

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт электронного образования
Направление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
Кафедра автоматизации и компьютерных систем

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Автоматизированная система управления документооборотом при организации курсов повышения квалификации и переподготовки

УДК 65.011.56:651.1/9:378.126

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8В2В1	Чичак Илья Андреевич		

Руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пономарев Алексей Анатольевич	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рахимов Тимур Рустамович	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер	Маланова Наталья Викторовна	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Автоматики и компьютерных систем	Суходоев Михаил Сергеевич	к.т.н.		

Томск – 2017 г.

Запланированные результаты обучения по программе

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критерии АИОР
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания в области информатики и вычислительной техники, достаточные для комплексной инженерной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-1, 10, ПК-4, 5, 6), критерий 5 АИОР (п. 1.1)
P2	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения инженерных задач.	Требования ФГОС (ОК-11, 12, 13, ПК-1, 2, 11), критерий 5 АИОР (п.1.1, 1.2)
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с созданием аппаратно-программных средств информационных и автоматизированных систем, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей.	Требования ФГОС (ОК-1, 8, ПК-2, 4, 6), критерий 5 АИОР (п. 1.2)
P4	Разрабатывать программные и аппаратные средства (системы, устройства, блоки, программы, базы данных и т. п.) в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования.	Требования ФГОС (ОК-2, 3, ПК-3, 4, 5), критерий 5 АИОР (п. 1.3)
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретация полученных данных, в области создания аппаратных и программных средств информационных и автоматизированных систем.	Требования ФГОС (ОК-6, ПК-6, 7), критерий 5 АИОР (п.1.4)
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные программно-аппаратные комплексы, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасность труда, выполнять требования по защите окружающей среды.	Требования ФГОС (ОК-4, 15, 16, ПК-9, 10, 11), критерий 5 АИОР (п. 1.5)
	Универсальные компетенции	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-1, 4, ПК-1, 6, 7), критерий 5 АИОР (п. 2.1)
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-14, ПК-7), критерий 5 АИОР (п. 2.2)
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.	Требования ФГОС (ОК-2, 3, 4), критерий 5 АИОР (п. 2.3, 2.4)
P10	Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-1, 5, 9), критерий 5 АИОР (п. 2.5)
P11	Демонстрировать способность к самостоятельному к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.	Требования ФГОС (ОК-6, 7), критерий 5 АИОР (п. 2.6)

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт электронного образования

Направление подготовки (специальность) 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Кафедра автоматики и компьютерных систем

УТВЕРЖДЕНО:

Зав. кафедрой _____ М. С. Суходоев

(Подпись, дата)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы
в форме бакалаврской работы**

Студенту:

Группа	ФИО
3-8B2B1	Чичак Илья Андреевич

Тема работы:

Автоматизированная система управления документооборотом при организации курсов повышения квалификации и переподготовки	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№2773/с от 18.04.2017

Срок сдачи выполненной работы:	
--------------------------------	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	1. Рекомендации по подготовке и оформлению документов по программам профессиональной переподготовки
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Объекты и методы исследования. 2. Выбор программных средств разработки. 3. Практическая реализация системы.
Перечень графического материала	1. Диаграмма использования. 2. Диаграмма потока задач. 3. Диаграмма сущностей. 4. Диаграмма развертывания.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы:

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рахимов Тимур Рустамович
Социальная ответственность	Маланова Наталья Викторовна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	18.04.2017
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Пономарев Алексей Анатольевич	кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8B2B1	Чичак Илья Андреевич		

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН

выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи выполненной работы:	
--------------------------------	--

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	1. Объект и методы исследования	
	2. Выбор программных средств разработки	
	3. Практическая реализация системы	
	4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
	5. Социальная ответственность	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Пономарев Алексей Анатольевич	кандидат технических наук		

СОГЛАСОВАННО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
АиКС	Суходоев Михаил Сергеевич	кандидат технических наук		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8B2B1	Чичак Илья Андреевич

Институт	Кибернетики	Кафедра	Информатики и проектирования систем
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	09.03.01

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	На основании информации, представленной в научных статьях и публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах, определить методику расчета экономической эффективности.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценка ресурсной, социальной эффективности НИ и потенциальных рисков.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Технология QuaD
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рахимов Тимур Рустамович	К.ЭК.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8B2B1	Чичак Илья Андреевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8B2B1	Чичак Илья Андреевич

Институт	Электронного образования	Кафедра	Автоматизации и компьютерных систем
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	09.03.01

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения: – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)	Рабочая зона: место программиста за персональным компьютером. Вредные факторы: - физические: недостаточная освещенность рабочей зоны; отклонение параметров микроклимата в помещении; уровень шума и вибрации; излучение электромагнитных полей; - психофизические: зрительное и нервно-эмоциональное напряжение; монотонность труда; Опасные факторы: - поражение электрическим током; пожароопасность.
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	1. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М.: ФГУП ЦПП, 2004. – 144с. 2. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2003. – 54 с. 3. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Стандартинформ, 2006. – 49 с. 4. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 20 с. 5. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. – М.: Центр проектной продукции в строительстве, 2011. – 70 с. 6. Безопасность жизнедеятельности: учебник / Э.А. Арустамов. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2006. – 476 с. 7. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Общие требования безопасности. – М.: Издательство стандартов, 2002. – 13 с. 8. СНиП 23-03-2003. Защита от шума. – М.: Госстрой России, 2004. – 34 с.

	9. НПБ 105-95. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности. / Шебеко Ю.Н. – М.: ВНИИПО, 1998. – 119 с. 10. ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2003. – 111 с. 11. Постановление Правительства Российской Федерации от 25.04.2012 N 390 "О противопожарном режиме". 12. ГОСТ Р 51057-01. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний. – М.: Издательство стандартов, 2001. – 48 с. 13. ГОСТ Р 51768-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Методика определения ртути в ртутьсодержащих отходах. Общие требования. – М.: Издательство стандартов, 2001. - 13 с.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	Физические факторы: -электромагнитное излучение; -микроклимат; -освещение; -шумы и вибрация; Психофизические факторы: -повышенная нагрузка на органы зрения; -длительные статические нагрузки; -монотонность труда; -нервно-эмоциональное напряжение;
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	Электробезопасность: -электрический ток; -статическое электричество; -неисправность ПЭВМ;
3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Утилизация отходов оргтехники
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;	Техногенные: -пожар;

– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Окраска помещения в нейтральные тона. Расположение персонального компьютера слева.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	План эвакуации при пожаре

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер	Маланова Наталья Викторовна	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8B2B1	Чичак Илья Андреевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 76 страниц, 5 рисунков, 23 таблицы, 18 источников.

Ключевые слова: электронный документооборот, веб-приложение, агрегация и обработка данных, язык программирования Python, веб-фреймворк Django.

Объектом исследования является деятельность факультета повышения квалификации и переподготовки кадров томского государственного педагогического университета.

Цель работы – разработать автоматизированную систему управления документооборотом при организации курсов повышения квалификации и переподготовки.

В процессе исследования были изучены язык программирования Python, веб-фреймворк для языка программирования Django, СУБД PostgreSQL.

В результате исследования было разработано веб-приложение «автоматизированная система управления документооборотом при организации курсов повышения квалификации и переподготовки».

Область применения: организация и контроль курсов повышения квалификации и профессиональной переподготовки.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

- БД – база данных;
- СУБД – система управления базами данных;
- Фреймворк - программная платформа, определяющая структуру программной системы; программное обеспечение, облегчающее разработку и объединение разных компонентов большого программного проекта;
- PDF – межплатформенный формат электронных документов;
- ORM – технология программирования, которая связывает базы данных с концепциями объектно-ориентированных языков программирования, создавая «виртуальную объектную базу данных».

Оглавление

Оглавление	12
Введение.....	14
1 Объект и методы исследования.....	15
1.1 Основные понятия в организации курсов повышения квалификации и переподготовки.....	15
1.2 Функциональные требования к системе.....	17
1.3 Системные требования к разрабатываемой системе.....	18
2 Выбор программных средств разработки.....	19
2.1 Выбор языка программирования и фреймворка.....	19
2.2 Выбор веб-сервера	23
2.3 Выбор СУБД.....	24
3 Практическая реализация.....	27
3.1 Описание архитектуры системы:	29
3.2 Описание моделей.....	30
3.3 Описание классов форм	32
3.4 Описание представлений(контроллеров)	32
3.5 Описание библиотеки служебных классов	33
3.6 Описание развертывания	34
3.7 Тестирование	37
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ...	39
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	39
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	39

4.1.2	Технология QuaD	40
4.1.3	SWOT-анализ	42
4.2	Определение возможных альтернатив проведения научных исследований 45	
4.3	Планирование научно-исследовательских работ	46
4.3.1	Структура работ в рамках научного исследования	46
4.3.2	Определение трудоемкости выполнения работ	47
4.3.3	Бюджет научно-технического исследования	51
4.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	55
5	Социальная ответственность	59
5.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	60
5.2	Характеристика рабочего места	61
5.3	Микроклимат.....	61
5.4	Освещение	63
5.5	Производственный шум	65
5.6	Психофизические факторы	67
5.7	Электромагнитное излучение	68
5.8	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.	69
5.9	Защита окружающей среды	72
	Заключение	74
	Список используемых источников.....	75

Введение

На данный момент информатизация затрагивает все сферы нашей личной и профессиональной жизни. Для экономии времени и сокращения количества ошибок, широко применяются системы электронного документооборота. Данные системы должны позволять создавать, интерпретировать, передавать, принимать и архивировать электронные документы. Электронный документ - документ, созданный с помощью средств компьютерной обработки информации.

Рассматриваемая в работе Система создается для информационного обеспечения факультета повышения квалификации и переподготовки кадров (далее – ФПКиПК).

Основной задачей данного факультета является развитие как регионального, так и российского образования. Факультет в своей деятельности широко использует информационные и интернет технологии. Для формирования информационной поддержки и ускорения работы сотрудников ФПКиПК было принято решение о разработке автоматизированной системы управления документооборотом.

Система документооборота позволяет автоматизировать этапы сбора заявок, формирования документов, контроль прохождения слушателем промежуточной и итоговой аттестации.

Такая система позволяет обеспечить формирование документов, описанных в руководстве «Порядок подготовки и оформления документов», который регламентирует действия работников факультета, а также предъявляет требования к составу документации и обеспечивает создание твердой копии документов.

Данная система может также быть использована другими учебными заведениями для организации учебных курсов.

1 Объект и методы исследования

Повышение квалификации – обновление теоретических и практических знаний, совершенствование навыков специалистов в связи с постоянно повышающимися требованиями к их квалификации. Курсы повышения квалификации могут проходить только те, кто уже имеет диплом о среднем или высшем профессиональном образовании.

Повышение квалификации работников может проводиться по мере необходимости. Обучение может быть с отрывом от работы, без отрыва от работы, с частичным отрывом от работы и по индивидуальным формам обучения.

Программы повышения квалификации могут организовываться как по заявкам предприятий, так и по желанию потенциальных обучающихся. Периодичность прохождения курсов устанавливают сами работодатели. Однако закон гласит, что курсы повышения квалификации должны проводиться не реже одного раза в 5 лет в течение всего трудового стажа работника [1].

В рамках Томского Государственного Педагогического Университета данные курсы организует ФПК и ПК по программам, реализуемым другими факультетами. С увеличением количества заявок на прохождение курсов возникла необходимость в оптимизации и автоматизации процессов.

1.1 Основные понятия в организации курсов повышения квалификации и переподготовки

Курсы повышения квалификации – мероприятие, организуемое учебным заведением. Обучаться на данных курсах могут как слушатели, направленные от предприятий, так и слушатели, самостоятельно принявшие такое решение. Организация курсов – строго регламентированный процесс, состоящий из следующих этапов:

- 1) сбор заявок на прохождение курса и формирование личных дел. На

начальном этапе происходит формирование списка слушателей, претендующих на изучение определенной программы. Данный список формируется как через обращение предприятий к работникам факультета ФПКиПК, так и через заявление от частного лица;

2) при наборе необходимого количества слушателей на программу, формируется группа, которой присваивается номер и сроки обучения, формируется и издается приказ на проведение курсов повышения квалификации или профессиональной переподготовки и формируются личные дела слушателей;

3) проведение курсов с даты, указанной в приказе, подразумевающее выполнение и сдачу обучающимися работ, предусмотренных учебным планом. Занятия могут проходить в дистанционной или очной форме, на выбор слушателя (что также должно быть указано в заявлении);

4) в процессе освоения курса, слушатели сдают промежуточные экзамены и зачеты. После каждого экзамена или зачета заполненная ведомость передается работникам ФПКиПК для учета успеваемости слушателей;

5) после сдачи всех промежуточных аттестаций и освоения курса в полном объеме, формируется список слушателей, допущенных к итоговой аттестации в форме экзамена и назначается дата этого экзамена. Основанием для формирования списка допущенных слушателей является представление декана факультета. Данный список и дата фиксируются приказом на допуск к итоговой аттестации;

6) в назначенный день проводится итоговый экзамен для слушателей, допущенных к нему. Аттестационной комиссией формируется и заполняется ведомость, передаваемая, в дальнейшем, работникам ФПКиПК;

7) после проведения итоговой аттестации, курсы считаются завершенными. Успешно освоивших программу и сдавших итоговый экзамен считают окончившими курсы и на основании данного факта отчисляют. Частично освоивших программу отчисляют на основании наличия академической задолженности;

8) укомплектованные личные дела окончивших курсы передаются в отдел выдачи дипломов. Готовые дипломы выдаются слушателям. Частично освоившим программу печатается и выдается справка.

Варианты использования системы представлены на рисунке 1:

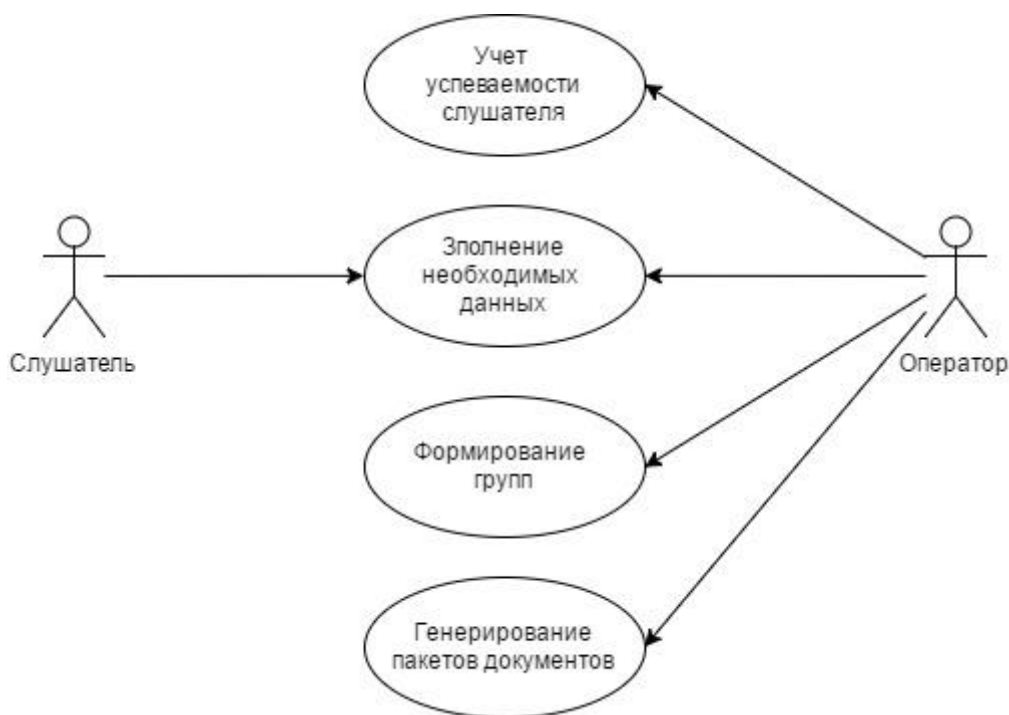


Рис. 1. Варианты использования системы.

1.2 Функциональные требования к системе

Разделив весь процесс организации и проведения курсов на отдельные этапы, становится возможным сформулировать функциональные требования, предъявляемые системе. Система должна:

- 1) собирать заявки на прохождение курсов в автоматическом режиме, формировать необходимые заявления и согласия;
- 2) отслеживать, с кого числа планируется обучение каждого слушателя;
- 3) позволять организовывать слушателей в группы, учитывая даты начала и программы обучения слушателей, формировать соответствующие приказы и прочие документы;
- 4) добавлять, изменять, хранить и учитывать оценки за выполнение промежуточных аттестационных работ;

- 5) формировать личное дело каждого слушателя;
- 6) выпускать группы, архивировать данные слушателей, формировать соответствующие приказы и справки.

1.3 Системные требования к разрабатываемой системе

Основным требованием является обеспечение связанности данных, содержащихся в БД и в печатаемых документах. Для выполнения данного требования было принято решение использовать нередактируемый формат данных – PDF. Данное решение подкрепляется тем фактом, что форматирование данных будет сохранено при печати, а редактирование данных документов без трудоемких и требующих специальных знаний не представляется возможным.

Данное требование было основано на практическом опыте использования редактируемых форматов данных (ODF, DOC, DOCX, RTF), который показал, что операторы системы в случае обнаружения опечатки или другой ошибки, изменяют конечный вариант документа. Данное действие создает несоответствие данных в физических документах и БД, что влечет за собой необходимость редактирования документов в дальнейшем. Анализ ситуации показал, что трата чуть большего времени на редактирование данных в системе, по сравнению с редактированием итогового документа, в долгосрочной перспективе является оптимальным решением из-за отсутствия необходимости редактировать документы в дальнейшем.

Также, важным требованием является кроссплатформенность и невысокие системные требования разрабатываемой системы. Для выполнения данных требований было принято реализовывать систему в виде клиент-серверного веб-приложения, т.к. веб-браузеры на всех операционных системах отображают страницы одинаково, а рендеринг документов на сервере снижает требования к клиентской вычислительной машине и итоговый документ также одинаково отображается на всех операционных системах и во всех веб-браузерах.

2 Выбор программных средств разработки

Выбор программных средств разработки является основным этапом при разработке. Каждое программное средство предназначено для решения определенных задач. В данном случае необходимо выполнить следующее:

- 1) выбор языка программирования и фреймворка;
- 2) выбор веб-сервера;
- 3) выбор СУБД;
- 4) выбор дополнительных инструментов разработки.

2.1 Выбор языка программирования и фреймворка

Для разработки веб-приложения можно использовать различные языки программирования и фреймворки. Рассмотрим языки, наиболее часто используемые разработчиками.

Необходимо исходить из следующих критериев:

- заполнение данных будет происходить через HTML-формы;
- данные будут храниться в БД на сервере;
- данные будут обрабатываться веб-приложением для формирования PDF-версий документов.

Наиболее частая реализация веб-приложения состоит из двух частей – серверной и клиентской. Клиентская часть обычно реализуется с помощью средств HTML, CSS, JavaScript. Серверная часть реализуется с помощью различных языков программирования – Java, C#, PHP, Python, Ruby и т.д.

Для каждого из описанных языков существуют фреймворки для построения веб-приложений: Spring MVC для Java, ASP.NET MVC для C#, Laravel/Symphony/Yii2 для PHP, Django/Flask для Python, Ruby on Rails для Ruby. Данные фреймворки предоставляют набор готовых функций и API для взаимодействия с ними, а также диктуют правила построения архитектуры приложения.

С помощью Django и Python можно создать веб приложение, работающее как с файлами, так и с HTTP-запросами. Данный язык является высокоуровневым языком общего назначения, ориентированный на повышение производительности разработчика и читаемость кода. Язык является интерпретируемым и свободно распространяемым. При этом данный язык поддерживает компилирование в byte-код, что позволяет увеличить скорость выполнения.

Для выполнения приложений, написанных на данном языке программирования достаточно установить интерпретатор, соответствующий операционной системе и разрядности этой системы. Благодаря очень информативным сообщениям об ошибках и интерпретируемости, разработка и отладка скриптов гораздо проще, по сравнению со скриптами и приложениями, написанными на других языках.

Достоинства:

- простота разработки – исходный код, строение которого регламентировано стандартом PEP-8, имеет наглядную структуру, а благодаря отсутствию необходимости описывать переменные перед их инициализацией сохраняется семантика;
- кроссплатформенность интерпретатора – данная возможность позволяет разрабатывать и разворачивать веб-приложения на рабочей станции или сервере с любой операционной системой;
- большое количество готовых библиотек от сторонних разработчиков, позволяющих ускорить процесс разработки приложений;
- поскольку каждый Python-проект желательно запускать в виртуальном окружении (создаваемым приложением `virtualenv`), отсутствует конфликт версий библиотек и приложений, а код является изолированным на уровне операционной системы.

Фреймворк Django реализует шаблон MVT (Model, View, Template – интерпретацию шаблона MVC, где в роли контроллера выступает View, а в роли представления - Template) и предоставляет богатый API для реализации как компонентов, необходимых для работы (моделей, представлений и шаблонов), так и собственных библиотек функций и классов.

В состав данного фреймворка входит большое количество разнообразных модулей, позволяющих создавать современные веб-приложения.

Данный фреймворк обладает следующими преимуществами:

- ORM (Object-Relational Mapping), являющийся реализацией шаблона проектирования Active-Record. Данная функция позволяет абстрагироваться от конкретной СУБД при реализации запросов и описания логики приложения. Django ORM так же поддерживает механизм транзакций, позволяющий контролировать целостность работы приложения с базой данных;
- встроенный интерфейс администратора, который создается автоматически из описанных моделей. Часто данная функция отключается с развитием приложения, однако на старте она позволяет полностью заменить phpmyadmin для работы с базой данных;
- диспетчер URL на основе регулярных выражений, который, в отличие от решений Ruby on Rails или ASP.NET MVC, позволяет полностью контролировать названия процесс формирования URL;
- расширяемая система шаблонов с возможностью создания собственных шаблонных фильтров и тегов, позволяющая выстроить иерархию HTML-шаблонов, а также использовать в них скрипты, написанные на языке Python;
- возможность использовать разнообразные системы кэширования, такие как memcached, кэширование на файловую систему и кэширование в оперативную память. У каждого способа есть свои преимущества и недостатки, и для каждого проекта выбирается подходящий именно для него способ;
- возможность создания слабосвязанной архитектуры приложения –

можно создавать переносимые приложения, которые можно подключить в любом другом Django проекте;

- встроенная расширяемая система авторизации и аутентификации, позволяющая дополнять стандартную модель пользователя необходимыми данными, а также использовать систему авторизации, основанную на веб-сессиях и cookies;

- система промежуточных фильтров («middleware»), для расширения обработки запросов, позволяющая изменять стандартную работу функций;

- библиотека для работы с формами, позволяющая создавать веб-формы в виде классов, создавать механизмы валидации данных и переопределять методы обработки данных форм. Также существует механизм создания форм на основе классов моделей, что позволяет следовать принципу DRY (Don't repeat yourself).

Подводя итоги, можно сформулировать основные достоинства и недостатки:

Достоинства решения на Python/Django:

- бесплатное распространение;
- кроссплатформенность;
- расширяемость;
- высокая производительность по сравнению с другими интерпретируемыми языками программирования;
- абстрагирование от конкретной СУБД;
- высокая скорость разработки.

Недостатки данного решения:

- непривычный синтаксис;
- необходимость конфигурации каждого узла системы.

2.2 Выбор веб-сервера

Для работы веб-приложению требуется веб-сервер – приложение, прослушивающее 80 порт (при стандартных настройках), обрабатывающее входящие HTTP-запросы и передающее из управляющему скрипту веб-приложения.

Для работы с Python/Django могут быть использованы следующие веб-серверы:

- Apache с модулем `mod_python`;
- Nginx с через приложение `uWSGI`;
- Gunicorn с Nginx в качестве `reverse-Proxy`;
- Microsoft IIS.

Хотя изначально фреймворк Django разрабатывался для работы под управлением Apache, сейчас чаще всего используется связка Gunicorn и Nginx. Веб-сервер Gunicorn обладает следующими преимуществами:

- нативная поддержка Python фреймворков, таких как Django, Flask, web2py и другими;
- простота конфигурации;
- возможность запуска нескольких параллельных клонов родительского процесса — воркеров (`workers`);
- высокая производительность;
- возможность перезапуска отдельных воркеров без остановки обслуживания.

К недостаткам можно отнести:

- занятость воркеров до полной отдачи ответа клиенту.

Использование Nginx в качестве `reverse-proxy` позволяет снизить нагрузку на Gunicorn и нивелировать недостаток этого сервера, благодаря тому, что ответ

клиенту отдает Nginx в асинхронном режиме. Помимо этого, использование reverse-proxy позволяет:

- скрыть реализацию веб-сервера, что повышает безопасность;
- возможность использования SSL и сжатия, реализуемых сервером Nginx;
- кэширование статического и динамического контента, снимая данную задачу с основного веб-сервера, что так же сказывается на производительности и требованиям к ресурсам;
- сжатие содержимого ответа для уменьшения времени его загрузки;
- использование систем обеспечения безопасности, таких как SSL.

Так же важно учесть, что данные веб-серверы являются кроссплатформенными, бесплатными и проектами с открытым исходным кодом.

2.3 Выбор СУБД

На данный момент информационные технологии невозможно представить без использования баз данных. Почти во всех системах и приложениях используется тот или иной метод долгосрочного хранения упорядоченных данных. Однако количество информации растет каждый день и возрастают требования к скорости записи и чтения данных. Базы данных позволяют хранить, извлекать и структурировать данные просто и быстро. Базы данных стали неотъемлемой частью информационных систем, веб-приложений и веб-сайтов. Используемые СУБД должны отвечать таким требованиям, как быстрота, простота, эффективность и надежность. Django поддерживает следующие СУБД: MySQL, SQLite, PostgreSQL, Oracle, IBM DB2, Microsoft SQL Server, Firebird. Стоит отметить, что Django изначально проектировалась и разрабатывалась для работы с СУБД PostgreSQL.

Среди вышеперечисленных СУБД наиболее популярными для веб-приложений являются MySQL, PostgreSQL, Microsoft SQL Server, SQLite и Oracle. На таблице 1 приведен сравнительный анализ данных СУБД.

Таблица 1 – Сводная таблица характеристик СУБД

	PostgreSQL	MySQL	Microsoft SQL Server	Oracle	SQLite
Стоимость	бесплатно	бесплатно	бесплатно	платно	Бесплатно
Поддерживаемые платформы	Linux и Microsoft Windows	Linux и Microsoft Windows	Microsoft Windows (с версии 2017 - Linux)	Linux и Microsoft Windows	Linux и Microsoft Windows
Безопасность	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая	Низкая
Простота использования	Низкая	Высокая	Средняя	Средняя	Высокая
Сложность интеграции с Django Framework	Низкая	Средняя	Высокая	Средняя	Низкая
Простота использования с Django Framework	Высокая	Высокая	Средняя	Средняя	Средняя
Ограничения на работу с Django ORM	Нет	Есть	Есть	Есть	Есть
Выводы	Лучший вариант	Непригодна	Непригодна	Непригодна	Непригодна

PostgreSQL – свободная объектно-реляционная система управления базами данных, основанная на языке SQL и реализующая многие возможности стандарта SQL:2011 [2]. Данная система была разработана на основе некоммерческой СУБД Postgres, разработанной, как проект с открытым исходным кодом в калифорнийском Университете в Беркли. Одним из ведущих разработчиков являлся Майкл Стоунбрейкер. Отличительной особенностью реляционных баз данных являются отношения. Внутренние механизмы оптимизации отношений позволяют добиться высокой скорости обработки. Также отношения позволяют связывать данные из нескольких таблиц при выполнении запросов. PostgreSQL основана на языке SQL – языке структурированных запросов, являющемся стандартом для разработки реляционных БД.

К преимуществам данной СУБД относятся:

- высокопроизводительные и надежные механизмы транзакций и репликации;
- расширяемая система встроенных языков программирования [2];
- наследование;
- легкая расширяемость;
- многоверсионность – одновременная модификация базы данных несколькими пользователями с помощью механизма Multiversion Concurrency Control, благодаря чему отпадает нужда в блокировании чтения [2];
- возможность создания пользовательских типов данных;
- полное соответствие принципам ACID.

PostgreSQL – наиболее подходящее решение для создания веб-приложений и веб-сервисов любой сложности с помощью фреймворка Django, которые ориентированы на получение, хранение и обработку информации. Данное решение позволяет создавать динамически генерируемые HTML представления, то есть включающими информацию, изменяемую в реальном времени.

Так же в состав Django входит библиотека Django ORM, предоставляющая интерфейс для работы с СУБД. С помощью данной библиотеки, реализующей шаблон проектирования «Active Record», возможно создание запросов к БД в виде использования методов классов, унаследованных от класса Model. Также данная библиотека оптимизирует текст запроса и выполняет его только в момент обращения к данным, что позволяет не производить промежуточных запросов и тем самым снизить нагрузку на СУБД.

3 Практическая реализация

В данном разделе представлена реализация автоматизированной системы управления документооборотом при организации курсов повышения квалификации и переподготовки. Данное приложение выполняет следующие функции:

- сбор заявок от потенциальных слушателей;
- контроль оплаты образовательных услуг;
- формирование академических групп из оплативших услуги слушателей;
- указание полученных оценок и зачетов, полученных во время промежуточной аттестации;
- указание оценки, полученной за итоговый экзамен;
- выпуск и архивирование успешно завершивших обучение слушателей;
- формирование пакетов необходимых документов на каждом этапе.

Схема процесса обучения представлена на рисунке 2:

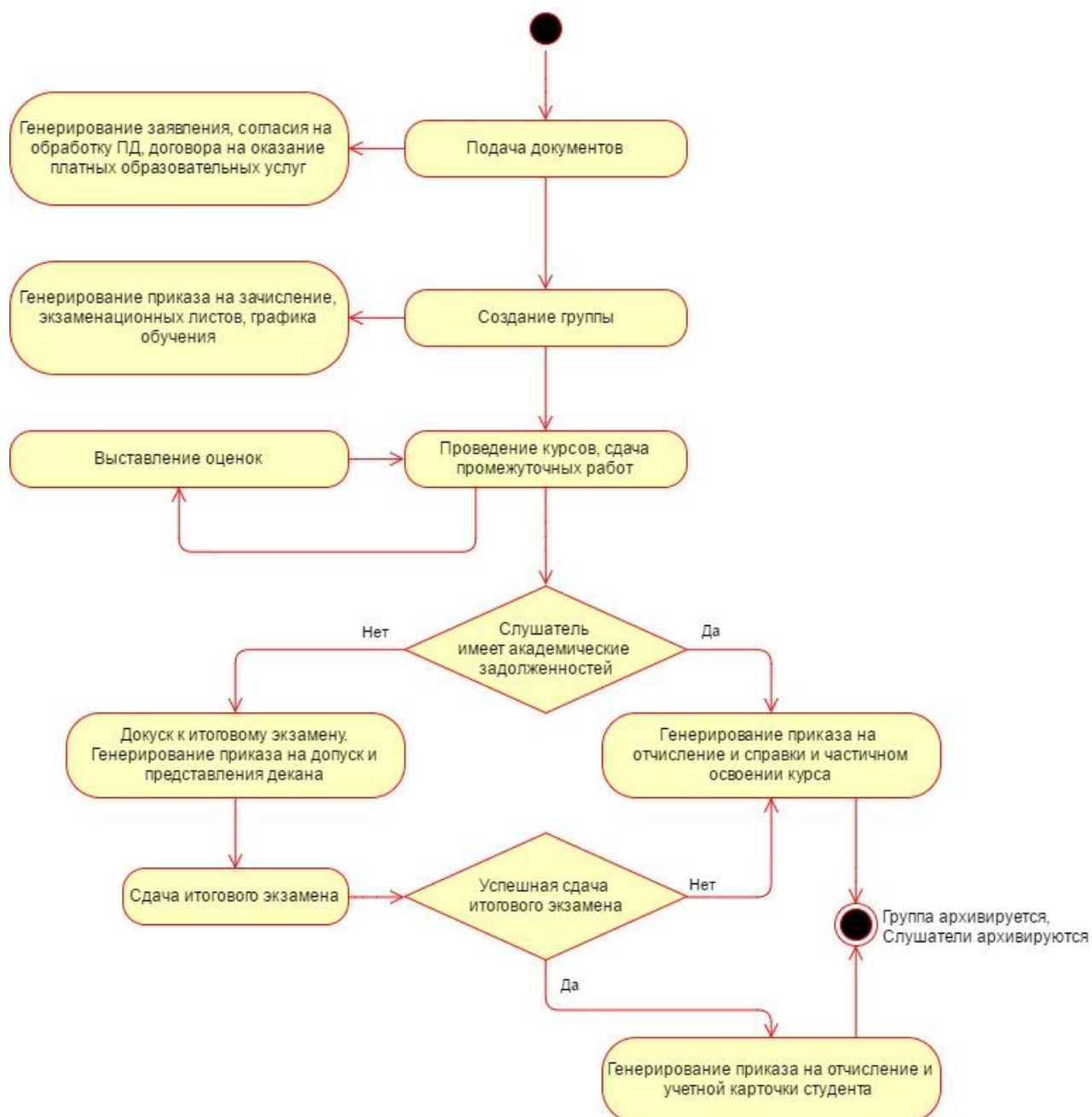


Рисунок 2 – схема процесса обучения.

3.1 Описание архитектуры системы:

Система представляет собой набор Python-пакетов (каталогов, содержащих файл `__init__.py`), каждый из которых является отдельным переносимым Django-приложением.

Логическая точка входа — приложение `main`. Пользователь попадает в данное приложение при переходе по адресу приложения в браузере. В данное приложение содержит следующие компоненты:

- библиотеку моделей, реализующих взаимодействие с БД. При этом, в этой библиотеке содержатся как реализуемые модели, так и абстрактные, реализуемые в других приложениях;
- библиотеку классов, реализующих классы форм ввода данных, используемых для ввода информации через веб-интерфейс;
- каталог HTML шаблонов, используемых представлениями для формирования структуры конечных веб-страниц. Так же в данном каталоге хранятся HTML-шаблоны документов;
- библиотеку шаблонных тегов и фильтров, используемых в шаблонах при рендеринге веб-страниц;
- файл конфигурации менеджера URL-ов, обеспечивающий распознавание схем используемых адресов;
- файл конфигурации интерфейса администратора, позволяющий добавлять те или иные модели для редактирования в административном разделе веб-приложения;
- библиотеку представлений (контроллеров);
- библиотека классов, реализующих дополнительный функционал.

Помимо вышеупомянутого приложения `main` существуют приложения `intern` и `extern`, реализующих функционал работы со слушателями, обучающимися по очной и заочной формам, соответственно. Данные

приложения содержат в себе примерно такой же набор компонентов, что и приложение `main`.

3.2 Описание моделей

Библиотека моделей представляет собой набор классов, унаследованных от предоставляемого Django класса `Model`, находящегося в модуле `db.models`. Каждый класс модели является описанием той или иной сущности, используемой в реализуемой системе, а также проекцией таблицы базы данных, где название таблицы составляется из названия Django-приложения и названия класса. Например, классу `FacultyStaff`, описывающему сущность работника факультета и находящемуся в библиотеке моделей приложения `main`, соответствует таблица `main_facultystaff`. ER-диаграмма представлена на рисунке 3.

В классе модели можно описать ее статические атрибуты, которые являются проекцией столбцов соответствующей классу модели таблицы. Данные атрибуты должны быть конструкторами классов, предоставляемых Django в модуле `db.models`. При этом каждому классу соответствует свой тип поля, а с помощью аргументов конструктора есть возможность задать дополнительные параметры соответствующего поля, например, может ли поле принимать значение `null`, должно ли его значение проверяться на уникальность в рамках данной таблицы, максимальная длина для строковых типов полей и т. д.

Важно учитывать, что Django самостоятельно создает структуру БД с помощью управляющей команды (`management command`), анализируя описанные классы.

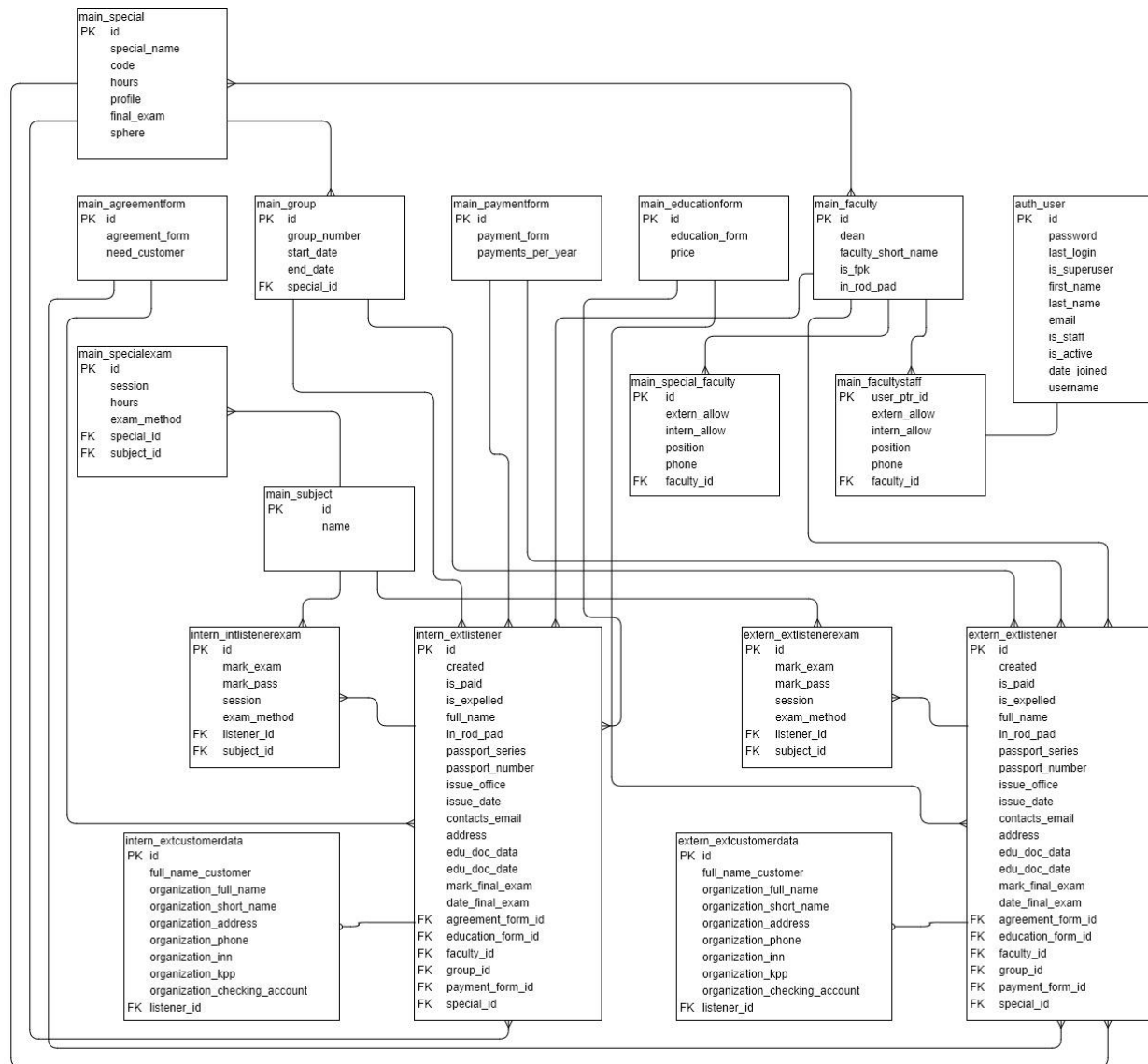


Рис. 3. ER-диаграмма используемых в системе сущностей.

3.3 Описание классов форм

Формы в Django представляют собой классы, унаследованные от предоставляемых классов Form и ModelForm, находящихся в модуле forms. Отличие данных реализаций заключается в том, что при создании формы, основанной на классе Form, есть возможность детально описать каждое необходимое поле в виде статического атрибута данного класса, а при использовании класса ModelForm в качестве наследуемого, необходимо указать целевой класс модели внутри специального класса Meta внутри класса модельной и форма будет создана автоматически с полями, соответствующими столбцам таблицы. Помимо вышеописанного функционала, присутствует возможность указать, какие и поля модели использовать. С помощью описания статических атрибутов модельной формы есть возможность расширить набор полей.

Для каждого поля любой формы есть возможность задать «виджет» - тип поля, используемый системой рендеринга для выбора соответствующего типа элемента HTML-формы.

3.4 Описание представлений(контроллеров)

При разработке с использованием фреймворка Django есть 2 способа реализации представлений: с помощью функций (function-based views) или с помощью классов (class-based views). Так же допускается смешивание этих способов.

Класс представления должен наследоваться от предоставляемого в модуле views.generic класса View. Для описания работы данного класса-представления необходимо переопределить метод, соответствующий HTTP-методу, обрабатываемому данным представлением. Например, метод, обрабатывающий HTTP GET будет называться get(request). Важно ответить, что в случае использования как представлений-функций, так и представлений-классов, метод или функция обязательно должны получать в качестве позиционного аргумента объект типа HttpRequest, а возвращать объект типа HttpResponse. Однако, часто используется функция render(request, template, context), выбирающая указанный шаблон,

обрабатывающая его и возвращающая объект `HttpResponse` с HTML-кодом в теле ответа.

3.5 Описание библиотеки служебных классов

Помимо стандартных классов, предусмотренных Django, была реализована библиотека классов, предоставляющих нестандартный функционал.

`ApiAuth` – класс, позволяющий авторизоваться с помощью учетной записи корпоративной почты. Данный класс вызывается в методе `clean()` класса `AuthForm`, если в БД пользователя с такими данными не существует. Он обрабатывает полученные авторизационные данные и выполняет запрос к API корпоративного почтового сервера; в случае положительного ответа (статус 200), в теле ответа получается ФИО пользователя и выполняется запрос для создания в БД пользователя с переданными авторизационными данными; в случае негативного ответа (статус не 200), возвращается пустой ответ, обрабатываемый методом `clean()` класса `AuthForm` и вызывающий ошибку валидации формы.

`PdfMaker` – класс, реализующий формирование PDF документа. Данный класс использует стороннюю python-библиотеку `pdfkit`, являющуюся API для работы с приложением `wkhtmltopdf`. `PdfMaker` содержит в качестве статического атрибута настройки вывода PDF и принимает в качестве аргументов конструктора шаблон или список шаблонов документов и контекст (набор данных, необходимых для обработки шаблонов). Метод `get_pdf()` создает и возвращает объект типа `HttpResponse`, содержащий в себе необходимый PDF-документ.

`PackageMaker` – класс, формирующий список файлов шаблонов документов, необходимых обработки и вывода на печать. Данный класс предоставляет API и имеет описание каждого пакета. При вызове передается код, указывающий на тот или иной пакет, возвращается список строковых названий HTML-шаблонов.

3.6 Описание развертывания

Средой выполнения приложения является выделенный сервер с доступом по протоколу SSH.

Диаграмма развертывания приведена на рисунке 4.

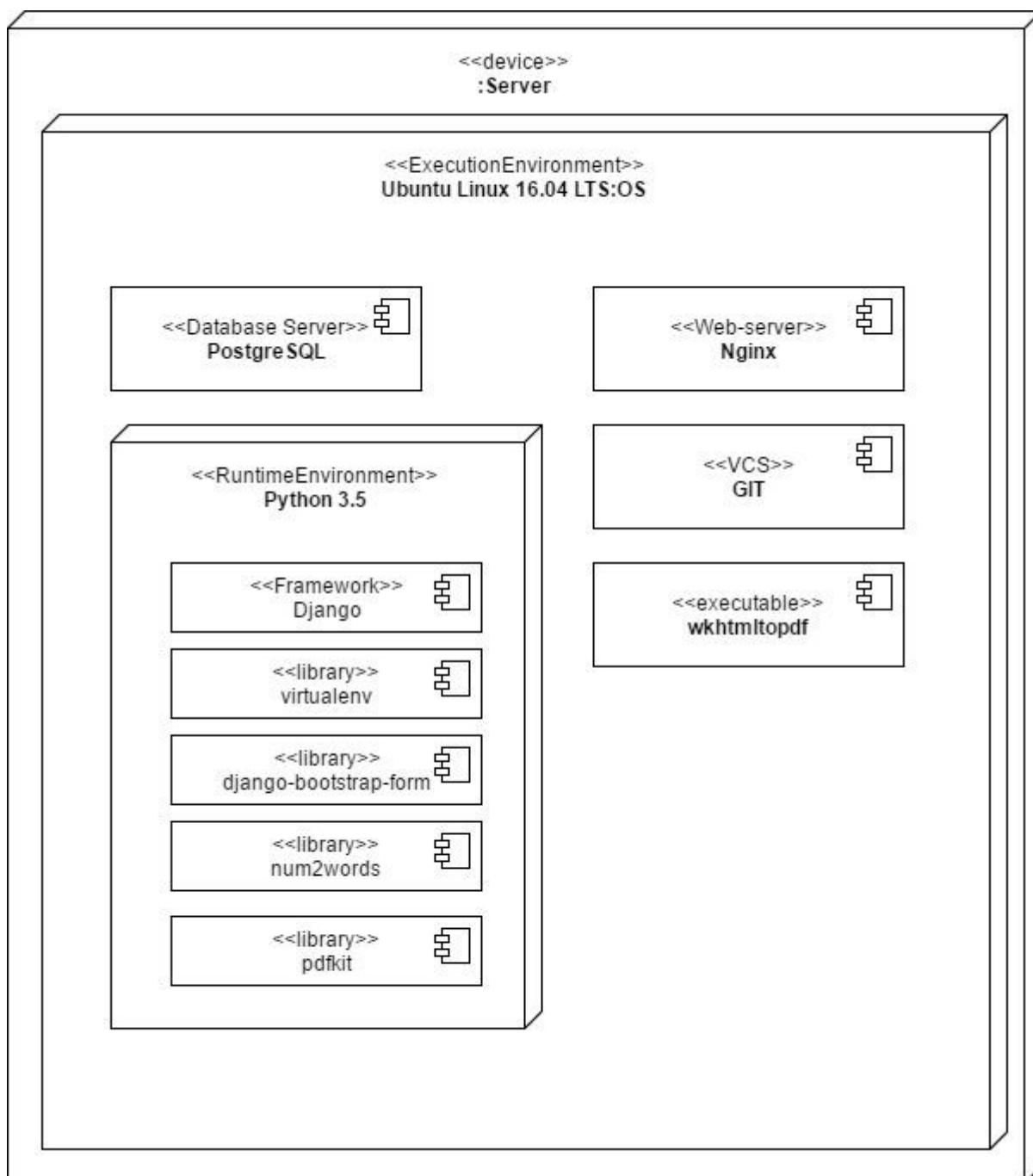


Рис. 4. Диаграмма развертывания веб-приложения.

На сервере установлена ОС GNU/Linux Ubuntu Server 16.04. Первичное размещение приложения производится в директорию /srv/retraining_app с помощью команды системы контроля версий GIT:

```
$ cd /srv && mkdir retraining_app && cd retraining_app  
$ git clone <url репозитория>
```

Для обновления компонентов, необходимо пройти в каталог /srv/retraining_app и выполнить команду:

```
$ git pull
```

После этого необходимо создать виртуальное окружение, активировать его и установить зависимости проекта:

```
$ virtualenv retraining_venv  
$ source retraining_venv/bin/activate  
$ pip install -r req.txt
```

Примечание: файл req.txt – автоматически созданный файл с зависимостями проекта, генерируется с помощью команды:

```
$ pip freeze > req.txt
```

После установки всех необходимых зависимостей необходимо создать и применить миграции. Для этого необходимо попасть в каталог, содержащий модуль manage.py (каталог retraining) и выполнить административные команды Django:

```
$ cd retraining && python manage.py makemigrations && python manage.py migrate
```

Данные команды создадут и применят команды, необходимые для создания структуры базы данных.

После создания структуры базы данных нужно создать администратора приложения. Это можно выполнить с помощью административной команды createsuperuser:

```
$ python manage.py createsuperuser;
```

Для размещения всех необходимых статических ресурсов необходимо использовать административную команду Django collectstatic:

```
$ python manage.py collectstatic
```

После размещения приложения на сервере и подготовки рабочего окружения необходимо автозапуск и запустить gunicorn. Для это необходимо пройти в каталог /etc/systemd/system и с правами администратора создать файл службы retraining_app.service:

```
$ cd /etc/systemd/system
$ sudo touch retraining_app.service
```

После создания файла необходимо поместить в него следующее содержимое:

```
[Unit]
Description=gunicorn jobcenter daemon
After=network.target
[Service]
User=ilyachch
Group=ilyachch
WorkingDirectory=/srv/retraining_app/retraining
Restart=always
RestartSec=1
ExecStart=/srv/retraining_app/retraining/retraining_venv/bin/gunicorn
--workers 2 -bind unix:/srv/retraining_app/retraining/retraining.sock
retraining.wsgi:application
[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

После этого данную службу необходимо зарегистрировать и запустить:

```
$ systemctl enable retraining_app.service && systemctl start
retraining_app.service
```

После того, как служба запущена, необходимо сконфигурировать Nginx для работы с данным веб приложением. Для этого необходимо пройти в каталог /etc/nginx/sites-available и дописать в конец файла default следующую конфигурацию:

```
server {
    listen 80;
    server_name <ip-адрес сервера, если необходим доступ по ip>;
    server_name <доменное имя, по которому будет доступно
приложение>;
    access_log /var/log/nginx/retraining.log;
```

```

location /static/ {
    root /srv/retraining_app/files/;
    expires 30d;
}
location /media/ {
    root /srv/retraining_app/files/;
}
location / {
    proxy_pass http://unix:/srv/retraining_app/retraining/
retraining.sock;;
    proxy_set_header Host $server_name;
    proxy_set_header X-Real-IP $remote_addr;
    proxy_set_header X-Forwarded-For
$proxy_add_x_forwarded_for;
}
}

```

После добавления данного текста в файл конфигурации Nginx, необходимо перезапустить данный веб-сервер с помощью команды:

```
$ server nginx restart
```

Перейдя в браузере по адресу, указанному в конфигурации nginx, загрузится главная страница сервиса.

3.7 Тестирование

Тестирование – один из важнейших этапов разработки и внедрения продукта, т.к. позволяет определить качество системы. Качество системы - это степень удовлетворения системой заявленных и подразумеваемых потребностей различных заинтересованных сторон, которая позволяет, таким образом, оценить достоинства [3].

- проверка выполнения всех функциональных требований и правильность их реализации;
- проверка того, что приложение работает во всех предусмотренных средах выполнения;

- проверка уровня защищенности хранимых данных и невозможности получения несанкционированного доступа;
- проверка удобства использования продуктом.

Реализованная система была проверена с использованием следующих видов тестирования:

- функциональное тестирование (проверка реализуемости функциональных требований);
- юзабилити-тестирование и тестирование интерфейса пользователя (выяснение, удобно ли использование продукта);
- тестирование безопасности (оценка уязвимости системы к различным атакам).

Тестирование производилось как во время разработки, так и после внедрения потенциальными операторами системы. При тестировании использовались все современные веб-браузеры (Microsoft Internet Explorer, Microsoft Edge, Mozilla Firefox, Opera и Google Chrome), с использованием различных операционных систем (Microsoft Windows, GNU/Linux, Android, iOS), а также на различных конфигурациях рабочих мест (разрешения экранов 1024x768, 1366x768, 1440x900, 1920x1080).

В ходе тестирования проблем с внешним видом, отображением и функционалом выявлено не было. Тестирование было выполнено во всех основных браузерах, с использованием различных операционных систем, а также на различных разрешениях экранов.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью данного раздела является проведение анализа перспективности проведения научно-исследовательских работ путем оценки коммерческой ценности и технико-экономического обоснования разработки, а также количественного и качественного доказательства целесообразности её внедрения.

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Целевой аудиторией разрабатываемого продукта являются потребители – коммерческие организации и учебные заведения, предоставляющие услуги по организации курсов повышения квалификации и профессиональной переподготовки.

Целевым рынком для данной разработки является рынок комплексных решений организации образовательных процессов.

По отношению к целевой аудитории можно произвести сегментацию рынка по нескольким критериям:

Сегментация аудитории по типу организации:

- коммерческие;
- не коммерческие.

Сегментация коммерческих потребителей по масштабу:

- малые предприятия;
- средние предприятия;
- крупные предприятия.

Карта сегментации рынка на основании наиболее значимых критериев для рынка (тип предприятий и масштаб предприятий) представлена в таблице 2.

Таблица 2 – карта сегментирования рынка по наиболее важным критериям

		Тип компании	
		Коммерческие	Не коммерческие
Размер компании	Крупные		
	Средние		
	Мелкие		

Примечания к таблице 2:

 - области, где имеются продукты со схожим функционалом различных компаний (чаще всего, либо продукты компании 1С, являющиеся обобщенно-универсальным инструментом, либо также самостоятельно разработанные продукты). Однако, важно отметить, что данные схожие продукты либо отвечают конкретным требованиям использующей их компании, либо универсальны и не отвечают требованиям, выдвигаемым к разрабатываемой системе. Абсолютных аналогов данного продукта нет.

Исходя из вышеприведенных данных, можно сделать выводы, определяющие результаты сегментирования рынка:

- Основным сегментом рынка выбрана область всех видов предприятий.
- Сегменты, на которые необходимо ориентироваться: мелкие компании.
- Сегменты рынка, которые привлекательны для развития разработок в будущем: все виды компаний, при учете закладывания функционала для тонкой настройки конечной системы.

4.1.2 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности

вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается по сто балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1. Результат оценки по технологии QuaD представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Оценочная карта технологии QuaD

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
Надежность	0,1	90	100	0,9	0,09
Унифицированность	0,1	80	100	0,8	0,08
Уровень материалоемкости разработки	0,1	90	100	0,9	0,09
Безопасность	0,05	85	100	0,85	0,0425
Потребность в ресурсах памяти	0,05	100	100	1	0,05
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,1	90	100	0,9	0,09
Простота эксплуатации	0,1	90	100	0,9	0,09
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
Конкурентоспособность продукта	0,05	90	100	0,9	0,045
Уровень проникновения на рынок	0,05	80	100	0,8	0,04
Перспективность рынка	0,01	90	100	0,9	0,009
Цена	0,01	85	100	0,85	0,0085
Послепродажное обслуживание	0,1	100	100	1	0,1
Финансовая эффективность научной разработки	0,15	90	100	0,9	0,135
Срок выхода на рынок	0,03	85	100	0,85	0,0255
Итого	1				

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i,$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение P_{cp} позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Значение показателя P_{cp} получилось 80,5125, а это значит, что исследуемая разработка считается перспективной.

4.1.3 SWOT-анализ

На основе анализа рынка и конкурентных технических решений необходимо составить матрицу SWOT-анализа, в которой показаны сильные и слабые стороны проекта, возможности и угрозы для разработки. Матрица SWOT представлена в приложении А.

На втором этапе проведения SWOT-анализа проводится составление интерактивных матриц проекта, в которых производится анализ соответствия параметров SWOT каждого с каждым. Соотношения параметров представлены в таблицах 4-7.

Таблица 4 – интерактивная матрица для сильных сторон и возможностей

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	+	0	+

Таблица 5 – интерактивная матрица для слабых сторон и возможностей

Слабые стороны проекта			
Возможности проекта		Сл1	Сл2
	B1	-	+

Таблица 6 – интерактивная матрица для сильных сторон и угроз

Угрозы развития проекта					
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4
	У1	+	+	+	+
	У2	+	+	0	0
	У3	+	+	0	0

Таблица 7 – интерактивная матрица для слабых сторон и угроз

Уязвимости проекта			
Угрозы проекта		Сл1	Сл2
	У1	+	+
	У2	-	-
	У3	+	-

Результаты, отображенные в интерактивных матрицах проекта, отражены в полной матрице SWOT-анализа, представленной в таблице 8.

Таблица 8 – матрица SWOT

1	2	3
	Сильные стороны: С1. Разработка с учетом специфики. С2. Актуальность. С3. Удобство и простота эксплуатации. С4. Простота поддержки и доработки.	Слабые стороны: Сл1. Малое количество специалистов. Сл2. Ограничение распространение продукта (так как проект ориентирован рынок образовательных учреждений).
Возможности: В1. Отсутствие подобных систем у других университетов	Направления развития: 1. В1С1С2С4 – продажа лицензий на использование другим учебным учреждениям.	Сдерживающие факторы: 1. В1Сл2 – малое количество потенциальных потребителей.
Угрозы: У1. Появление и развитие конкурентов. У2. Прекращение поддержки и финансирования со стороны руководителей. У3. Кардинальное изменение требований заказчика.	Угрозы развития: 1. У1С1С2С3С4 – появление конкурентов может свести на нет все преимущества. 2. У2С1С2 – прекращение поддержки, может лишить проект возможности его усовершенствования и развития. 3. У3С1С2 – изменение требований к продукту потребуют больших изменений.	Уязвимости: 1. У1Сл1Сл2 – появление конкурентов по функционалу и цене могут привести к краху проекта. 2. У2Сл1 – при уменьшении финансирования, стоимость поддержки проекта может сделать проект не рентабельным. 3. У3Сл1 – кардинальное изменение системы может оказаться слишком дорогим.

4.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Для определения альтернативных путей проведения научных исследований и вариантов реализации технической задачи используется морфологический подход. Морфологическая матрица для составляющих реализации рассматриваемого проекта представлена в таблице 9.

Таблица 9 – морфологическая матрица

А. Язык программирования	Python/Django	PHP/Laravel	Ruby/Ruby on Rails
Б. СУБД	MySQL	PostgreSQL	SQLite
В. Среда разработки	JetBrains PyCharm	Eclipse	NetBeans
Г. Возможность добавления нового контента	Администратор	Группы зарегистрированных пользователей	Все пользователи
Д. Парадигма программирования	Структурное	Функциональное	ООП
Е. Тип хостинга	Свой сервер	Платный	Бесплатный
Ж. Способ реализации	Руководитель и профессионал	Руководитель и практикант	Руководитель и студент

Из полученной морфологической матрицы, можно получить как минимум 2 варианта реализации и направления научных исследований при работе над проектом:

- исполнение 1. A1B2B1Г1Д3Е1Ж1;
- исполнение 2. A2B1B3Г3Д2Е2Ж3;
- исполнение 3. A3B3B2Г2Д1Е1Ж2.

В дальнейших расчетах именно эти варианты работы над проектом будут рассматриваться в качестве различных исполнений реализации разработки.

4.3 Планирование научно-исследовательских работ

4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

При организации работ в рамках научно-исследовательской работы необходимо планировать занятость каждого участника проекта в работе. На данном этапе определяется полный перечень работ, распределение времени работ между всеми участниками. В качестве структуры, показывающей необходимые данные, используется линейный график работ, представленный в таблице 10.

Таблица 10 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Разработка и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Разработка календарного плана	Руководитель, Студент
	3	Подготовка материалов и справочных данных для разработки	Руководитель, Студент
Разработка программы	4	Создание дизайна и навигации	Студент
	5	Описание типовых структурных элементов проекта на языке разметки	Студент
	6	Описание структурной и поведенческой модели проекта на языках программирования	Студент
	7	Выявление синтаксических и логических ошибок проекта и последующее их устранение	Студент
Оформление комплекта документации по ОКР	8	Разработка пояснительной записки	Студент
	9	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Студент
	10	Социальная ответственность	Студент
	11	Подведение итогов работы	Руководитель, Студент

Примечания к таблице 9:

НР – научный руководитель.

С – студент.

4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Продолжительность работ ($t_{ож}$) определяется либо по нормативам (с использованием специальных справочников) для каждого исполнителя в отдельности, либо расчетом с помощью экспертных оценок по формуле (2)

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

где t_{min} - минимальная трудоемкость работ, ч.-дн. ;

t_{max} - максимальная трудоемкость работ, ч.-дн.

Для расчета заработной платы основных исполнителей проекта необходимо ожидаемое время перевести в рабочее, для этого нужно:

$$t_{раб} = \frac{t_{ож}}{K_{BH}} \cdot K_{д}, \quad (3)$$

где $K_{д}$ - коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсации и согласование работ ($K_{д}=1.2$);

K_{BH} – коэффициент выполнения работ ($K_{BH}=1$).

Срок разработки проекта 20 января - 4 июня. На разработку проектной документации выделяется около 4,5 месяцев (примерно 142 дня с учетом выходных).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = t_{раб} \cdot T_{К}, \quad (4)$$

где $T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$t_{раб}$ – продолжительность выполнения этапа в рабочих днях;

$T_{К}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}}, \quad (5)$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 366$);

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 52$);

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 12$).

$$T_K = \frac{366}{366-52-12} = 1,212 \quad (6)$$

Временные показатели проведения научного исследования представлены в таблицах 11-12.

Таблица 11 - Трудоемкость выполнения работ

Наименование работ	Исполнители (Р- руководитель, С-студент)			Продолжительность работ, дни									Длительность работ в рабочих днях			Длительность работ в календарных днях		
				t _{min}			t _{max}			t _{ож}			t _{раб}			T _к		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1. Разработка и утверждение технического задания	Р			2	2	2	4	4	4	2,8	2,8	2,8	3,36	3,36	3,36	4	4	4
2. Разработка календарного плана	Р			1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	1,68	1,68	1,68	2	2	2
	С			1	2	2	2	3	3	1,4	2,4	2,4	1,68	2,88	2,88	2	3	3
3. Подготовка материалов и справочных данных для разработки	Р			1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	2,16	2,16	2,16	3	3	3
	С			1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	2,16	2,16	2,16	3	3	3
4. Создание дизайна и навигации	С			5	5	5	7	7	7	5,8	5,8	5,8	6,96	6,96	6,96	8	8	8
5. Описание типовых структурных элементов проекта на языке разметки	С			11	11	11	14	14	14	12,2	12,2	12,2	14,64	14,64	14,64	18	18	18
6. Описание структурной и поведенческой модели проекта на языках программирования	С			23	30	30	26	35	40	24,2	32	34	29,04	38,4	40,8	35	47	49
7. Выявление синтаксических и логических ошибок проекта и последующее их устранение	С			9	10	12	10	14	16	9,4	11,6	13,6	11,28	13,92	16,32	14	17	20
8. Разработка пояснительной записки	С			7	7	9	10	10	12	8,2	8,2	10,2	9,84	9,84	12,24	12	12	15
9. Техничко-экономическое обоснование НИР	С			7	7	9	10	10	12	8,2	8,2	10,2	9,84	9,84	12,24	12	12	15
10. Оценка безопасности и экологичности проекта	С			6	6	8	8	8	10	6,8	6,8	8,8	8,16	8,16	10,56	10	10	13
11. Подведение итогов работы	Р			1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	1,68	1,68	1,68	2	2	2
	С			2	2	2	3	3	4	2,4	2,4	2,8	2,88	2,88	3,36	3	3	4
Итого	Всего												96,48	109,68	122,16	117	133	148
	Р												8,88	8,88	8,88	11	11	11

Таблица 12 - Календарный план-график

№ работ	Вид работ	Исполнители	Тк, кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				январь	февраль			март			апрель			май			июнь
				3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
1	Разработка и утверждение технического задания	Р	4														
2	Разработка календарного плана	Р/С	2/2														
3	Подготовка материалов и справочных данных для разработки	Р/С	3/3														
4	Создание дизайна и навигации	С	8														
5	Описание типовых структурных элементов проекта на языке разметки	С	18														
6	Описание структурной и поведенческой модели проекта на языках программирования	С	35														
7	Выявление синтаксических и логических ошибок проекта и последующее их устранение	С	14														
8	Разработка пояснительной записки	С	18														
9	Технико-экономическое обоснование НИР	С	18														
10	Оценка безопасности и экологичности проекта	С	10														
11	Подведение итогов работы	Р/С	2/3														



Студент



Научный руководитель

4.3.3 Бюджет научно-технического исследования

В состав бюджета выполнения работ по научно-технической работе включает вся себя стоимость всех расходов, необходимых для их выполнения. При формировании бюджета используется группировка затрат по следующим статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

4.3.3.1 Расчет материальных затрат

Произведем расчет материальных затрат, включающий в себя следующие пункты:

- Стоимость оборудования;
- Стоимость программного обеспечения;
- Стоимость офисных принадлежностей.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле

$$Z_m = (1 + k_T) \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} \quad (7)$$

где k_m – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы (принят в размере 20% от стоимости материалов);

m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.).

Расчеты приведены для 3-х вариантов исполнения программного средства:

Исполнение 1 – с использованием «JetBrains PyCharm» и собственного сервера;

Исполнение 2 – с использованием «NetBeans» и платного сервера;

Исполнение 3 – с использованием «Eclipse» и бесплатного сервера;

Материальные затраты представлены в таблице 13.

Таблица 13 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед.,			Затраты на материалы, (Зм), руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Программное обеспечение										
Среда разработки	шт	1	1	1	6300	0	0	6300	0	0
Оборудование										
ПК	шт	1	1	1	32990	32990	32990	32990	32990	32990
Сервер	шт	1	1	1	0	500	0	0	500	0
Офисные принадлежности										
Бумага для принтера А4	уп	1	1	1	150	150	150	150	150	150
Картридж для лазерного принтера	шт	1	1	1	620	620	620	620	620	620
Папка	шт	1	1	1	50	50	50	50	50	50
Итого					40110	34310	33810	40110	34310	33810

Важно отметить, что лицензия на ПО “JetBrains PyCharm” была получена бесплатно.

4.3.3.2 Расчет основной заработной платы исполнителей системы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Количество рабочих дней в месяце примем равным 20-ти.

Оклад руководителя (доцент, к.т.н.) составляет 23264,86 руб/мес. Оклад техника ТГПУ составляет 6976,22 руб/мес.

Для расчета заработной платы умножаем оклад на районный коэффициент (1,3 для Томска).

Расчет основной заработной платы приводится в таблице 14.

Таблица 14 – Затраты на основную заработную плату

Исполнитель	Оклад с районным коэф., руб.	Средняя заработная плата, руб./дн.	Трудоемкость, раб. дн.			Основная заработная плата, руб.		
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	30244,3	1512,2	8,88	8,88	8,88	13428,34	13428,34	13428,34
Студент	9069,1	453,5	96,48	109,68	122,16	43753,68	49739,88	55399,56
Итого						57182,02	63168,22	68827,9

4.3.3.3 Расчет затрат по дополнительной заработной плате

По данной статье предусмотрены затраты по дополнительной заработной плате, учитывающие величину доплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} \quad (8)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,15).

Все расчеты приведены в таблице 15.

Таблица 15 – дополнительная заработная плата исполнителей системы

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Коэффициент дополнительной заработной платы	Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Научный руководитель	13428,34	13428,34	13428,34	0,15	2014,25	2014,25	2014,25
Студент	43753,68	49739,88	55399,56		6563,05	7460,98	8309,93
Итого					8577,3	9475,23	10324,18

4.3.3.4 Расчет отчислений во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений определяется по формуле:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) \quad (9)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с положениями ст.58.2 закона №212-ФЗ установлены следующие тарифы страховых взносов: ПФР – 0.22 (22%), ФСС РФ – 0.029 (2,9%), ФФОМС – 0,051 (5,1%).

Все расчеты сведены в таблицу 16.

Таблица 16 – отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель	13428,3	13428,3	13428,3
Студент	43753,68	49739,88	55399,56
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3		
Итого	17154,59	18950,45	20648,36

4.3.3.5 Расчет накладных расходов

Накладные расходы учитывают все затраты, не вошедшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование, оплата электроэнергии, оплата пользования услугами и пр.

Расчет накладных расходов определяется по формуле:

$$З_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{нр} \quad (10)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Результаты расчетов приведены в таблице 17.

Таблица 17 – расчет накладных расходов

	Сумма		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
материальные затраты, руб.	40110	34310	33810
основная заработная плата, руб.	57182,02	63168,22	68827,9
дополнительная заработная плата, руб.	8577,3	9475,23	10324,18
отчисления во внебюджетные фонды, руб.	17154,59	18950,45	20648,36
Промежуточный итог, руб.	123023,91	125903,9	133610,44
коэф. Наклад. Расходов	0,16	0,16	0,16
Накладные расходы, руб.	19683,83	20144,62	21377,67

4.3.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Сумма затрат по всем статьям расходов рассчитывается и заносится на данном этапе в таблицу 18.

Таблица 18 – бюджет затрат научно-исследовательского проекта

	Сумма		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Итого расходов, руб.	142707,74	146048,52	154988,11

4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности производится путем определения интегрального показателя эффективности научного исследования через нахождение величин финансовой и ресурсной эффективности.

Интегральный финансовый показатель определяется по следующей формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (11)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Интегральный показатель ресурсоэффективности определяется по формуле:

$$I_{pi} = \sum_i^n a_i b_i, \quad (12)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Бальная оценка каждого варианта исполнения по техническим критериям, учитывающая также и конкурентные технические решения, рассмотренные ранее, представлена в таблице 19.

Таблица 19 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,35	5	4	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,25	4	4	4
4. Функциональная мощность	0,25	4	3	4
5. Материалоемкость	0,15	4	4	4
ИТОГО	1			

Исходя из данных таблицы 18, рассчитываются интегральные показатели ресурсоэффективности для каждого исполнения:

$$I_{p-исп1} = 4,35;$$

$$I_{p-исп2} = 3.75;$$

$$I_{p-исп2} = 4;$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}} \quad (13)$$

После этого определяется сравнительная эффективность исполнений разработки, которая позволит определить самый выгодный вариант разработки с позиции финансовой и ресурсной эффективности:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (14)$$

Сравнительная эффективность разработки представлена в таблице 20:

Таблица 20 – сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,920765711	0,942320839	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,35	3,75	4
3	Интегральный показатель эффективности	4,724328835	3,979536317	4
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,1871556	1	1,00514223

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять и выбрать более эффективный вариант решения.

По таблице 20 видно, что выбранное Исполнение 1 является наиболее эффективным, так как сравнительная эффективность по отношению к Исполнению 2 и Исполнению 3 больше 1.

5 Социальная ответственность

В данном разделе дипломной работы приведены: оценка условий труда на рабочем месте, анализ вредных и опасных факторов труда, разработка мер защиты от них.

Основными вредными факторами по приказу Минздравсоцразвития РФ N 302Н от 12.04.2011[4] являются шум, освещение, микроклимат помещения, электромагнитное излучение, а также рабочая поза, так как работа ведётся в закрытом помещении с использованием персонального компьютера.

Объектом исследования выступает рабочее место, оборудование, помещение, в котором находится это рабочее место. Все исследования производились во время работы над дипломным проектом в помещении, где выполнялась эта работа.

Целью данной главы является разработка комплекса мероприятий технического, организационного, режимного и правового характера, которые минимизируют негативные последствия работы программиста.

Работа над проектом осуществлялась в кабинете 311 учебно-административного корпуса Томского государственного педагогического университета на третьем этаже. Кабинет оборудован двумя персональными компьютерами.

Анализ рабочей зоны на предмет возникновения возможных вредных и опасных факторов представлен в таблице 21.

Таблица 21 – возможные вредные и опасные факторы рабочей среды

Наименование вида работы	факторы	
	вредные	опасные
Работа выполнялась в положении сидя в офисном помещении за рабочим столом с использованием компьютера.	– повышенная дозаэлектромагнитных излучений; – отклонение показателей микроклиматаот нормы; – недостаточная освещенность рабочегоместа	– электрический ток;

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Рабочее место при выполнении работ в положении сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78 [5].

Согласно стандарту, должна быть обеспечена оптимальная высота рабочей поверхности, высота сидения, оборудовано пространство для размещения ног и высота подставки для ног. Конструкция рабочего стула должна поддерживать рациональную рабочую позу, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц. Важно, чтоб конструкция рабочего стола обеспечивала оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей.

Общие требования к организации и оборудованию рабочих мест с ПЭВМ даны в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [7].

Необходимо соблюдать чистоту и порядок на рабочем месте, не создавать шума, проветривать помещение, не нарушать инструкции по технике безопасности.

В рабочей зоне все требования соблюдены.

5.2 Характеристика рабочего места

Выпускная квалификационная работа по разработке программного обеспечения была выполнена на персональном компьютере по основному месту работы. Для естественного освещения помещения имеется одно окно. Размеры окна: ширина – 2 м, высота – 3,2 м. Дверь изготовлена из дсп и отделана шпоном. Стены покрашены в бежевый цвет. Общая площадь рабочего помещения составляет $19,88 \text{ м}^2$ (длина $A=7,1 \text{ м}$, ширина $B=2,8 \text{ м}$), объем составляет $87,472 \text{ м}^3$ (высота $C=4,4 \text{ м}$). В комнате установлено 2 персональных компьютера, на одном из которых производилась работа. На человека приходится в среднем $9,9 \text{ м}^2$ площади и $43,7 \text{ м}^3$ объема.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [7], норма площади рабочего места с персональным компьютером составляет $4,5 \text{ м}^2$. Можно сделать вывод, что рабочее помещение соответствует санитарным нормам.

Основным оборудованием для выполнения ВКР является персональный компьютер.

Конфигурация использованного персонального компьютера:

- процессор Intel Core i3 3.3 Ghz;
- объем оперативной памяти 8 Гб;
- 2 монитора ViewSonic VA2238w-LED 22”;
- периферийные устройства – манипулятор «мышь», клавиатура;

Создание данного программного обеспечения и его эксплуатация не подразумевают физического труда, но есть необходимость в длительной работе с компьютером, что негативно влияет на здоровье работника.

5.3 Микроклимат

Микроклимат помещения – это комплекс физических факторов внутренней среды помещения, которые оказывают влияние на здоровье человека [8]. Воздух рабочей зоны (микроклимат) производственных помещений

определяют следующие параметры: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха, интенсивность теплового облучения. Эти параметры по отдельности и в комплексе влияют на организм человека, определяя его самочувствие. Оптимальные и допустимые значения характеристик микроклимата устанавливаются в соответствии с СанПиН 2.2.4.548 – 96 [9].

Согласно вышеуказанному документу [9], работа разработчика-программиста относится к категории работ 1б.

Показатели микроклимата разделяются на допустимые значения и оптимальные значения микроклимата. При допустимых значениях работник может ощущать небольшой дискомфорт и понижение работоспособности, при этом ухудшение состояния здоровья возникать не будет. При оптимальных значениях наблюдается высокий уровень работоспособности и обеспечивается нормальное состояние организма работника.

Допустимые и оптимальные значения показателей микроклимата холодного и тёплого периода года для категории работ 1б представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Оптимальные и допустимые значения показателей микроклимата (СанПин 2.2.4.548-96)

Тип величины	Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Оптимальный	Холодный	21-23	20-24	40-60	0,1
	Тёплый	22-24	21-25		
Допустимый	Холодный	19-24	18-25	15-75	0,1-0,2
	Тёплый	20-28	19-29		0,1-0,3

Параметры микроклимата в помещении, где находится рабочее место, регулируются системой центрального отопления и приточно-вытяжной вентиляцией, и имеют следующие значения: влажность 40%, скорость движения

воздуха 0,1м/с, температура летом от 20 до 25°C, зимой от 19 до 22°C, что соответствует допустимым требованиям.

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. В помещении ВЦ должны подаваться следующие объёмы наружного воздуха: при объёме помещения до 20м³ на человека – не менее 30м³ в час на человека; при объёме помещения более 40м³ на человека и отсутствии выделения вредных веществ допускается естественная вентиляция.

В используемом помещении присутствует только естественная вентиляция, т.е. воздух поступает и удаляется только через щели, окна, двери. Естественная вентиляция допускается при условии, что на одного работающего приходится более 40м³ объема воздуха в помещении. Требование к объему воздуха согласно СНиП 41-01-2003[6] на одного работающего (объём на одного человека — 43,7м³) выполняется.

5.4 Освещение

Рабочее (общее) освещение – это основное освещение, которое обеспечивает нормальные условия для нахождения человека в помещении [10].

В помещении, где проводится выполнение ВКР, используется смешанное освещение, т.е. сочетание естественного и искусственного освещения.

Расчет его осуществляется по методу светового потока с учетом потока, отраженного от стен и потолка.

Необходимо создать систему освещения рабочего места для комфортной работы, отвечающую нормам, указанным в соответствии со СНиП 23-05-95 [10]. Согласно вышеуказанному документу [10], освещённость рабочего места

должна быть равна 200 лк, так как работа программиста за компьютером относится к 3 категории зрительной работы.

Рассчитаем освещённость рассматриваемой аудитории, размеры которой указаны в пункте «Характеристика рабочего места». Необходимо рассчитать индекс помещения по формуле:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)},$$

где i – индекс помещения;

$S = 87,472 \text{ м}^2$, площадь помещения;

$h = 4,4 \text{ м}$, высота помещения;

$A = 7,1 \text{ м}$, длина помещения;

$B = 2,8 \text{ м}$, ширина помещения.

В результате вычислений индекс помещения $i = 2$. Коэффициент использования светового потока выбирается из таблиц в зависимости от типа светильника, размеров помещения, коэффициентов отражения стен и потолка помещения. Помещение, где выполняется ВКР, освещается 7 потолочными плафонами типа Л71Б03, в каждом из которых установлено по 4 люминесцентных лампы типа ЛХБ-30.

Коэффициент использования светового потока с люминесцентными лампами равен 71%.

Рассчитаем освещённость аудитории, исходя из того, что в ней установлено 7 светильников по 4 лампы в каждом:

$$E_{\text{факт}} = \frac{N \cdot n \cdot \Phi_{\text{ст}} \cdot \eta}{S \cdot K_z \cdot Z},$$

где $E_{\text{факт}}$ – фактическая освещённость;

$N = 7$, число светильников в помещении;

$n = 4$, число ламп в светильнике;

$\Phi_{\text{ст}} = 1500 \text{ лм}$, величина стандартного светового потока;

$\eta = 71\%$, коэффициент использования светового потока;

$S = 87,472 \text{ м}^2$, площадь помещения;

$K_z = 1,5$, коэффициент запаса для помещений с малым выделением пыли;

$Z = 1,1$, коэффициент неравномерности освещения люминесцентных ламп.

В результате фактическая освещённость $E_{\text{факт}} = 207$ лк имеет небольшое превышение нормативной освещённости.

$$\Delta E = \frac{(E_{\text{факт}} - E_n)}{E_n} \cdot 100\%,$$

где ΔE – показатель разности между фактической и нормативной освещённостью;

$E_{\text{факт}} = 207$ лк, фактическая освещённость;

$E_n = 200$ лк, нормативная освещённость.

В результате показатель разности $\Delta E = +3,5\%$. Данное значение входит в диапазон отклонения $\Delta E = \pm 20\%$ согласно [10]. Из этого следует, что фактическое значение освещённости практически равно нормативному, что говорит о хорошей системе освещения в аудитории.

5.5 Производственный шум

Одним из важнейших параметров, наносящим большой ущерб для здоровья и резко снижающим производительность труда, является шум.

Шум ухудшают условия труда, оказывают вредное воздействие на организм человека. Действие шума различно: он затрудняет разборчивость речи, вызывает снижение работоспособности, повышает утомляемость, вызывает необратимые изменения в органах слуха человека. Шум воздействует не только на органы слуха, но и на весь организм человека через центральную нервную

систему. Ослабляется внимание, ухудшается память, снижается реакция, увеличивается число ошибок при работе согласно СНиП 23-03-2003 [13].

Во избежание негативных последствий от производственного шума, его необходимо регулировать в соответствие с нормами, которые указаны в ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Общие требования безопасности» [12].

Допустимые уровни звука и звукового давления для рабочего места разработчика-программиста согласно вышеуказанному ГОСТу 12.1.003-83 [12] представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Допустимые уровни звука и звукового давления

№	Вид трудовой деятельности	Уровни звукового давления, дБ, со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука (в дБА)
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Рабочие места программистов вычислительных машин	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Допустимый уровень звукового давления колеблется от 38 дБ до 86 дБ при частоте от 8000 Гц до 31,5 Гц соответственно.

Для уменьшения воздействий шума можно использовать следующие методы [13]:

- применение звукоизоляции;
- экранирование рабочих мест, то есть установка перегородок между рабочими местами;
- установка оборудования, производящего минимальный шум.

Источниками шума в рассматриваемой аудитории является кулер, который установлен внутри системного блока компьютера, для его охлаждения.

Для подавления издаваемого шума рекомендуется своевременно проводить чистку кулера от пыли, а также своевременно менять термопасту.

Шумовая обстановка в рассматриваемой аудитории по субъективным ощущениям соответствует вышеуказанным нормам.

5.6 Психофизические факторы

Большую часть рабочего времени работник-программист проводит за работой на персональном компьютере. В следствии такой работы у работника может ухудшаться зрение, осанка, а также может появиться недомогание.

Необходимо правильно настроить рабочее место и отрегулировать настройки персонального компьютера, чтобы не было негативного влияния на зрение работника и его осанки. Для этого необходимо:

- настроить яркость дисплея на приемлемый для глаз уровень;
- увеличить шрифт на экране для удобного чтения;
- настроить контрастность и насыщенность цветов, чтобы глаза не утомлялись во время длительной работы за компьютером.

А также необходимо добиться, чтобы рабочее место было максимально комфортным. Это позволит избежать проблем с искривлением осанки работника, а также избавит от многих болезней связанных с поясничными и шейными отделами позвоночника. Так же необходимо правильно настроить угол обзора монитора.

Для организации правильной рабочей позы, а также организации отдыха работника необходимо соблюдать требования, описанные в документе СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [7]:

- расстояние от экрана монитора до глаз работника должно составлять 60 - 70 см;
- высота, ширина и глубина рабочего стола должна быть комфортной;

- рабочий стул должен быть удобным и регулироваться по высоте и углам наклона спинки;
- экран монитора должен быть антибликовым;
- каждые 2 часа необходимо делать небольшие перерывы по 20 минут;
- работа за компьютером не должна превышать 6 часов.

Несоблюдение вышеуказанных правил может привести к получению работником травмы или развития заболевания. Поэтому на предприятии должен проводиться плановый медицинский осмотр всех работников для контроля за состоянием здоровья сотрудников.

5.7 Электромагнитное излучение

Как любые электрические приборы, мониторы и системные блоки производят электромагнитное излучение. В портативных компьютерах практически все электромагнитное излучение идет от системного блока, располагающегося под клавиатурой. Современные машины выпускаются заводом-изготовителем со специальной металлической защитой внутри системного блока для уменьшения фона электромагнитного излучения.

Электромагнитные излучения оказывают негативное влияние на сердечно-сосудистую, нервную и эндокринную систему, а также могут привести к раковым заболеваниям [11].

Для того чтобы избежать негативного воздействия от электромагнитного излучения необходимо следовать основным нормам, описанным в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [7]. Так напряжённость электромагнитного поля, создаваемого персональным компьютером, при диапазоне частот 2 кГц – 400кГц должна составлять не более 2,5 В/м, а плотность магнитного потока не более 25 нТл при том же диапазоне частоте. При диапазоне частот до 2 кГц напряжённость не более 25 В/м, плотность магнитного потока не более 250 нТл.

Возможные способы защиты от ЭМП:

- основной способ – увеличение расстояния от источника, во избежание последствий экран видеомонитора должен находиться на расстоянии не менее 50 см от пользователя;
- применение приэкранных фильтров, специальных экранов и других средств индивидуальной защиты, прошедших испытание в аккредитованных лабораториях и имеющих соответствующий гигиенический сертификат.

Источником ЭМИ в рассматриваемом помещении является монитор компьютера.

В данном случае используются только предупредительные меры защиты, такие как:

- размещение монитора таким образом, чтобы задняя его панель (область наибольшего излучения) была обращена от пользователя и окружающих его людей;
- достаточная освещенность рабочего места. Наиболее подходящим осветителем в данном случае является небольшая люминесцентная лампа;
- кратковременные перерывы в процессе работы.

5.8 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Чрезвычайные опасности, спонтанно возникая и обладая высокими уровнями воздействия на человека, как правило, травмируют большие группы людей, а промышленные объекты, селитебные зоны и природу разрушают.

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией, которая может возникнуть при описании данной выпускной квалификационной работы, является пожар, так как происходит эксплуатация устройств электропитания, электронных схем ЭВМ и других источников возникновения пожара. В результате различных неполадок, образующих перегретые элементы и электрические искры, может произойти возгорание горючих материалов.

В соответствии с правилами определения категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности, регламентируемыми [14], помещение, в котором была написана данная работа, относится к категории В, так как в помещении находятся сгораемые вещества и материалы (шкафы, столы, стулья, документация), для питания вычислительной техники используется напряжение 220В переменного тока.

Каждый работник при обнаружении пожара, признаков горения, задымления, запаха гари, повышения температуры и т.п. должен [15]:

- незамедлительно сообщить об это в пожарную охрану, поставить в известность службу охраны;
- принять по возможности меры по эвакуации людей и материальных ценностей в соответствии с планом эвакуации;
- по возможности отключить электроэнергию и приступить к тушению пожара первичными средствами пожаротушения, не подвергая свою жизнь опасности.

Для предупреждения возникновения пожара в помещение необходимо проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия [16]:

- организационные мероприятия, касающиеся технического процесса с учетом пожарной безопасности объекта;
- эксплуатационные мероприятия, рассматривающие эксплуатацию имеющегося оборудования;
- технические и конструктивные, связанные с правильные размещением и монтажом электрооборудования и отопительных приборов.

Организационные мероприятия [16]:

- Противопожарный инструктаж работников;
- Изучение правил техники безопасности;
- Издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия:

- Соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- Обеспечение свободного подхода к оборудованию. В комнате рабочие места размещены так, что расстояние между рабочими местами с видеотерминалами (от поверхности экрана одного, до поверхности экрана другого) составляет порядка 5 м, расстояния между боковыми поверхностями порядка 3 м, что соответствует нормам. Из вышесказанного следует, что дополнительных мер защиты не требуется;
- Содержание в исправном состоянии изоляции токоведущих проводников.

Технические:

- Соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения. В коридоре квартиры на достигаемом расстоянии находится рубильник, обесточивающий всю квартиру.
- Профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

В коридоре помещения, в котором выполнялась выпускная квалификационная работа, имеется порошковый огнетушитель типа ОП-5, на стене приведен план эвакуации в случае пожара, и, на достигаемом расстоянии, находится пожарный кран.

Наиболее дешевым и простым средством пожаротушения является вода, поступающая из обычного водопровода. Для осуществления эффективного тушения огня используют пожарные рукава и стволы, находящиеся в специальных шкафах, расположенных в коридоре. В пунктах первичных средств огнетушения должны располагаться ящик с песком, пожарные ведра и топор.

Если возгорание произошло в электроустановке, для его устранения должны использоваться огнетушители углекислотные типа ОУ-2, или порошковые типа ОП-5, а также аптечками первой помощи согласно

требованиям [17]. Кроме устранения самого очага пожара нужно, своевременно, организовать эвакуацию людей. План эвакуации представлен на рисунке 5.

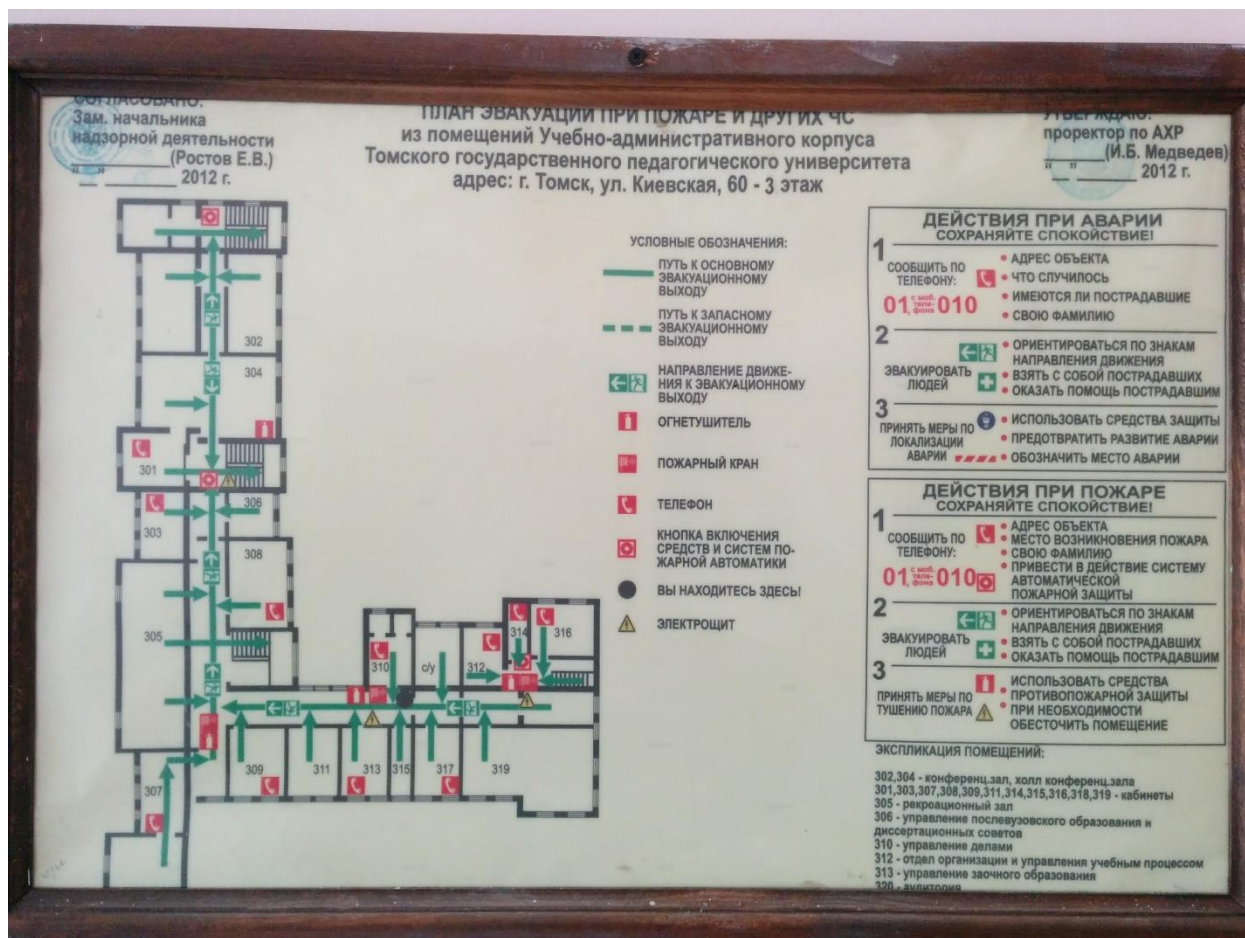


Рисунок 5 – План эвакуации третьего этажа учебно-административного корпуса ТГПУ.

5.9 Защита окружающей среды

Под защитой окружающей среды подразумевается утилизация отходов оргтехники, которые содержат различные долго разлагающиеся пластмассы, люминесцентные лампы, а также вредные вещества и их соединения: свинец, ртуть, мышьяк и т.д. Утилизировать их вместе с бытовыми отходами нельзя.

При рассмотрении влияния ПК на атмосферу, гидросферу и литосферу выявлены особо вредные выбросы: ртутные лампы, согласно ГОСТ Р 51768-2001 [18]. В случае выхода из строя компьютеров, они списываются и отправляются на специальный склад, который при необходимости принимает меры по утилизации списанной техники и комплектующих. В настоящее время в Томской

области утилизацией занимаются две компании: городской полигон и ООО НПП «Экотом». Утилизацией опасных бытовых отходов занимаются компании: ООО «Торем», ООО «СибМеталлГрупп».

Заключение

В результате выполнения работы было реализовано веб-приложение - автоматизированная система управления документооборотом при организации курсов повышения квалификации и переподготовки.

Таким образом поставленная задача полностью решена.

В ходе данной работы были выполнены следующие работы:

- изучена и описана предметная область;
- выбраны программные средства разработки;
- реализовано программное средство генерирования PDF документов на основе HTML шаблонов;
- реализованы программные средства управления, наполнения и использования системы;

При тестировании системы не было выявлено проблем с внешним видом, отображением элементов, функционалом, а также работы в целом.

На данный момент система находится в стадии эксплуатационного тестирования, проводится пробная обработка небольшого числа слушателей. Проверяется правильность оформления документов и правильность комплектации пакетов документов.

В пояснительной записке рассмотрены вопросы технико-экономического обоснования проекта, и определен наилучший вариант исполнения.

Отдельная глава посвящена вопросам безопасности жизнедеятельности.

Список используемых источников

- 1) Что такое повышение квалификации? // Моё образование URL: https://moeobrazovanie.ru/povyshenie_kvalifikatsii.html (дата обращения: 28.05.2017);
- 2) PostgreSQL // Википедия — свободная энциклопедия URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/PostgreSQL> (дата обращения: 05.06.2017);
- 3) ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015 Информационные технологии (ИТ). Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE). Модели качества систем и программных продуктов, ГОСТ Р от 29 мая 2015 года №ИСО/МЭК 25010-2015 // Профессиональные справочные системы Техэксперт - электронный фонд правовой и нормативно-технической документации URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200121069> (дата обращения: 05.06.2017);
- 4) Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации (Минздравсоцразвития России) от 12 апреля 2011 г. N 302н "Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда"
- 5) ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1979. – 11 с.
- 6) СНиП 41-01-2003. Отопление вентиляция и кондиционирование. – М.: ФГУП ЦПП, 2004. – 144с.
- 7) СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2003. – 54 с.
- 8) ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к

воздуху рабочей зоны. – М.: Стандартинформ, 2006. – 49 с.

9) СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 20 с.

10) СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. – М.: Центр проектной продукции в строительстве, 2011. – 70 с.

11) Безопасность жизнедеятельности: учебник / Э.А. Арустамов. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2006. – 476 с.

12) ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Общие требования безопасности. – М.: Издательство стандартов, 2002. – 13 с.

13) СНиП 23-03-2003. Защита от шума. – М.: Госстрой России, 2004. – 34 с.

14) НПБ 105-95. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности. / Шебеко Ю.Н. – М.: ВНИИПО, 1998. – 119 с.

15) ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2003. – 111 с.

16) Постановление Правительства Российской Федерации от 25.04.2012 N 390 "О противопожарном режиме".

17) ГОСТ Р 51057-01. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний. – М.: Издательство стандартов, 2001. – 48 с.

18) ГОСТ Р 51768-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Методика определения ртути в ртутьсодержащих отходах. Общие требования. – М.: Издательство стандартов, 2001. – 13 с.