию при работе оборудования сведены в таблицу 14.

Таблица 14 Затраты на электроэнергию технологических целей

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт	Затраты $\Sigma_{об}$, руб.
Персональный компьютер	950	0,3	1601,37
Лазерный принтер	10	0,1	6,59
Итого:			1607,96

5.2.5 Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта.

Амортизационные отчисления рассчитываются по времени использования компьютера по формуле:

$$C_{ам} = N_A * C_{об} * t_{рф} * n / F_d \quad (12)$$

где:

N_A – годовая норма амортизации;

$C_{об}$ – цена оборудования;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени;

$t_{рф}$ – время работы вычислительной техники;

n – число задействованных единиц оборудования, $n = 1$.

Годовая амортизация N_A определяется как величина, обратная сроку амортизации оборудования C_A . Срок амортизации оборудования определяется согласно постановлению правительства РФ «О классификации основных

средств, включенных в амортизационные группы». Для компьютера примем $C_A = 3$ года, тогда $N_A = 0,33$. Для принтера примем $C_A = 2$ года, тогда $N_A = 0,5$.

F_d – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году. $F_d = 303 * 8 = 2424$ часа;

Расчет затрат на амортизационные отчисления представлен в таблице 15.

Таблица 15 Затраты на амортизационные отчисления

Наименование оборудования	Норма амортизации и оборудования N_A	Стоимость оборудования $C_{об}$, руб.	Фактич. время работы оборудования $t_{рф}$, ч.	Действ. годово й фонд раб. Времени F_d , ч.	Амортиза ц. отчислен ия $C_{ам}$, руб.
Персональный компьютер	0,33	50000	810	2424	5012,37
Лазерный принтер	0,5	8000	10	2424	16,5
Итого:					5028,87

5.2.6 Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{проч} = 0,1 * (C_{мат} + C_{зп} + C_{соц} + C_{эл.об.} + C_{ам}) \quad (13)$$

$$C_{проч} = 0,1 * (1990 + 155665,96 + 46699,79 + 1607,96 + 5028,87) = 21130,16.$$

Таким образом, накладные расходы составили 21130,16 руб.

5.2.7 Расчет общей себестоимости исследования

Общая стоимость проведения исследования определяется путем суммирования затрат по всем статьям и представлена в таблице 16. Расчеты расходов, учитываемых непосредственно на основе платежных документов отсутствуют.

Таблица 16 Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	2299
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	155665,96
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	46699,79
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.}}$	1607,96
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	5028,87
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	21130,16
Итого:		232431,74

Таким образом, затраты на исследование составили $C = 232431,74$ руб.

5.2.8 Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может определяться различными способами. Если исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в размере $5 \div 20$ % от полной себестоимости проекта. В нашем примере она составляет 46486,35 руб. (20 %) от расходов на разработку проекта.

5.2.9 Расчет НДС

НДС составляет 20% от суммы затрат на исследование и прибыли. В нашем случае это $(232431,74 + 46491,87) * 0,2 = 278951,23 * 0,2 = 55790,25$ руб.

5.2.10 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае

$$C_{\text{НИР(КР)}} = 232431,74 + 46486,35 + 55790,25 = 334708,34 \text{ руб.}$$

5.3 Выводы по разделу

Проведено комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы.

Составлен перечень проводимых работ, их исполнителей и продолжительность выполнения этапов работ, составлен линейный график.

Рассчитана смета затрат на выполнение проекта, проведен расчет себестоимости и прибыли проекта.

6. Социальная ответственность

6.1 Введение в раздел

Проект, разрабатываемый в рамках данной работы, представляет собой сервис, предназначенный для построения рекомендаций книг в каталоге электронной библиотеки, пользователями данного сервиса будут являться преподаватели и студенты, которым необходимо найти статьи и литературу.

В данном разделе освещен комплекс мер организационного, правового, технического и режимного характера, которые минимизируют негативные последствия разработки сервиса, а также рассматриваются вопросы техники безопасности, охраны окружающей среды и пожарной профилактики, даются рекомендации по созданию оптимальных условий труда.

Объектом исследования выступает рабочее место программиста, разрабатывающего сервис, который позволит пользователям получать список рекомендованной литературы в зависимости от их предпочтений.

Рабочей зоной при разработке данного программного комплекса является учебная аудитория в Кибернетическом центре ТПУ, оборудованная системой отопления, кондиционирования воздуха, с естественным и искусственным освещением.

Рабочее место – стационарное, оборудованное персональным компьютером и оргтехникой.

6.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Рабочие места должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» [1].

Работа с применением персональных компьютеров связана со значительными зрительными и нервно-психологическими нагрузками, что повышает требования к организации труда пользователей ПК. Конструкция рабочей мебели должна обеспечивать возможность индивидуальной регулировки, соответственно росту работающего, и создавать удобную позу. Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на

рабочей поверхности используемого оборудования. Высота рабочей поверхности стола должна регулироваться в пределах 680- 800 мм, при отсутствии такой возможности его высота должна быть не менее 725 мм.

Согласно требованиям СП 2.2.3670-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда", главы XXII: «Требования к организации работ с персональными электронными вычислительными машинами и копировально-множительной техникой»[2] должны выполняться следующие условия:

249. Площадь на одно постоянное рабочее место пользователей персональных компьютеров на базе электронно-лучевой трубки, должна составлять не менее 6 м, в помещениях культурно-развлекательных учреждений, на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) - не менее 4,5 м.

250. Оснащение светопроницаемых конструкций и оконных проёмов должно позволять регулировать параметры световой среды в помещении.

251. Персональные компьютеры следует размещать таким образом, чтобы показатели освещенности не превышали установленных гигиенических нормативов утвержденных в соответствии с пунктом 2 статьи 38 Федерального закона от 30.03.1999 N 52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения"[9].

6.3 Производственная безопасность

Для обеспечения производственной безопасности необходимо проанализировать воздействия на человека вредных и опасных производственных факторов, которые могут возникать при разработке и эксплуатации проекта.

Производственный фактор считается вредным, если воздействие этого фактора на работника может привести к его заболеванию. Производственный фактор считается опасным, если его воздействие на работника может привести к его травме и дальнейшей нетрудоспособности.

По природе возникновения вредные и опасные производственные факторы делятся на физические, химические, психофизические, биологические.

Так как при работе с электро-вычислительной машиной биологические и химические факторы не оказывают значимого влияния на организм, в данной работе будут рассмотрены только физические и психофизические факторы.

К вредным производственным факторам, при работе с компьютером следует отнести, повышенный уровень шума, слабая освещённость рабочей зоны, отклонение микроклиматических условий, умственное перенапряжение.

К опасным производственным факторам, при работе с компьютером следует отнести опасность поражения электричеством и возможность короткого замыкания, которое может стать причиной пожара.

Таблица 17 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015 [17])	Этапы работ	Нормативные документы
	Исследование	

1. Повышенный уровень электромагнитного излучения	+	ГОСТ Р 54148-2010 «Воздействие на человека электромагнитных полей от бытовых и аналогичных электрических приборов» [10]
2. Повышенный уровень шума	+	ГОСТ 12.1.003-2014 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности» [11]
3. Слабая освещённость рабочей зоны	+	ГОСТ 12.2.061-81 «Система стандартов безопасности труда. Общие требования безопасности к рабочим местам» [12]
4. Отклонение микроклиматических условий	+	СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [13]
5. Умственное перенапряжение	+	ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы» [14]
6. Опасность поражения электричеством	+	ГОСТ Р 58698-2019 «Защита от поражения электрическим током. Общие положения для электроустановок и электрооборудования» [15]
7. Возможность возникновения короткого замыкания.	+	ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования» [16]

6.2.1 Повышенный уровень электромагнитного излучения

Согласно гигиеническим требованиям к электро вычислительным машинам на расстоянии 50 см напряженность электромагнитного поля должна быть не более:

- 25 В/м при частоте в диапазоне 5 Гц ÷ 2 кГц;
- 2,5 В/м при частоте в диапазоне 2 кГц ÷ 400кГц.

Плотность магнитного поля не должна превышать:

- 250 нТл при частоте в диапазоне 5 Гц ÷ 2 кГц;
- 25 нТл при частоте в диапазоне 2 кГц ÷ 400кГц.

Основные способы защиты от электромагнитного поля:

- Выбирать монитор с жидкокристаллическим экраном;
- Расположить монитор в углу помещения;

- Выключать монитор, даже если на короткое время отходите от рабочего места;
- Монитор должен стоять на расстоянии вытянутой руки от вашего кресла.
- По возможности системный блок лучше расположить как можно дальше от пользователя;

На рабочем месте уровень электромагнитного излучения не превышает допустимых норм, регламентированных ГОСТ Р 54148-2010 [17].

6.2.2 Повышенный уровень шума

Существуют следующие источники возникновения повышенного уровня шума на рабочем месте:

- Наружный шум
- Технический шум
- Человеческий шум

Характеристикой шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в децибелах в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000, определяемые по формуле:

$$L=20 \times \lg(P / P_0), \quad (14)$$

где P – среднеквадратичная величина звукового давления, Па;

$P_0 = 2 \times 10^{-5}$ Па – исходное значение звукового давления в воздухе.

Шум от работающего компьютера создаёт $P = 0,05$ Па. Таким образом, $L = 68$ дБА.

Согласно требованиям ГОСТ 12.1.003-2014 [11] предельно допустимый уровень звукового давления составляет $L_{\max} = 75$ дБА. Иными словами, шум, создаваемый работой компьютеров в аудитории, по своим характеристикам удовлетворяет санитарным нормам.

В качестве мер по снижению шума применяют подавление шума в источниках, звукоизоляция и звукопоглощение, увеличение расстояния от

источника шума, проверка технического состояния и ремонт оборудования, рациональный режим труда и отдыха.

В качестве дополнительных мер по защите от шума можно применять различные звукоизолирующие кожухи, акустические экраны, звукопоглощающие отделочные материалы.

6.2.3 Слабая освещённость рабочей зоны

Естественное освещение создается прямыми солнечными лучами или рассеянным светом небосвода. Недостаточный уровень освещенности в помещении приводит к снижению остроты зрения, головным болям, снижению концентрации внимания и, как следствие, к ухудшению производительности труда. Причиной недостаточной освещенности являются недостаточность естественного освещения, недостаточность искусственного освещения, пониженная контрастность.

Нормативная освещенность помещений регламентируется ГОСТ 12.2.061-81[12]. Основное гигиеническое требование – равномерная освещенность помещения.

Для достижения равномерной освещенности рабочих мест светильники с люминесцентными лампами должны встраиваться в потолок и располагаться в равномерно прямоугольном порядке вдоль длинной стороны помещения.

Работа за персональным компьютером (ПК) относится к зрительным работам высокой точности для любого типа помещений, следовательно рекомендуемая искусственная освещенность составляет 400 лк с допустимым отклонением от -10% до +20%.

Таким образом, согласно ГОСТ 12.2.061-81 [13] реальная освещённость в аудитории Кибернетического центра, где выполнялась разработка дипломного проекта, соответствует нормативным значениям освещенности рабочей зоны.

6.2.4 Отклонение микроклиматических условий

Одним из необходимых благоприятных условий труда является обеспечение в помещениях нормальных условий микроклимата, оказывающих

существенное влияние на тепловое самочувствие человека. К параметрам, характеризующим микроклимат в производственных помещениях, относятся:

- температура воздуха (t , °С);
- температура поверхностей (t , °С);
- относительная влажность воздуха (φ , %);
- скорость движения воздуха (v , м/с);

В производственных помещениях для работы с ПК происходит постоянное выделение тепла самой вычислительной техникой, вспомогательными приборами и средствами освещения. Поскольку оператор расположен в непосредственной близости с источниками выделения тепла, то данный фактор является одним из важнейших вредных факторов производственной среды оператора ПК, а высокая температура воздуха способствует быстрому перегреву организма и быстрой утомляемости.

Влажность оказывает большое влияние на терморегуляцию организма. Так, например, высокие показатели относительной влажности (более 85 %) затрудняют терморегуляцию снижая возможность испарения пота, низкие показатели влажности (менее 20 %) вызывают пересыхание слизистых оболочек человека.

Работа программиста относится к категории Ia, которые производятся сидя и сопровождаются незначительным физическим напряжением. Интенсивность энергозатрат организма для данной категории работ составляет до 120 ккал/ч (до 139 Вт). Допустимые параметры микроклимата на рабочем месте для категории Ia приведены в таблице 18.

Таблица 18 Оптимальные величины микроклимата на рабочем месте

Период года	Кат. работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia	22-24	21-25	40-60	0,1
Теплый	Ia	23-35	22-26	40-60	0,1

Параметры микроклимата в помещении, где находится рабочее место, регулируются системой центрального отопления, кондиционером и естественной вентиляцией, и имеют следующие значения: влажность 40%, скорость движения воздуха 0,1 м/с, температура летом 23 – 25°С, зимой 21 – 23°С, что полностью соответствует нормам.

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в производственном помещении относятся: правильная организация вентиляции и кондиционирования воздуха, отопление помещений. Вентиляция может осуществляться естественным и механическим путём.

6.2.5 Умственное перенапряжение

Для видов трудовой деятельности устанавливается 3 категории тяжести и напряженности работы с компьютером, которые определяются: для группы А - по суммарному числу считываемых знаков за рабочую смену (не более 60000 знаков за смену); для группы Б - по суммарному числу считываемых или вводимых знаков за рабочую смену (не более 40000 знаков за смену); для группы В - по суммарному времени непосредственной работы с компьютером за рабочую смену (не более 6 часов за смену).

При 8-часовой рабочей смене и работе на ПК следует устанавливать регламентированные перерывы. Для третьей категории работ — через 1,5- 2,0 часа от начала рабочей смены и через 1,5-2,0 часа после обеденного перерыва продолжительностью 20 минут каждый или продолжительностью 15 минут через каждый час работы.

6.2.6 Опасность поражения электричеством

Поражение электрическим током является опасным производственным фактором и, поскольку оператор ПК имеет дело с электрооборудованием, то вопросам электробезопасности на его рабочем месте должно уделяться много внимания.

Опасность поражения человека электрическим током оценивается величиной тока I (А), проходящего через его тело, или напряжением прикосновения U (В). Степень опасного воздействия на человека

электрического тока зависит от рода и величины напряжения тока, частоты электрического тока, пути тока через тело человека, продолжительности его воздействия на организм человека.

Электрический ток, протекая через тело человека, производит термическое, механическое и световое воздействие – электролитическое разложение жидкости (в том числе и крови), судорожное сокращение мышц, разрыв тканей и поражение глаз.

Работа с ПК является опасной с точки зрения поражения током, так как практически во всех частях компьютера течет электрический ток. Поражение электрическим током при работе в ПК возможно при наличии оголенных участков на кабеле, нарушении изоляции распределительных устройств и от токоведущих частей компьютера в случае их пробоя и нарушении изоляции, при работе с ПК во влажной одежде и влажными руками.

Помещение, где расположено рабочее место оператора ПК, относится к помещениям без повышенной опасности ввиду отсутствия следующих факторов: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы, высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и металлическим корпусам электрооборудования.

Специфическая опасность – корпуса ПК и прочего оборудования, оказавшегося под напряжением в результате повреждения или пробоя изоляции, не подают каких-либо сигналов, которые предупреждают человека об опасности. Причинами электропоражений являются: провода с поврежденной изоляцией, розетки сети без предохранительных кожухов.

К мероприятиям по предотвращению возможности поражения электрическим током относятся:

- Корпуса приборов и инструментов должны быть заземлены.
- При включенном сетевом напряжении работы на задней панели должны быть запрещены.

- Все работы по устранению неисправностей должен производить квалифицированный персонал.

- Необходимо постоянно следить за исправностью электропроводки.

Рабочие место программиста исследователя в кибернетическом оборудовано таким образом, чтобы исключить взаимное соприкосновение кабелей и шнуров питания соседних компьютеров и удовлетворяет требованиям ГОСТ Р 58698-2019 [15].

К организационно-техническим мероприятиям относится первичный инструктаж по технике безопасности. Первичный инструктаж по технике безопасности является обязательным условием для допуска к работе в данном помещении.

6.2.7 Возможность возникновения короткого замыкания.

Зачастую короткие замыкания в электроприборах возникают из-за нарушения изоляции токопроводящих частей вследствие повреждения, старения, воздействия влаги и агрессивных сред, а так же неправильной эксплуатации. При коротком замыкании возрастает сила тока, которая так же пропорциональна количеству выделяемого тепла, что может стать причиной пожара.

Наиболее простой мерой защиты электрических устройств от чрезмерных токовых нагрузок является установка плавких предохранителей, которые перегорали от нагревания вследствие превышения некоторой величины тока. Такое решение надежно и стоит недорого, но простая конструкция зачастую побуждает людей менять перегоревший элемент самостоятельно с помощью подручных средств.

В производственной среде зачастую используют электрические автоматы, которые не требуют замены сгоревшего элемента.

6.3 Экологическая безопасность

Наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий является полный переход к безотходным и малоотходным технологиям и производствам. Это потребует

решения целого комплекса сложных технологических, конструкторских и организационных задач, основанных на использовании новейших научно-технических достижений.

Необходимо стремиться к снижению энергопотребления, то есть разрабатывать и внедрять системы с малым энергопотреблением. Следует использовать современные ПК с режимом пониженного потребления электроэнергии при длительном простое.

Для каждого вида отходов должны применяться свои методы переработки и утилизации, недопустимо организовывать свалки мусора, проводить самостоятельно утилизацию. Все отходы следует собирать, сортировать и направлять на переработку в соответствующие организации.

В настоящее время существует ряд способов хранения и переработки твердых бытовых отходов:

- предварительная сортировка;
- санитарная земляная засыпка;
- сжигание;
- биотермическое компостирование;
- низкотемпературный пиролиз;
- высокотемпературный пиролиз.

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации научно-исследовательского проекта

Чрезвычайные ситуации, которые могут возникнуть при разработке и эксплуатации проектируемого решения:

- техногенные (взрывы, пожары, обрушение помещений, аварии на системах жизнеобеспечения);
- природные (наводнения, ураганы, бури, природные пожары);
- биологические (эпидемии, пандемии);
- антропогенные (война, терроризм).

Наиболее характерной для объекта, где размещаются рабочие помещения, оборудованные электронно-вычислительными машинами, чрезвычайной ситуацией является пожар.

Причинами возникновения данного вида ЧС могут являться:

- возникновением короткого замыкания в электропроводке;
- возгоранием устройств вычислительной техники из-за неисправности аппаратуры;
- возгоранием устройств искусственного освещения;
- возгоранием мебели по причине нарушения правил пожарной безопасности, а также неправильного использования дополнительных бытовых электроприборов и электроустановок.

Помещение для работы операторов ПК по системе классификации категорий помещений по взрывопожарной и пожарной опасности относится к категории Д (из 5-ти категорий А, Б, В1-В4, Г, Д), т.к. относится к помещениям с негорючими веществами и материалами в холодном состоянии.

6.5 Выводы по разделу

В данном разделе были рассмотрены различные вредные и опасные факторы, относящиеся к тематике данной выпускной квалификационной работы и области применения разрабатываемого продукта, т.е. факторы, которые могут возникнуть при использовании средств вычислительной техники.

Раздел включает в себя выявление возможных вредных воздействий на окружающую среду, программ по их снижению и экономии невозполнимых ресурсов и способах защиты в чрезвычайных ситуациях, которые могут возникнуть на рабочем месте.

Для каждого рассмотренного блока представлены обязательные требования к рабочей зоне пользователей продукта. Также разработан план действий в результате возникшей ЧС и меры по ликвидации ее последствий.

Заключение

В ходе работы были изучены методы построения рекомендательных систем, как для построения персонализированных рекомендаций, так и для рекомендаций на основе содержания.

Проведена оценка входных данных, разработаны методы их первичной подготовки и обработки.

Так же было проведено исследование алгоритмов построения рекомендаций на основе методов коллаборативной фильтрации, в соответствии со входными данными был выбран подход *item — based* на основе условно—вероятностной меры схожести.

Разработан алгоритм работы рекомендательного сервиса на основе гибридного подхода к построению рекомендаций.

Построена схема работы гибридного подхода, архитектура сервиса, модель работы рекомендательной системы, диаграмма сервиса.

Изучен набор инструментов экосистемы Node.js, построен веб сервер, разработана логика приложения. Приложение успешно интегрировано с системой электронного каталога НТБ ТПУ.

Список литературы

1. ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя [Электронный ресурс]. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003913> (дата обращения 25.05.2021).
2. СП 2.2.3670-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда". [Электронный ресурс]. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573230583> (дата обращения 25.05.2021).
3. Yehuda Koren. The BellKor Solution to the Netflix Grand Prize. [Электронный ресурс]. URL: https://www.netflixprize.com/assets/GrandPrize2009_BPC_BellKor.pdf (дата обращения 25.05.2021).
4. Фальк Ким. Рекомендательные системы на практике. Отдельное издание — ДМК Пресс, 2020. — 448с.
5. Lerche Lukas. Using Implicit Feedback for Recommender Systems: Characteristics, Applications, and Challenges. [Электронный ресурс]. URL: <https://eldorado.tu-dortmund.de/handle/2003/35775> (дата обращения 25.05.2021).
6. Дэвид Хэррон. Node.js Разработка серверных веб — приложений в Javascript. Отдельное издание — ДМК Пресс, 2012. — 144с.
7. Гибридные рекомендательные системы. Московский физико—технический институт. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.coursera.org/lecture/data-analysis-applications/gibridnyie-riekomiendatiele-nyie-sistiemy-C9Sn4> (дата обращения 25.05.2021).
8. Метрики сходства и расстояния для науки о данных и машинного обучения. URL: <https://www.machinelearningmastery.ru/similarity-and-distance-metrics-for-data-science-and-machine-learning-e5121b3956f8/> (Дата обращения 25.05.2021)
9. Федерального закона от 30.03.1999 N 52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения". [Электронный ресурс].

Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901729631> (дата обращения 25.05.2021).

10. ГОСТ Р 54148-2010. Воздействие на человека электромагнитных полей от бытовых и аналогичных электрических приборов [Электронный ресурс]. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200083206> (дата обращения 25.05.2021).

11. ГОСТ 12.1.003-2014. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности [Электронный ресурс]. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200118606> (дата обращения 25.05.2021).

12. ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя [Электронный ресурс]. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003913> (дата обращения 25.05.2021).

13. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [Электронный ресурс]. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901704046> (дата обращения 25.05.2021).

14. ГОСТ 12.1.003-2014. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности [Электронный ресурс]. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200118606> (дата обращения 25.05.2021).

15. ГОСТ Р 58698-2019. Защита от поражения электрическим током. Общие положения для электроустановок и электрооборудования [Электронный ресурс]. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200170001> (дата обращения 25.05.2021).

16. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс].

Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения 25.05.2021).

17. ГОСТ 12.1.003-2015. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности [Электронный ресурс]. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200118606> (дата обращения 25.05.2021).

18. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019) // Собрание законодательства РФ. - 07.01.2002. - № 1 (ч. 1). - Ст. 108, 109.