

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

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Специальность 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
 ООП Разработка интернет-приложений
 Отделение школы (НОЦ) Отделение информационных технологий

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА МАГИСТРА

Тема работы
Модуль предварительного просмотра полиграфической продукции в виде 3D- объекта для облачной платформы Pixlpark

УДК 004.455.1:004.514:004.925.84:665.1/.3:659.1

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8BM01	Голушков Андрей Николаевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Кочегурова Е. А	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН ШБИП	Жиронкин С.А.	д.э.н, профессор		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	Федоренко О.Ю.	д.м.н., профессор		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Кочегурова Е. А	к.т.н., доцент		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП
по направлению 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественно-научные, социальноэкономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
ОПК(У)-2	Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач
ОПК(У)-3	Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями
ОПК(У)-4	Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований
ОПК(У)-5	Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем
ОПК(У)-6	Способен разрабатывать компоненты программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования

ОПК(У)-7	Способен адаптировать зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования к нуждам отечественных предприятий
ОПК(У)-8	Способен осуществлять эффективное управление разработкой программных средств и проектов
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен разрабатывать и администрировать системы управления базами данных
ПК(У)-2	Способен проектировать сложные пользовательские интерфейсы
ПК(У)-3	Способен управлять процессами и проектами по созданию (модификации) информационных ресурсов
ПК(У)-4	Способен осуществлять руководство разработкой комплексных проектов на всех стадиях и этапах выполнения работ
ПК(У)-5	Способен проектировать и организовывать учебный процесс по образовательным программам с использованием современных образовательных технологий

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

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки (специальность) 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
 Отделение школы (НОЦ) Отделение информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП/ОПОП
 _____ Кочегурова Е.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

ВКР магистра

(ВКР бакалавра/ ВКР специалиста/ ВКР магистра)

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ01	Голушкову Андрею Николаевичу

Тема работы:

Модуль предварительного просмотра полиграфической продукции в виде 3D- объекта для облачной платформы Pixlpark	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 96-20/с от 05.04.2022

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2022
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом проектирования и разработки является модуль предварительного просмотра полиграфической продукции в виде 3D- объекта.</p>
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Исследование предметной области; 2. Разработка архитектуры для разрабатываемого модуля; 3. Проектирование и реализация программного модуля; 4. Работа над разделом по финансовому менеджменту, ресурсоэффективности и ресурсосбережения; 5. Работа над разделом по социальной ответственности; 6. Работа над разделом на английском языке.
--	--

<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Схема архитектуры модуля; 2. Диаграмма компонентов; 3. Диаграмма классов модуля; 4. Дизайн-макеты интерфейса; 4. Диаграмма Ганта.
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Профессор ОСГН ШБИП, д.э.н., Жиронкин С.А.
Социальная ответственность	Профессор ООД ШБИП, д.м.н., Федоренко О.Ю.
Английский язык	Доцент ОИЯ ИШИТР, к.п.н., Сидоренко Т.В.

Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:

Раздел 2. Проектирование и разработка серверной части модуля

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.03.2022
--	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Доцент ОИТ ИШИТР	Кочегурова Е.А.	к.т.н., доцент		
------------------	-----------------	----------------	--	--

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ01	Голушков Андрей Николаевич		

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

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки (специальность) 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
 Уровень образования Магистратура
 Отделение школы (НОЦ) Отделение информационных технологий
 Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2021 /2022 учебного года)

Форма представления работы:

ВКР магистра

(ВКР бакалавра/ ВКР специалиста/ ВКР магистра)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающегося:

Группа	ФИО
8ВМ01	Голушкова Андрея Николаевича

Тема работы:

Модуль предварительного просмотра полиграфической продукции в виде 3D- объекта для облачной платформы Pixlpark

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2021
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.06.2021	Исследование предметной области	20
01.06.2021	Разработка архитектуры для разрабатываемого модуля	30
01.06.2021	Проектирование и реализация программного модуля	20
01.06.2021	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
01.06.2021	Социальная ответственность	10
01.06.2021	Приложение на английском языке	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Кочегурова Е.А.	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Кочегурова Е.А.	к.т.н., доцент		

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ01	Голушков Андрей Николаевич		

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

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ01	Голушкову Андрею Николаевичу

Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение школы (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	09.04.01 Информатика и вычислительная техника

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Бюджет проекта – не более 300000 руб., в т.ч. затраты по оплате труда – не более 200000 руб. Стоимость материальных и интеллектуальных ресурсов определялась согласно прейскурантам компаний Оклад студента-программиста – 45000 р.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Накладные расходы 16 %; Районный коэффициент 30%; Норма амортизации ПЭВМ 33,33%; Норма амортизации ПО 20%
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений на выплаты во внебюджетные фонды 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	<i>Анализ потенциальных потребителей результатов исследования; Анализ конкурентных технических решений; FAST анализ; SWOT анализ; Оценка готовности проекта к коммерциализации</i>
2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	<i>Цели и результатов проекта; Организационная структура проекта;</i>
3. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>Структура работ; План проекта; Бюджет научного исследования; Риски проекта;</i>
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Абсолютная эффективность исследования; Сравнительная эффективность исследования;</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. «Портрет» потребителя результатов НИИ
2. Сегментирование рынка
3. Оценка конкурентоспособности технических решений
4. Матрица SWOT
5. График проведения и бюджет НИИ
6. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИИ
7. Потенциальные риски

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН ШБИП ТПУ	Жиронкин Сергей Александрович	д.э.н, профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ01	Голушков Андрей Николаевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
8ВМ01		Голушкову Андрею Николаевичу	
Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение (НОЦ)	Отделение информационных технологий
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Тема ВКР:

Модуль предварительного просмотра полиграфической продукции в виде 3D- объекта для облачной платформы Pixlpark

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p>Объект исследования: Модуль предварительного просмотра полиграфической продукции. Область применения: информационные системы. Рабочая зона: офис. Размеры помещения :7*8м. Технические параметры помещения: центральное отопление, естественная принудительная вентиляция, освещение искусственное в виде люминесцентных ламп и естественное (2 окна размером 1,5*2м). Количество и наименование оборудования рабочей зоны: персональные компьютер в количестве 4 штук. Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: разработка приложения с использованием компьютера.</p>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. Перечень опасных и вредных факторов; – ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» – СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания; – СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95; – ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности; – ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов
---	--

	<p>безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление; – ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов; – ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования; – ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения; – МР 2.2.9.2311 – 07 «Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности» – Рабочее место при выполнении работ в положении сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. ГОСТ ISO 9612-2016 Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах (с Поправкой)</p>
<p>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов – Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора 	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – недостаточная освещённость рабочей зоны; отсутствие или недостаток естественного света; – повышенный уровень шума; – повышенный уровень электромагнитных излучений; – повышенная напряжённость электрического поля; – повышенная или пониженная влажность воздуха; <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – электрический ток (источником является ПК); – короткое замыкание; – статическое электричество; <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: наушники, устройства для вентиляции и очистки воздуха, источники света, устройства улавливания и очистки воздуха и жидкостей; Расчет: расчет уровня шума в помещении</p>
<p>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения</p>	<p>Воздействие объекта на атмосферу, гидросферу, селитебную зону не происходит. В работе проведён анализ воздействия на литосферу (образование отходов при выходе из строя ПК, возникновения отходов при печати и утилизации ламп).</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения</p>	<p>Возможные ЧС: природные катастрофы, например, ураган геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы,</p>

	провалы территории и т.д.); техногенные аварии (пожар). Наиболее типичная ЧС: пожар
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	Федоренко Ольга Юрьевна	д.м.н, профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ01	Голушков Андрей Николаевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 98 страниц, 29 рисунков, 28 таблиц, 25 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: веб-приложение, 3D модель, брокер сообщений, библиотека ThreeJS, облачная система Pixlpark.

Объектом проектирования и разработки является модуль предварительного просмотра полиграфической продукции в виде 3D объекта.

Цель работы – создать модуль предпросмотра созданного дизайна в виде 3D объекта.

В результате исследования был разработан список функциональных и нефункциональных требований к разрабатываемой системе. Вследствие на основе данных требований была проанализирована и спроектирована архитектура основополагающих блоков и модулей системы, а также схема связей между ними.

На основе проектирования был полностью реализован модуль 3D-визуализации пользовательских дизайнов на платформе Pixlpark.

Разработанный модуль позволяет пользователям при создании дизайна в редакторе дизайнов наиболее близко к реальности посмотреть на товар перед заказом, что существенно увеличивает процент итоговых заказов на платформе и снижает количество исправлений дизайнов после заказа.

Практическая значимость работы состоит в том, что размещение на сайте типографии опции, которая позволила бы посетителю платформы в режиме реального времени увидеть 3D-модель будущего продукта, сгенерированного им самостоятельно, в недалекой перспективе сможет привлечь на сайт новых покупателей и повысить конкурентоспособность предприятия.

Определения и сокращения

3D модель - математическое представление любого трехмерного объекта, реального или вымышленного, в трехмерной программной среде.

API - (от англ. Application Programming Interface) — интерфейс создания приложений.

DOM - (от англ. Document Object Model) программный интерфейс, позволяющий программам получить доступ к содержимому HTML-документов, а также изменять их содержимое.

Business-to-consumer – (от англ. Business-to-consumer) одна из форм электронной торговли, основная цель которой это прямая продажа для потребителя.

JavaScript - это язык программирования, с помощью которого веб-страницам придается интерактивность

JSON (англ. JavaScript Object Notation) - формат обмена данными, основанный на языке JavaScript. Представляет собой текстовый формат, полностью независимый от языка реализации, но использующий соглашения, знакомые программистам C-подобных языков, таких как C, C++, C#, Java, JavaScript, Perl, Python и многих других.

HTML (от англ. HyperText Markup Language - «язык гипертекстовой разметки») - стандартизированный язык разметки документов во Всемирной паутине. Большинство веб-страниц содержат описание разметки на языке HTML (или XHTML). Язык HTML интерпретируется браузерами; полученный в результате интерпретации форматированный текст отображается на экране монитора компьютера или мобильного устройства.

Pixlpark - отраслевой облачный сервис для автоматизации полиграфического предприятия, платформа для создания интернет-магазинов по продаже полиграфической, сувенирной и фотопродукции.

.psd - растровый формат хранения графических изображений, использующий сжатие без потерь, основанное на алгоритме сжатия RLE. Наиболее

широко применяется для хранения промежуточных результатов работы над оформлением сайта.

Поддерживается прежде всего всеми приложениями Adobe (Adobe Illustrator, Adobe Premiere Pro, After Effects), а также доступен для редактирования во многих других графических редакторах.

SaaS – одна из форм облачных вычислений, модель использования бизнесприложений в формате интернет-сервисов, программное обеспечение которых находится на обслуживании у провайдера.

WebGL – (англ. Web-based Graphics Library) Javascript-библиотека, позволяющая создавать интерактивную 3D-графику.

Web-to-print –

- 1) сервис печати по требованию;
- 2) программное решение, позволяющее организовать сервис печати по требованию;
- 3) софтверное решение, позволяющее организовать совместную работу над макетами как отдельным дизайнерам, так и маркетинговым отделам одного холдинга;
- 4) особый вид технологии, связывающей цифровой контент в интернете с коммерческим печатным производством.

Административная панель – веб-ресурс, позволяющий клиентам системы Pixpark настраивать содержимое и логику работы клиентского веб-ресурса.

Администратор сайта - специалист в области информационных технологий, в обязанности которого входит техническая поддержка сайта.

Веб-редактор – инструмент, который позволяет посетителям сайта создавать собственный дизайн полиграфической или сувенирной продукции.

Интернет-магазин - программа или совокупность программ, работающих на Webсайте, которые позволяют пользователю сайта приобретать какие-либо товары или услуги в режиме онлайн.

Облачная платформа - модель обеспечения удобного сетевого доступа к системе по требованию.

Пользователь сайта - физическое или юридическое лицо, являющееся посетителем интернет-сайта и выполняющий манипуляции с web-редактором с целью оформления заказа.

Сайт – клиентский веб-ресурс, отвечающий за вывод информации для пользователя сайта. Содержимое сайта зависит от настроек в административной панели.

Текстура - изображение, воспроизводящее визуальные свойства каких-либо поверхностей или объектов, например, в 3D графике.

Фреймворк - каркас, который упрощают создание и поддержку технически сложных или нагруженных проектов.

Электронная коммерция –

1) сфера экономики, включающая в себя торговые и финансовые операции, а также любые, связанные с ними бизнес-процессы, осуществляемые посредством использования компьютерных сетей;

2) набор технологий и сервисов, дающих возможность покупать и приобретать разнообразные товары и услуги через интернет, а также выполнять иные, связанные с покупкой и приобретением действия (прием заказов, выставление счетов, осуществление платежей и т.п.).

Оглавление

Определения и сокращения.....	15
Введение.....	22
1. Обзор предметной области.....	24
1.1. Облачная система Pixlpark.....	24
1.2. Редактор дизайнов.....	24
2. Определение требований.....	26
2.1. Нефункциональные требования.....	26
2.2. Функциональные требования.....	26
2.3. Обзор существующих решений.....	27
2.3.1. Использование статической 3D-модели.....	27
2.3.2. Выбор текстур из предложенных вариантов.....	28
2.3.3. Загрузка пользовательских текстур на 3D-модель.....	29
3. Проектирование и разработка серверной части модуля.....	31
3.1. Брокер сообщений RabbitMQ.....	31
3.2. Библиотека Puppeteer.....	34
3.3. Реализация модуля рендеринга изображений.....	35
3.3.1. Формирование запроса на стороне клиента.....	35
3.3.2. Обмен сообщениями.....	35
3.3.3. Преобразование в изображение.....	37
4. Проектирование и разработка клиентской части модуля.....	39
4.1. Анализ и выбор инструментов.....	39
4.2. WebGL и Three.js.....	39
4.3. Создание сцены.....	41
4.3.1. Камера.....	41

4.3.2. Освещение	43
4.4. Разработка модуля	44
4.4.1. Создание сцены.....	44
4.4.2. Элементы управления.....	45
5. Результаты разработки.....	47
5.1. Работа с административной панелью	47
5.2. Интеграция модуля в редактор дизайнов	48
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	52
6.1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ .	52
6.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования .	52
6.1.2. Анализ конкурентных технических решений.....	53
6.1.3. SWOT анализ.....	54
6.1.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации	57
6.2. Инициация проекта.....	58
6.2.1. Цели и результат проекта.....	58
6.2.2. Организационная структура проекта.....	59
6.2.3. Ограничения и допущения.....	59
6.3. Планирование управления НТИ.....	60
6.3.1. Иерархическая структура работ	60
6.3.2. Контрольные события проекта.....	61
6.3.3. План проекта	61
6.3.4. Бюджет НТИ.....	65
6.3.5. Сырьё и материалы	65
6.3.6. Специальное оборудование	65

6.3.7.	Основная заработная плата	65
6.3.8.	Дополнительная заработная плата	67
6.3.9.	Отчисления во внебюджетные фонды	67
6.3.10.	Научные и производственные командировки.....	68
6.3.11.	Контрагентные расходы	68
6.3.12.	Накладные расходы	68
6.4.	Бюджет НТИ.....	68
7.	Социальная ответственность.....	73
7.1.	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	73
	7.1.1. Особенности законодательного регулирования проектных	
	решений	73
	7.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	
		74
7.2.	Производственная безопасность	75
	7.2.1. Недостаточная освещённость рабочей зоны; отсутствие или	
	недостаток естественного света;.....	76
	7.2.2. Повышенный уровень шума	76
	7.2.3. Повышенный уровень электромагнитных излучений	78
	7.2.4. Повышенная напряжённость электрического поля;	78
	7.2.5. Повышенная или пониженная влажность воздуха;.....	79
	7.2.6. Статические перегрузки;	79
	7.2.7. Электробезопасность.....	80
	7.2.8. Статическое электричество.....	82
7.3.	Экологическая безопасность	82

7.3.1. Воздействие на литосферу	82
7.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	83
7.4.1. Пожарная безопасность.....	83
Заключение	86
Conclusion.....	87
Список использованных источников	88
Приложение А	91

Введение

Облачные сервисы все прочнее укрепляются в нашей повседневной и рабочей жизни. Облако можно использовать для самых разных целей, включая резервное копирование данных, аварийное восстановление, разработку и тестирование ПО, анализ больших данных и так далее.

Автоматизация допечатных процессов позволяет увеличить пропускную способность типографий. Основная проблема полиграфических производств - недозагруженность производственных мощностей. Развитие цифровых технологий принесло альтернативные носители информации. С одной стороны, это отняло заказы на классические носители информации, с другой - открыло доступ к новой аудитории потребителей полиграфических услуг. Привлечение клиентов и обработка их заказов через интернет является одним из решений обозначенной проблемы.

Программный комплекс Pixlpark является SaaS решением (англ. software as a service — программное обеспечение как услуга), реализующим технологию Web-to-Print, являясь полномасштабным решением, предназначенное для организации интернет-бизнеса типографии или печатного салона, позволяющий автоматизировать бизнес-процессы оперативной полиграфии.

Одной из ключевых особенностей платформы Pixlpark являются различные редакторы (шаблонов, макетов, фотопечати,). На сегодняшний день возможности, предоставляемые пользователю платформы Pixlpark, достаточно широки: они позволяют клиенту осуществлять всю работу над макетом продукта в режиме реального времени, после чего макет будущей полиграфической продукции будет автоматически направлен в печать на производстве. Работа в веб-редакторе позволяет пользователю сразу видеть результаты своей деятельности и тут же вносить необходимые коррективы. Редактор Pixlpark отлично подходит для полиграфической продукции различных видов: визиток, буклетов, сувенирной продукции, флаеров, листовок, плакатов, постеров, каталогов, брошюр, открыток, наклеек, календарей.

Единственным недостатком, присущим данной системе на сегодняшний день, является отсутствие визуального изображения будущей полиграфической продукции в объемном варианте, из-за чего у пользователей редактора могут возникнуть ошибочные представления о будущем облике готового продукта. Решением описанной выше проблемы могут послужить такие варианты визуализации законченного образа полиграфической продукции, как зарисовки, фотографии, видео и 3D-модели.

Практическая значимость работы состоит в том, что размещение на сайте типографии опции, которая позволила бы посетителю платформы в режиме реального времени увидеть 3D-модель будущего продукта, сгенерированного им самостоятельно, в недалекой перспективе сможет привлечь на сайт новых покупателей, повысить конкурентоспособность предприятия среди аналогичных ему web-to-print сервисов и снизить нагрузку сотрудников, консультирующих клиентов и занимающихся подготовкой макетов.

Цель данной работы – используя современные подходы и технологии в компьютерной графике, теории визуализации и человеко-компьютерного взаимодействия, создать модуль предпросмотра созданного дизайна в виде 3D объекта. Данный модуль должен иметь возможность принимать в себя любые 3D объекты и настройки к ним и отображать созданный клиентом дизайн на объекте.

Для достижения поставленной цели требуется выполнить следующие **задачи**:

- Проанализировать существующую систему и требования к разрабатываемому функционалу;
- Проанализировать и выбрать инструменты разработки;
- Спроектировать и разработать модуль;
- Реализовать и интегрировать модуль в существующую систему.

1. Обзор предметной области

1.1. Облачная система Pixlpark

Система «Pixlpark» – отраслевой облачный сервис для автоматизации полиграфического предприятия, платформа для создания интернет-магазинов по продаже полиграфической, сувенирной и фотопродукции. Основная категория клиентов платформы - небольшие типографии, работающие в сфере b2c, а также в сфере малого и среднего бизнеса. Сервис, предоставляемый Pixlpark, предлагает своим пользователям вывести их бизнес на новый уровень, за счет увеличения онлайн-продаж.

На базе платформы Pixlpark создаются и поддерживаются сотни клиентских сайтов, каждый из которых имеет свой уникальный дизайн и выглядит независимым от платформы. Однако программная часть всех сайтов объединена: все устроено так, что все клиенты пользуются одними и теми же модулями, общей базой данных. У каждого клиента платформы (администратора сайта) имеется шаблонный сайт и доступ в административную панель, где он может осуществлять необходимые настройки страниц, товаров и других возможностей системы.

1.2. Редактор дизайнов

Основными пользовательскими инструментами при работе с сайтом для оформления заказа, являются веб-редакторы. В платформе реализованы или интегрированы несколько типов редакторов товаров. Наибольший интерес для данной работы вызывает редактор дизайнов, изображенный на рисунке 1. Он наиболее всего подходит для сувенирной продукции, с которой возникают проблемы отображения и восприятия при просмотре результатов работы в редакторе в виде двухмерного изображение.

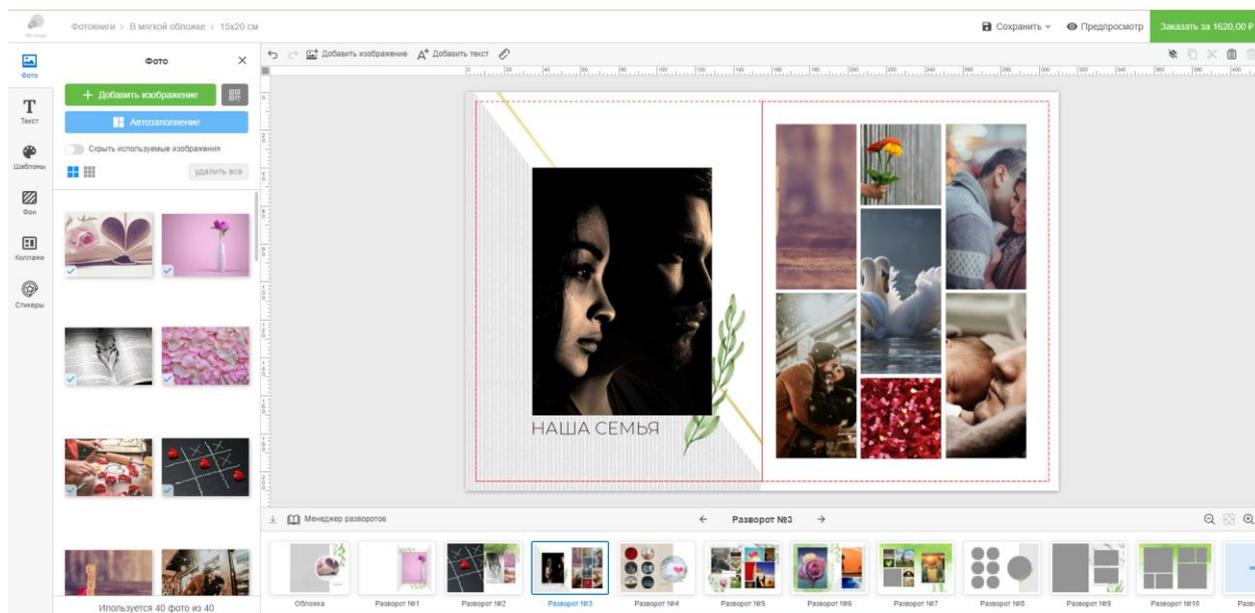


Рисунок 1 - Скриншот редактора дизайнов

Веб-редактор позволяет пользователям сайта, находясь в режиме онлайн и без предварительной установки какого-либо программного обеспечения, самим создавать дизайн полиграфической и сувенирной продукции.

Редактор построен на современном стеке технологий и использует клиент-серверную архитектуру. На клиентской части используется связка фреймворков ReactJS + KnockoutJS. Разработка ведется с использованием языка программирования TypeScript. В качестве платформы для разработки серверного приложения используется .NET Framework. Для разработки используется язык программирования C#. Взаимодействие с серверной частью происходит с помощью HTTP запросов к REST API. Такой подход позволяет обеспечивать работу пользователя с приложением без перезагрузки страницы.

Редактор имеет свое API для работы во внешних системах, что позволяет встраивать редактор на любой сайт вне системы Pixpark.

2. Определение требований

2.1. Нефункциональные требования

В данном разделе приведены основные нефункциональные требования:

- система должна обеспечивать поддерживать популярные формате 3D моделей;
- стиль интерфейса должен соответствовать стилистике системы Pixlpark;
- интерфейс загрузки модели в административную панель сайта должен быть прост и интуитивно понятен для администраторов сайта;
- для использования модуля, администратору сайта должно быть достаточно загрузить заранее подготовленную 3D-модель;
- отображение модели должно быть представлено в виде объекта HTML;
- для рендеринга 3D-модели должно быть достаточно средств браузера, без использования сторонних сервисов.

2.2. Функциональные требования

В этом разделе приведены функциональные требования, предъявляемые разрабатываемому модулю системы.

На основании обсуждения функциональных требований выявлено, что по доступному функционалу непосредственных пользователей модуля 3D-отображения можно разделить на две группы: пользователи сайта и администраторы сайта. При этом, администратору сайта будет доступен весь функционал, доступный и для пользователя сайта.

Функциональные возможности пользователя сайта:

- просмотр 3D-модели товара до внесения пользовательских изменений;
- добавление к макету товара пользовательских изображений в веб-редакторе;
- просмотр результата работы в веб-редакторе в виде 3D-модели с пользовательским изображением;
- управление просмотром 3D-модели.

Функциональные возможности администратора сайта:

- загрузка 3D-модели для каждого конкретного товара;
- просмотр 3D-модели в административной панели;
- удаление 3D-модели.
- настройка положения и цвета заливки для текстур модели.

2.3. Обзор существующих решений

При анализе существующих решений были выявлены следующие требования к проектируемому модулю:

- визуализация товара должна отображаться при помощи 3D-моделей;
- программная обработка должна быть универсальна для любой формы 3D модели, загружаемой администратором сайта;
- должна быть возможность наложить текстуру(дизайн) на 3D-модель;
- должна быть возможность интеграции решения с сервисом Pixlpark;

Сейчас онлайн-магазины решают задачу 3D-отображения макета изготавливаемого продукта тремя способами. Подробнее каждый из них рассматривается в подразделах текущего раздела.

2.3.1. Использование статической 3D-модели

Первым вариантом использования статической 3D-модели является предоставление возможности пользователю детально рассмотреть продукт, отображаемый в виде 3D-модели, без возможности её изменения. Ярким примером интернет-магазина, использующего данный способ, является интернет-магазин “DNS”. Пример просмотра модели можно видеть на рисунке 2.



Чтобы вращать, зажмите левую клавишу мыши и тяните влево или вправо

Рисунок 2 – Просмотр 3D-модели товара в интернет-магазине “DNS”

Минусом данного способа является невозможность изменения модели и ее единообразное отображение. Стоимость разработки одной такой модели в веб-студиях варьируется от 1000 рублей, что может быть дорогостоящим решением для владельцев интернет-магазинов с широким спектром товаров.

2.3.2. Выбор текстур из предложенных вариантов

Вторым вариантом является предоставление пользователю просмотр 3D-модели с возможностью выбора текстуры модели из предложенных вариантов. Примером магазина, реализующим данный вариант, может быть интернет-магазин “atelier-caviar”. Пример работы предпросмотра товара на их сайте приведен на рисунке 3

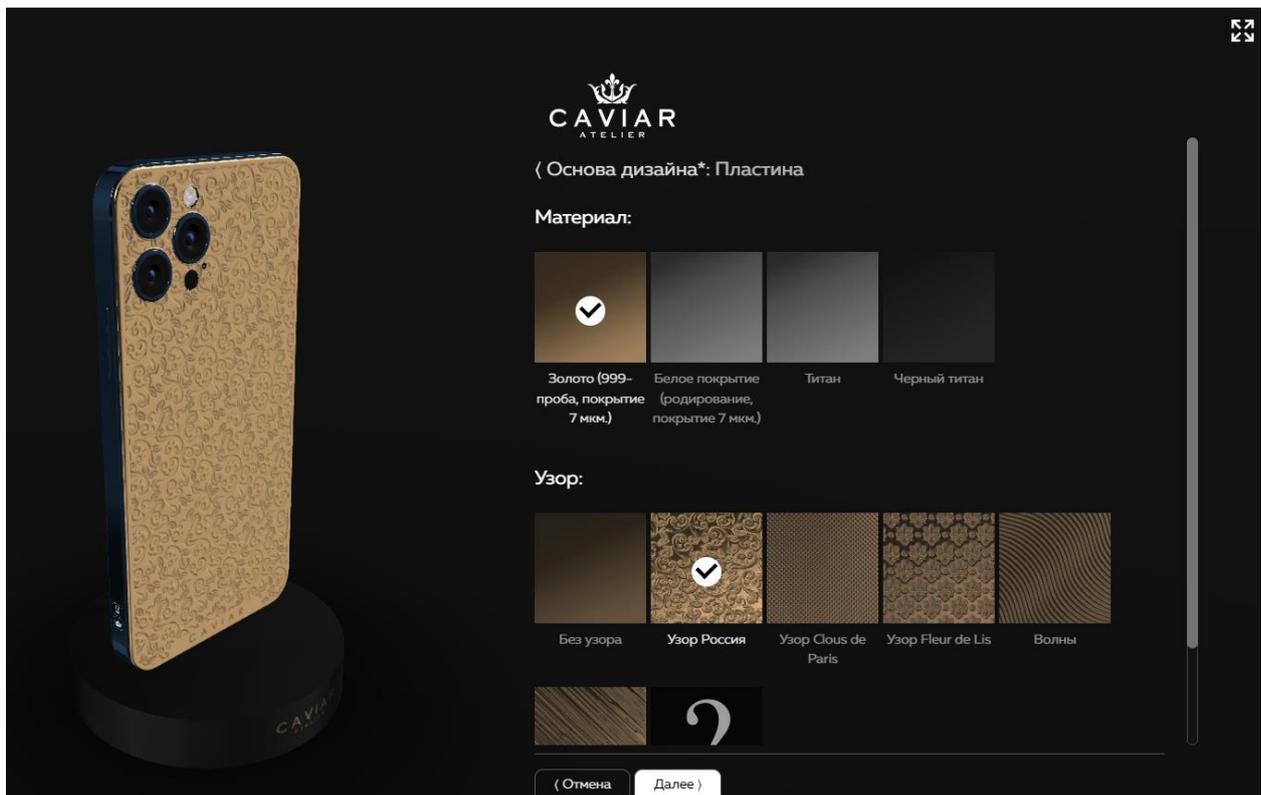


Рисунок 3 - Просмотр 3D-модели товара в интернет-магазине «atelier-caviar»

Минусом данного решения является невозможность загрузки пользовательского изображения. В конфигураторах такого типа имеется возможность выбора текстур из заранее предложенных. Это делает такое решение невыгодным для представления всех возможности сервисов web-to-print.

2.3.3. Загрузка пользовательских текстур на 3D-модель

Третьим вариантом является предоставление пользователю возможности просмотра 3D-модели с использованием собственных изображений. Примером сайта, реализующим данный вариант, может быть инструмент “3D-player.ru”. Пример работы предпросмотра товара на их сайте приведен на рисунке 4

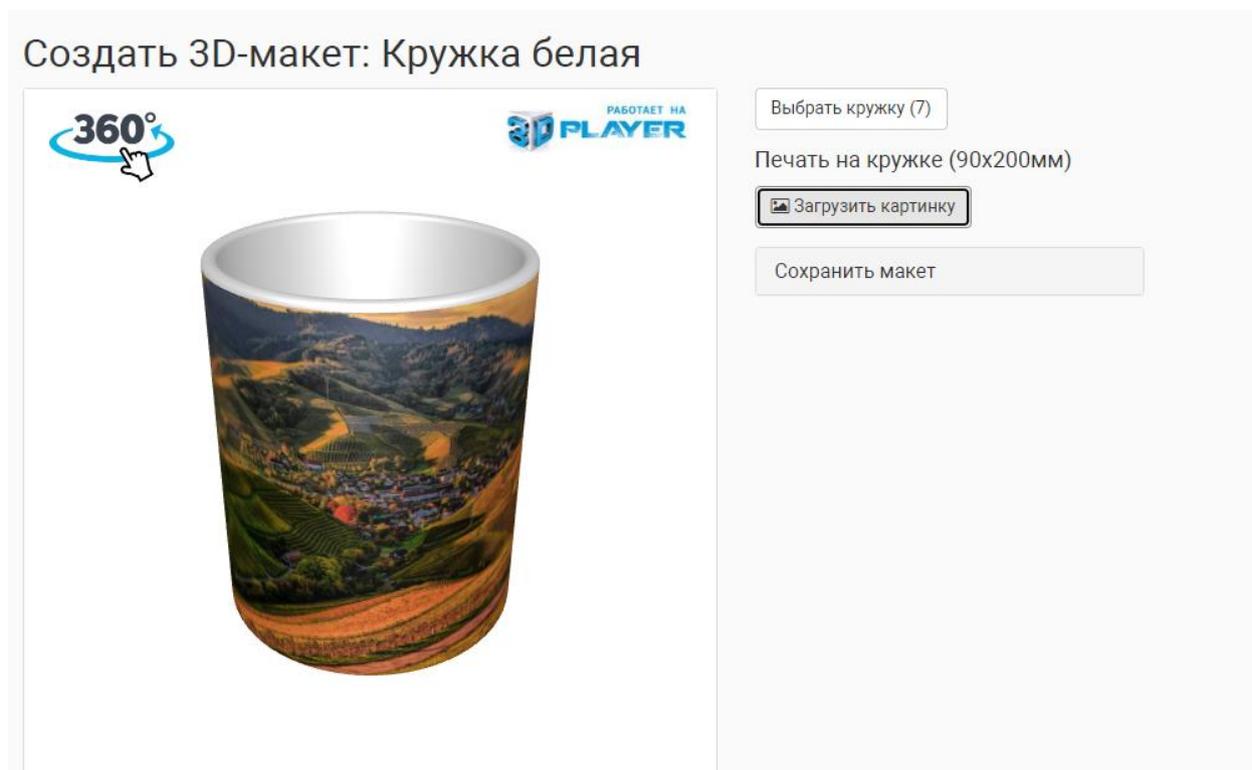


Рисунок 4 – Предпросмотр товара на сайте “3d-player.ru”

Данное решение в наибольшей степени удовлетворяет потребностям сервисов web-to-print и позволяет продемонстрировать свое концептуальное отличие от других интернет-магазинов. Так, пользователю предоставляется возможность сформировать макет продукта, не полагаясь на ограниченный набор готовых вариантов товаров, чтобы в итоге получить уникальный дизайн для своего товара.

Разрабатываемый модуль в совокупности с возможностями редактора дизайнов позволит пользователю перед оформлением заказа увидеть приближенную к реальному продукту 3D модель.

3. Проектирование и разработка серверной части модуля

Для корректной работы модуля серверная часть модуля должна обеспечивать рендеринг состояния редактора в формат изображения, которое в дальнейшей будет отображено на итоговой 3D модели.

3.1. Брокер сообщений RabbitMQ

Для решения поставленных задачи рендеринга готового состояния редактора в конечный файл необходимо учитывать, что данная операция очень требовательна -к объему оперативной памяти, а нагрузка в сезон увеличения заказов может быть кратно больше стандартной нагрузки на сервер.

Таким образом, необходим независимый от основных мощностей модуль рендеринга, который должен отвечать следующим требованиям:

- Модуль должен обеспечивать большую пиковую нагрузку, без потери запросов по таймауту
- Модуль должен иметь возможность увеличения вычислительной мощности простым подключением дополнительного сервера
- В случае использования нескольких серверов обработки, один запрос должен быть обработан только один раз
- При ошибке система должна положить запрос на рендеринг еще раз

Все эти требования возможно обеспечить при использовании брокера сообщений. В качестве брокера был выбран RabbitMQ.

RabbitMQ — программный брокер сообщений на основе стандарта AMQP — тиражируемое связующее программное обеспечение, ориентированное на обработку сообщений. Создан на основе системы Open Telecom Platform, написан на языке Erlang, в качестве базы данных для хранения сообщений использует Mnesia.

Состоит из сервера, библиотек поддержки протоколов HTTP, XMPP и STOMP, клиентских библиотек AMQP для Java и .NET Framework и различных плагинов (таких как плагины для мониторинга и управления через HTTP или веб-интерфейс или плагин «Shovel» для передачи сообщений между брокерами).

Имеется реализация клиентов для доступа к RabbitMQ для целого ряда языков программирования, в том числе для Perl, Python, Ruby, PHP. Поддерживается горизонтальное масштабирование для построения кластерных решений.

AMQP (Advanced Message Queuing Protocol) — открытый протокол прикладного уровня для передачи сообщений между компонентами системы. Основная идея состоит в том, что отдельные подсистемы (или независимые приложения) могут обмениваться произвольным образом сообщениями через AMQP-брокер, который осуществляет маршрутизацию, возможно гарантирует доставку, распределение потоков данных, подписку на нужные типы сообщений.

В AMQP есть несколько стандартных сущностей, с которыми и происходит работа (рис. 5):

- producer — отправитель сообщения;
- message — само сообщение;
- exchange — пункт маршрутизации сообщений (здесь мы можем указать, куда какое сообщение должно пойти);
- queue — сама очередь из сообщений;
- consumer — исполнитель, который из этой очереди что-то заберёт и что-то сделает.

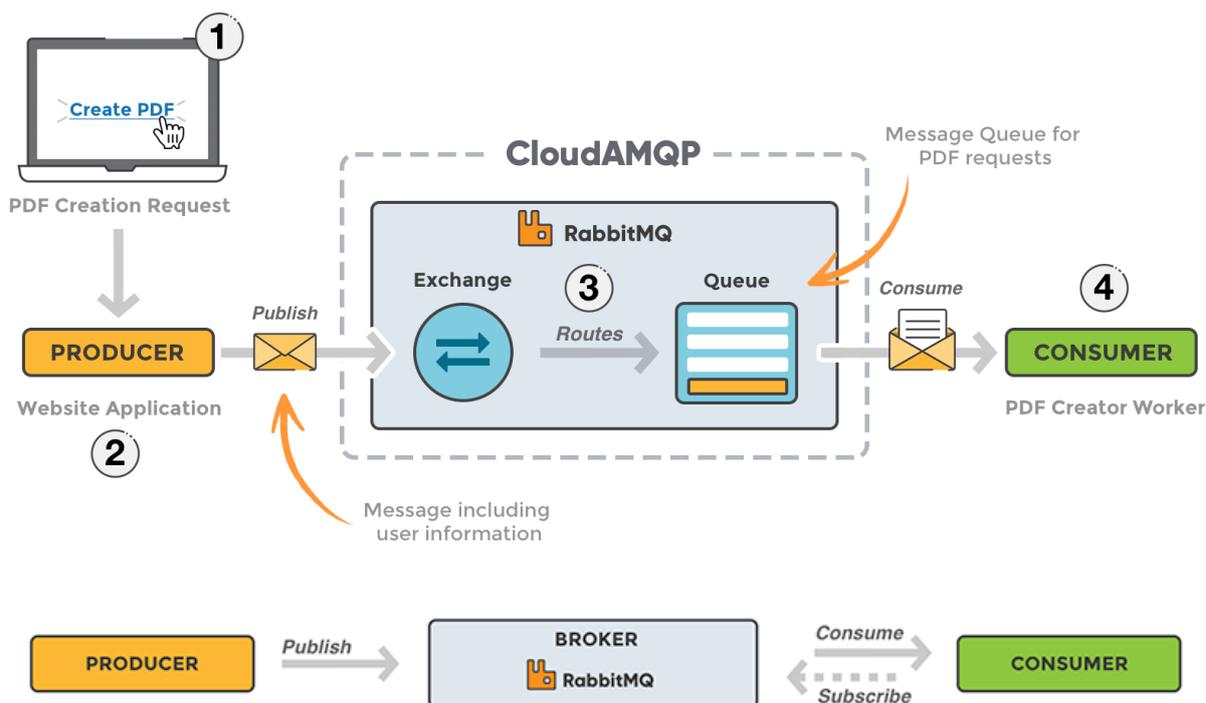


Рисунок 5 – Пример схемы работы брокера сообщений

Сообщение — это не интерпретируемая брокером единица сущности. Это может быть, как просто строка, так и объект в виде JSON или любая структура, представленная в виде строки. Неважно, что туда записывается; можно указать тип сообщения (например, application/JSON), и тогда при обработке будет легко узнать, что закладывалось в начале. Сообщение не интерпретируется, оно просто хранится. Затем оно попадает в exchange, в точку роутинга. Задача точки роутинга — определить, в какую из очередей должно попасть сообщение.

Вместе с сообщением можно прислать какой-то ключ. По ключу можно понять, в какую из очередей (одну или несколько) должно попасть сообщение.

Очереди сообщений позволяют веб-серверам быстро отвечать на запросы, вместо того чтобы выполнять ресурсоемкие процедуры на месте, которые могут увеличить время отклика. Очередь сообщений также удобна, когда необходимо распространить сообщение среди нескольких потребителей или сбалансировать нагрузку между обработчиками.

3.2. Библиотека Puppeteer

Исходными данными для обработки с клиентской части редактора является подготовленный html документ, состоящий из svg объектов. Для того, чтобы преобразовать данный документ в растровое изображение или PDF файл было решено использовать headless-браузер.

Headless браузер можно охарактеризовать следующими свойствами.

1. У него нет реальной отрисовки содержимого, то есть он все отрисовывает в памяти.
2. За счет этого такой браузер потребляет меньше памяти, потому что не нужно отрисовывать картинки или гигабайтные PNG
3. Имеет программный интерфейс для управления.
4. Немаловажное свойство — возможность установки на «голый» Linux-сервер.

Схематичное изображение обычного браузера на основе WebKit приведено на изображении 6.

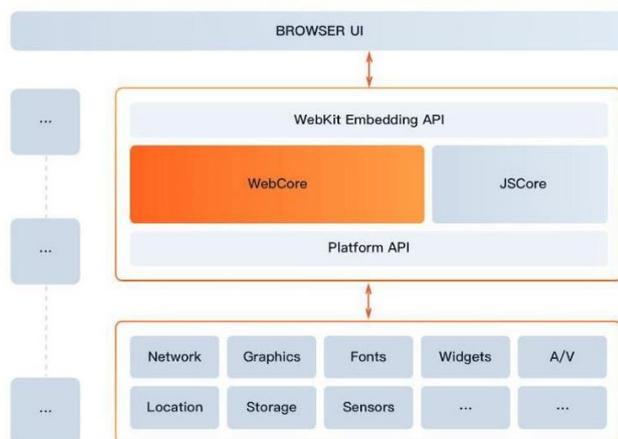


Рисунок 6 – Обычный браузер

Схематичное изображение headless браузера приведено на изображении 7.

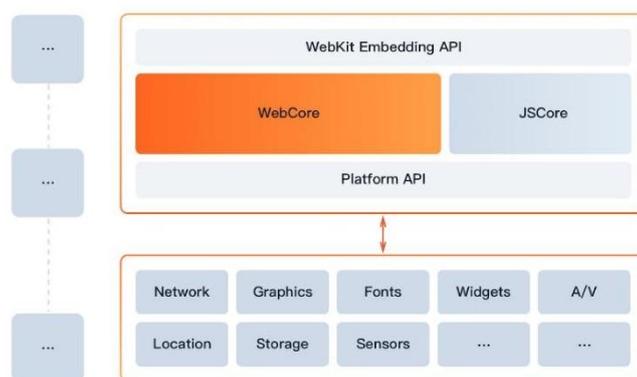


Рисунок 7 – Схема headless браузера

Таким образом, можно заметить, что отличие заключается только в отсутствии пользовательского интерфейса, но при этом сохраняются все функциональные возможности обычного браузера.

В качестве библиотеки, реализующей технологию headless браузера, был выбран Puppeteer.

Вот основные его возможности:

- автоматизация сбора данных с веб-сайтов;
- создание скриншотов и PDF-файлов;
- тестирование расширений Chrome;
- автоматизация тестирования веб-интерфейсов;
- диагностика проблем производительности с помощью таких методов, как захват временной шкалы трассировки веб-сайта.

Таким образом, Puppeteer является идеальным инструментом для решения задачи преобразования html документа в растровый формат.

3.3. Реализация модуля рендеринга изображений

3.3.1. Формирование запроса на стороне клиента

На стороне клиента из состояния редактора формируется HTML документ, состоящий из корневого SVG элемента и вложенных в него необходимых частей, элементов дизайна, шрифтов и фильтров. Сформированную строку клиент кладет в запрос и отправляет на сервер.

3.3.2. Обмен сообщениями

При обмене сообщениями с клиентом RabbitMQ работает в режиме RPC (Remote Procedure Call). Схема работы в таком режиме изображена на рисунке 8

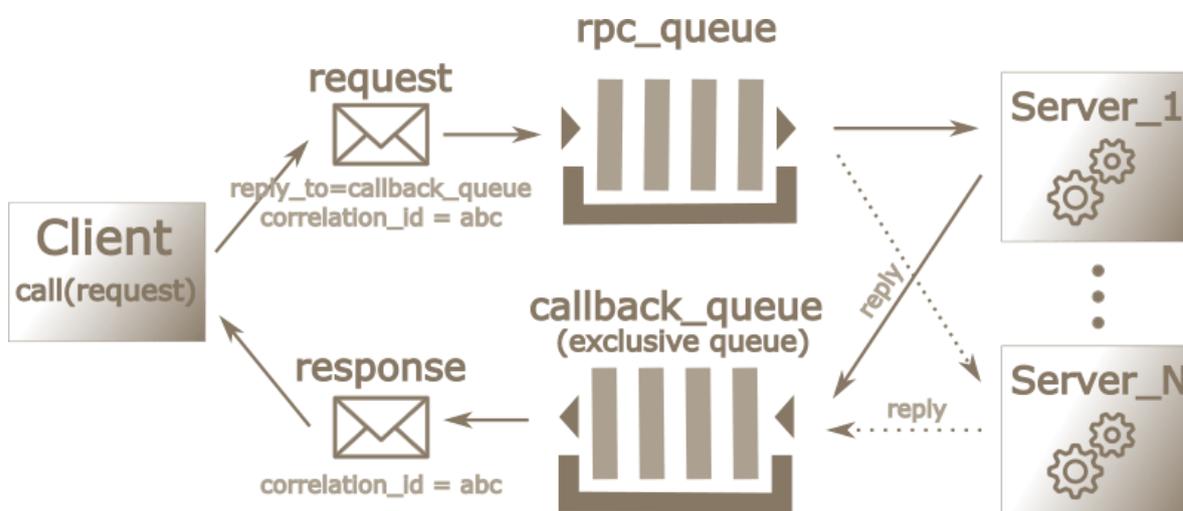


Рисунок 8 – Иллюстрация работы RabbitMQ в режиме RPC

— Когда Клиент стартует, он создает анонимную уникальную очередь результатов;

— Для совершения RPC запроса, Клиент отправляет сообщение с двумя свойствами: `replyTo`, где в качестве значения указывается очередь результатов и `correlationId`, устанавливаемый в уникальное значение для каждого запроса.

— Запрос отправляется в очередь `rpcQueue`;

— Сервер ожидает запросы из этой очереди. Когда запрос получен, Сервер выполняет свою задачу и отправляет сообщение с результатом обратно Клиенту, используя очередь из свойства `replyTo`;

— Клиент ожидает результат из очереди результатов. Когда сообщение получено, Клиент проверяет свойство `correlation_id`. Если оно соответствует значению из запроса, то результат отправляется приложению.

Диаграмма классов приложения для брокера сообщения изображена на рисунке 9.

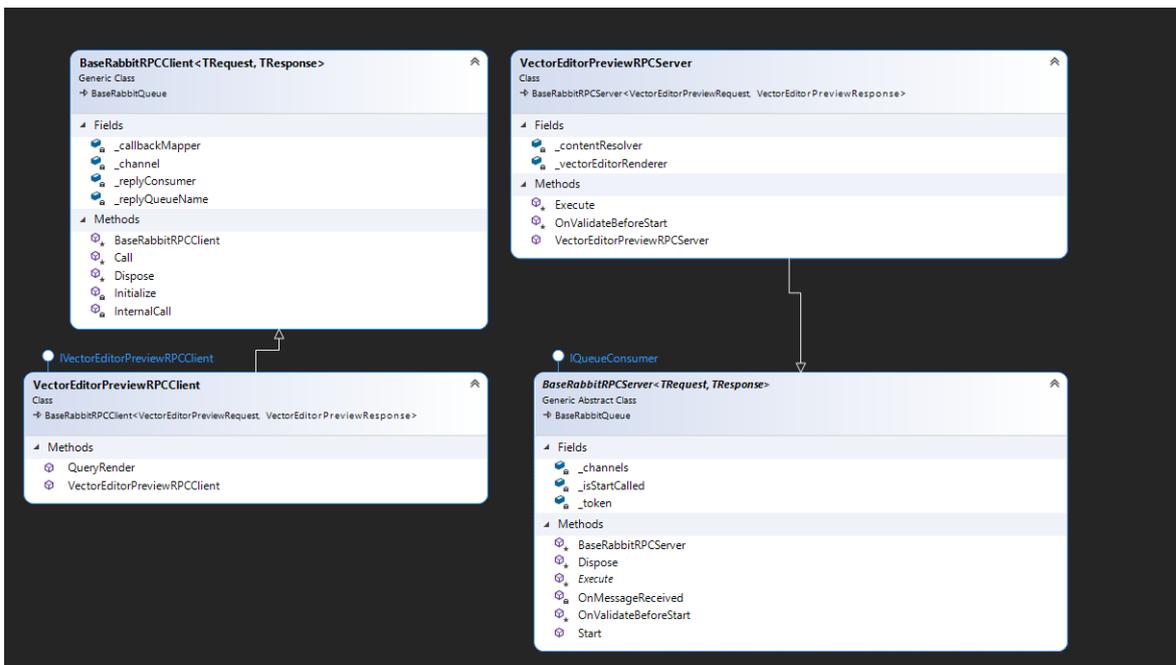


Рисунок 9 – Диаграмма классов

Класс `VectorEditorPreviewRPCClient` реализует RPC client и входит в состав сервера приложений и существует в единственном экземпляре. Класс `VectorEditorPreviewRPCServer` реализует RPC server и запускается отдельно в составе приложения `Photoprint.QueueConsumer`. Экземпляров сервера может быть запущено неограниченное количество, что позволяет масштабировать мощности.

3.3.3. Преобразование в изображение

После получения сообщения сервером, он вызывает функцию рендеринга. Перед рендерингом определяется необходимый формат изображения, затем создаются необходимые директории и генерируется хеш-строка полученного состояния редактора. Если для данного состояния ранее не генерировалось изображение, то происходит рендеринг.

С помощью библиотеки `Puppeteer` происходит запуск экземпляра браузера и затем создается скриншот сформированной в нем страницы.

Результат работы модуля рендеринга в виде сгенерированных изображений можно видеть на рисунке

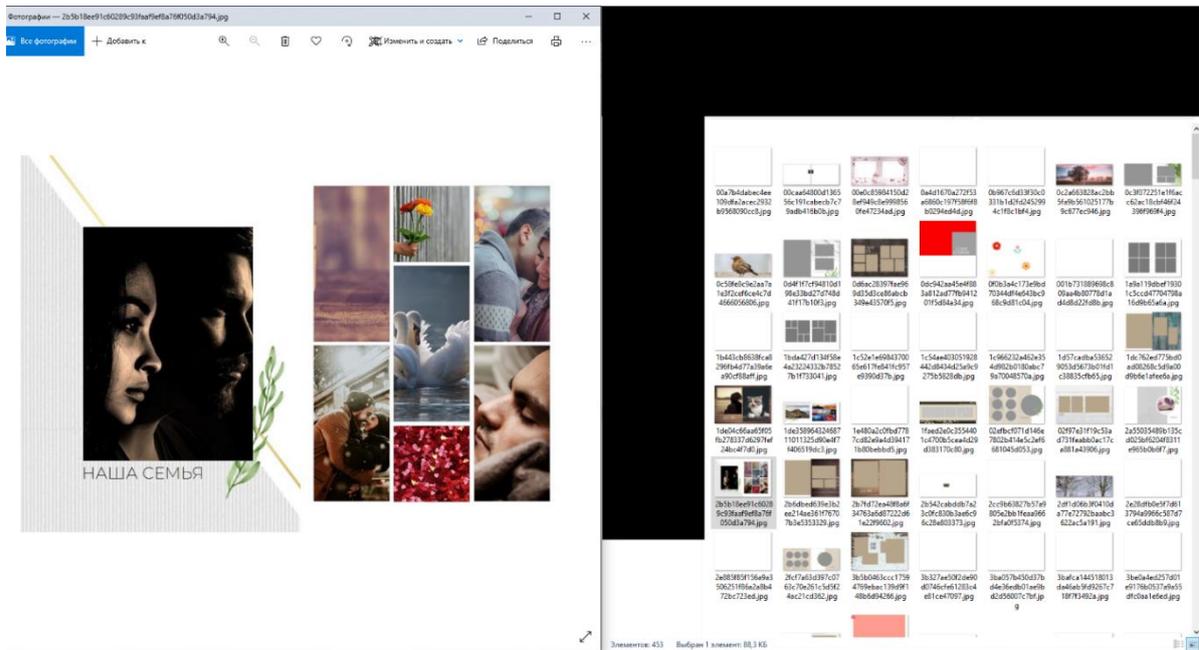


Рисунок 10 – Результат работы модуля рендеринга

4. Проектирование и разработка клиентской части модуля

4.1. Анализ и выбор инструментов

Для работы с 3D моделью в браузере необходимо мощный и в то же время легковесный инструмент. При выборе библиотек необходимо учитывать следующие критерии:

- возможность отображения 3D-модели в браузере;
- возможность изменения текстуры модели и некоторых ее элементов без изменения всей сцены;
- подробная документация;
- возможность загрузки и обработки 3D-модели в формате JSON.

Согласно этим критериям, были выбраны три инструмента разработки.

Сравнительные характеристики каждого из них рассматриваются в таблице 1

Таблица 1 – Сравнительные характеристики библиотек

Характеристики	Unity	Three.js	Blend4web
Отображение 3D-модели в браузере	+	+	+
Подробная документация	+	+	-
Поддержка формата JSON	+	+	+
Поддержка JavaScript	-	+	+
Вес файлов проекта	-	+	+
Простота интеграции с веб-страницей	-	+	+
Бесплатное решение	-	+	+
Открытый код	-	+	+
Простота доступа к DOM-структуре	-	+	+

Проанализировав три доступных инструмента разработки, был выбран Three.js. Он имеет более богатую документацию и широкое сообщество, относительно инструмента Blend4web и больше оптимизирован для браузера, относительно Unity.

4.2. WebGL и Three.js

В последние пару лет браузеры стали более мощными и способны использовать платформы для реализации комплексных приложений и графики.

Большинство из них, тем не менее, являются стандартными двумерными графиками. Большинство современных браузеров приняли WebGL, который позволяет не только создавать 2D-приложения и графики в браузере, но и создавать красивые 3D-приложения, использующие возможности графического процессора.

Программирование WebGL напрямую, однако, является очень сложным. Необходимо знать внутренние детали WebGL и изучать сложный язык затенения, чтобы получить максимальную отдачу от WebGL. Three.js обеспечивает очень простой в использовании JavaScript API вокруг особенностей WebGL, так что появляется возможность создавать красивые 3D-графики без необходимости изучать WebGL в деталях.

Как было сказано, современные браузеры постепенно приобретают все более мощные функции, которые могут быть доступны непосредственно из JavaScript.

Вместе с HTML5 современные браузеры также начали поддерживать WebGL. С помощью WebGL есть возможность напрямую использовать ресурсы видеокарты и создавать высокопроизводительные двумерные и трехмерные компьютерные графики. Программирование WebGL происходит непосредственно из JavaScript, создание и анимация 3D сцены является очень сложным и подверженным ошибкам процессом. Three.js это библиотека, которая делает этот процесс намного проще. В следующем списке приведены некоторые из вещей, работа с которыми легко возможна в Three.js:

- создание простых и сложных 3D геометрий;
- анимационные и движущиеся объекты в 3D-сцене;
- применение текстур и материалов для нужных объектов;
- использование различных источников света для освещения сцены;
- загрузка объектов, 3D-моделей и целых сцен;
- добавление расширенной постобработки эффектов;
- работа с загруженными шейдерами;
- создание облака точек (спрайты).

WebGL поддерживается практически всеми браузерами. Список браузеров и их версии можно увидеть на рисунке 11.



Рисунок 11 - Поддержка WebGL

4.3. Создание сцены

Моделирование графики с использованием Three.js можно сравнить со съемочной площадкой, так как есть возможность оперировать такими понятиями как сцена, свет, камера, объекты и их материалы.

4.3.1. Камера

В Three.js существует несколько типов камеры:

- Perspective Camera
- Stereo Camera
- Orthographic Camera
- Cube Camera

Самые распространенные из них — это Perspective Camera и Orthographic Camera.

Perspective Camera - Это наиболее распространенный режим проекции, используемый для рендеринга 3D-сцены.

Перспективная камера предназначена для имитации того, что видит человеческий глаз. Камера воспринимает все объекты в перспективной проекции, то есть: например, чем дальше находится объект от нас, тем он кажется меньше.

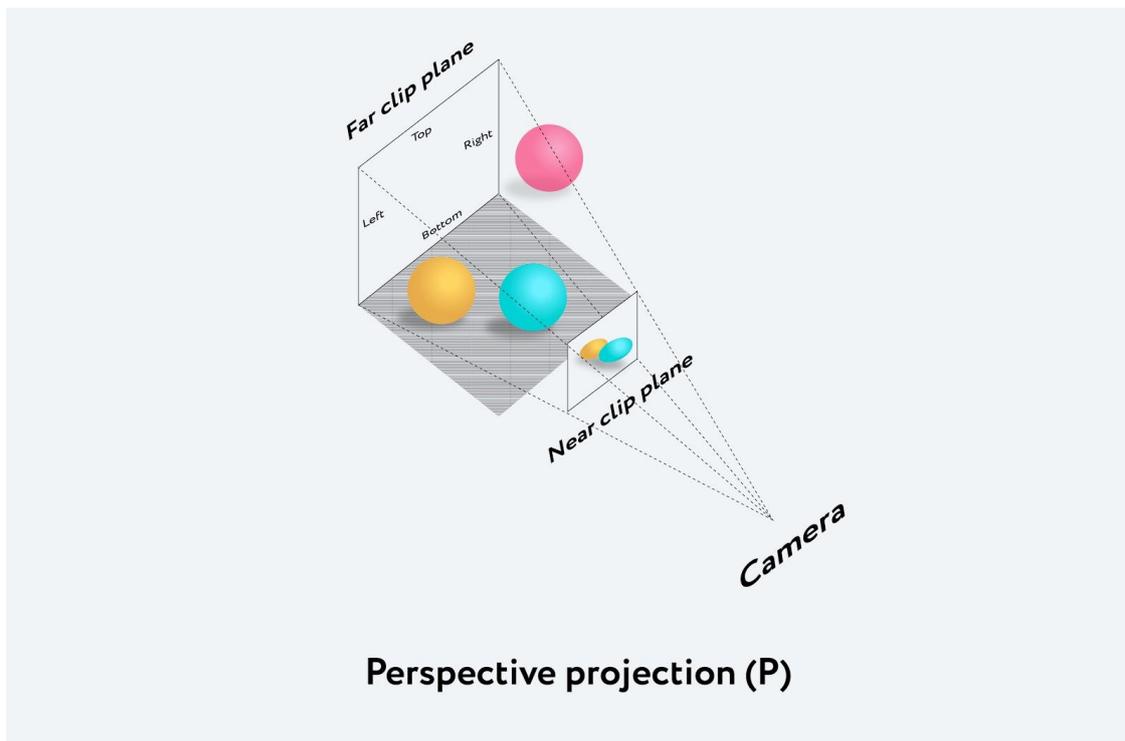


Рисунок 12 – Визуализация вида при использовании Perspective Camera

Перспективная камера принимает 4 аргумента, которые можно увидеть на рисунке 13:

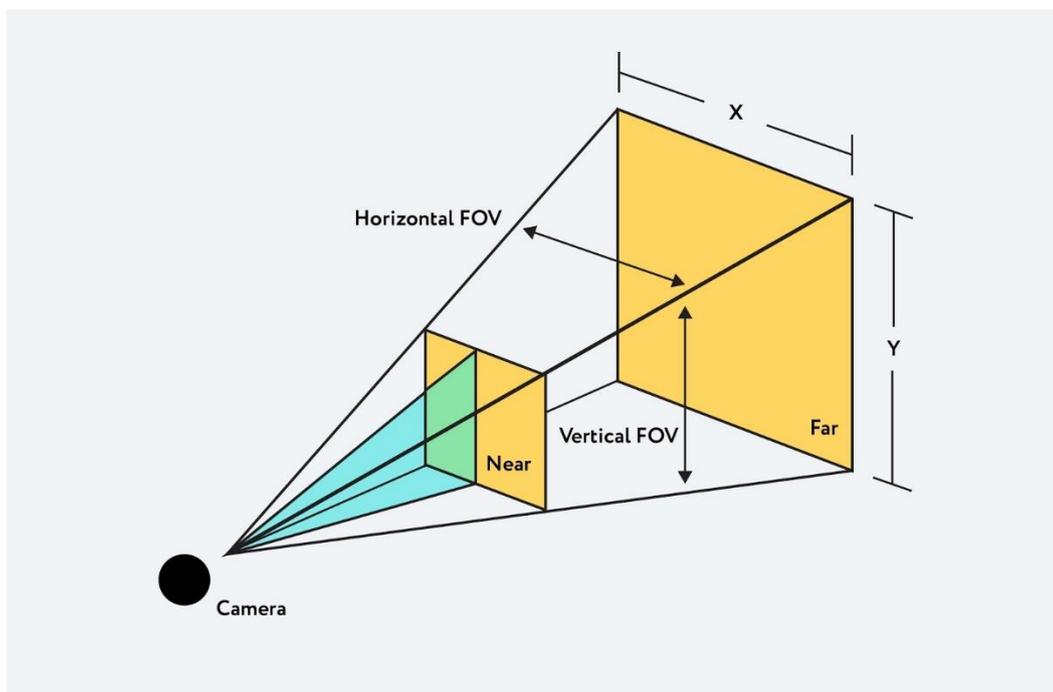


Рисунок 13 - Параметры камеры

FOV или Field Of View (поле/угол зрения) — определяет угол, который вы можете видеть вокруг центра камеры.

Aspect ratio — пропорция, или, соотношение ширины к высоте экрана. При больших значениях поля зрения видимый размер объектов быстро уменьшается на удалении. При маленьких значениях, наоборот, видимый размер объектов слабо зависит от расстояния.

Near & Far — минимальное и максимальное расстояние от камеры, которое попадает в рендеринг. Так, очень далекие точки не будут отрисовываться вообще, как и точки, которые находятся очень близко.

4.3.2. Освещение

Без освещения на сцене, будет складываться впечатление, что вы находитесь в темной комнате. Помимо этого, с помощью освещения сцене можно придать большую реалистичность. Технически, каждому освещению можно задать цвет.

Примеры освещения:

Ambient Light — фоновое освещение, которое используется для освещения всех объектов сцены одинаково; не может быть использован для создания теней, так как не имеет направления.

Directional Light — свет, который излучается в определенном направлении. Этот свет будет вести себя так, как если бы он был бесконечно далеко, а лучи, излучаемые из него, были параллельны; данное освещение может отбрасывать тени, так как направлено оно на конкретный объект.

Point Light — свет, который излучается из одной точки во всех направлениях. Обычный случай использования такого освещения — это повторение освещения от простой лампочки (без светильника).

Spot Light — данный свет излучается из одной точки в одном направлении, вдоль конуса, расширяемого по мере удаления от источника света.

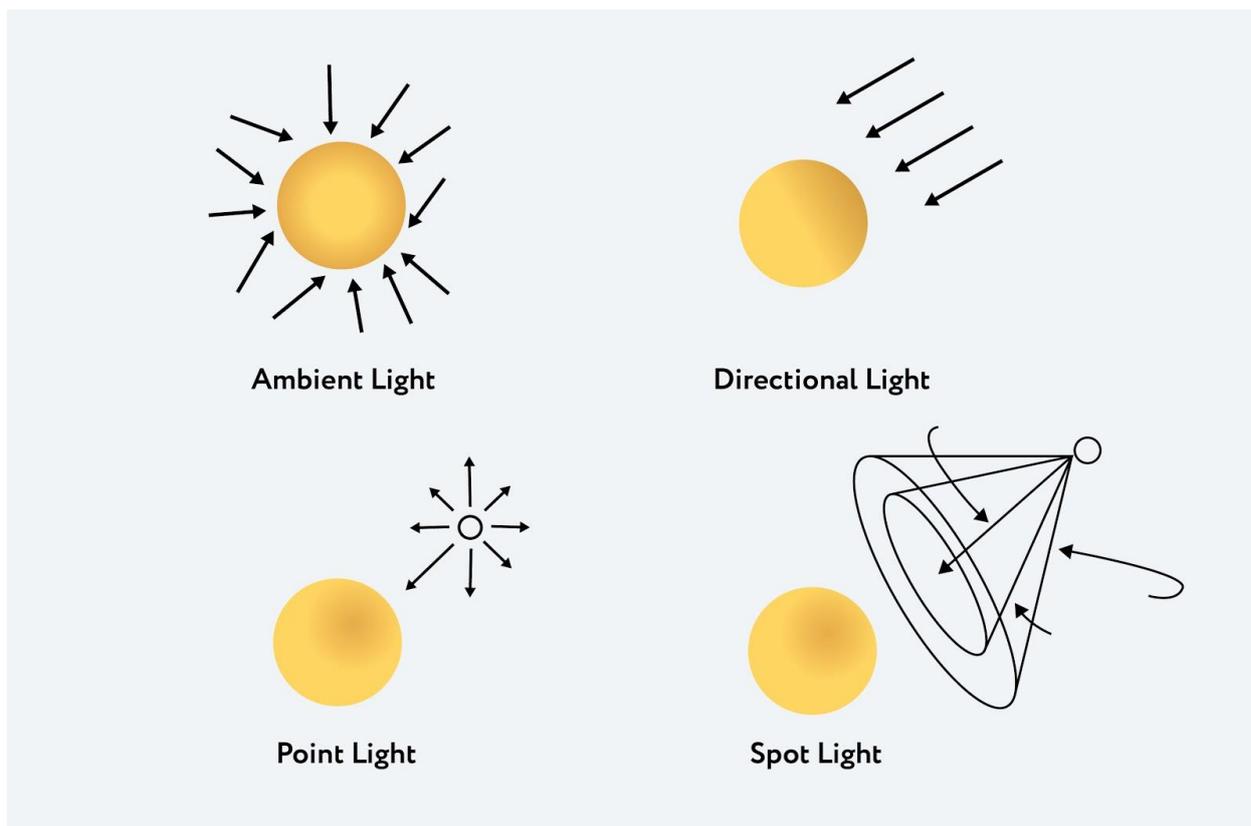


Рисунок 14 – Различные примеры освещения

4.4. Разработка модуля

Разрабатываемый модуль состоит из 5 классов:

- `View3DSettings` – класс для работы с настройками
- `ButtonsControls` – класс для работы с элементами управления сценой
- `View3D` – основной класс для работы модуля
- `View3DResourcesStorage` – класс для работы с хранилищем объектов
- `View3DResourcesService` – класс-сервис для управления загрузкой ресурсов

Точкой входа является функция `processView3D`, которая создает новый экземпляр модуля и возвращает его.

Для работы основного модуля требуется также подключить еще 2 внешних:

- `object-loader.js` – библиотека для загрузки 3d моделей;
- `orbit-controls.js` – орбитальный элемент управления, позволяет камере вращаться вокруг цели.

4.4.1. Создание сцены

Для создания сцены необходимо указать настройки, либо настройки будут взяты по умолчанию из класса View3DSettings. Настройки по умолчанию можно видеть на рисунке 15.

```
function View3DSettings() {  
  var settings = this, scene = { fov: 2, aspect: 1, near: 1, far: 50, backgroundColor: 0xaa0000 },  
      controls = {  
        rotateSpeed: 0.2, zoomSpeed: 0.2, panSpeed: 0.05, enableZoom: false, enablePan: false,  
        enableDamping: true, dampingFactor: 0.3, minPolarAngle: 0, maxPolarAngle: Math.PI  
      },  
      directionalLight = { color: 0xf1f1f1, intensity: 0.8, position: { x: 0, y: 0, z: 15 } },  
      ambientLight = { color: 0xffffffff, intensity: 0.1, position: { x: 0, y: 0, z: 0 } },  
      camera = { position: { x: 0, y: 0.5, z: 10 } };  
  
  settings.sceneSetting = scene;  
  settings.controls = controls;  
  settings.camera = camera;  
  settings.directionalLight = directionalLight;  
  settings.ambientLight = ambientLight;  
  
  settings.origin = window.location.origin;  
  settings.apiUrl = "";  
  settings.hash = null;  
}
```

Рисунок 15 – Настройки сцены по умолчанию

При первом вызове модуля создается сцена, камера, элементы управления и свет. После создания сцены происходит загрузка ресурсов с помощью методов класса View3DResourcesService. Для полноценной работы происходит загрузка двух типов ресурсов – непосредственно 3D модель и результат работы пользователя в редакторе, сгенерированный в реальном времени с помощью модуля, описанном в предыдущей главе. Полученное изображение подготавливается и накладывается на 3D модель.

Стоит заметить, что наложение текстуры происходит на строго заданную и подготовленную по специальным правилам 3D-модель.

4.4.2. Элементы управления

После инициализации и загрузки 3D-сцены приложение будет работать, реализуя заданную программистом логику. В этом месте реализовано расширение пользовательского интерфейса в виде кнопок, обозначенных на рисунке 16, отвечающих за управление камерой, что облегчает просмотр модели.



Рисунок 16 - Пользовательский интерфейс управления камерой

Несмотря на то, что ThreeJS предоставляет некоторые варианты управления просмотром модели, такие как клик и перетягивание 3D-модели, а также использование клавиатуры, принято решение реализовывать интерфейс управления в виде кнопок на экране отображения самой модели. Во многом это связано с тем, что не все пользователи интуитивно понимают необходимость использования клавиатуры или мыши, а также неудобство просмотра 3D-модели с мобильных телефоном и планшетов при отсутствии клавиатуры.

Варианты управления камерой можно разделить на три категории:

- Поворот вправо, поворот влево. За основу берется горизонтальная плоскость. Поворот вправо обозначает вращение по часовой стрелке в горизонтальной плоскости относительно центральной оси 3D-модели. Поворот влево обозначает вращение против часовой стрелки по тому же принципу;
- Поворот вверх, поворот вниз. За основу берется вертикальная плоскость. Вращение основано на том же принципе. За ось вращения берется горизонтальная линия, проходящая через точку опоры 3D-модели;
- Приближение, удаление. За основу берется значение диагонали от точки опоры 3D-модели до начального положения камеры. Исходя из этих значений, мы приближаем или отдаляем камеру.

5. Результаты разработки

5.1. Работа с административной панелью

Для корректной работы модуля с 3D моделью, ее необходимо предварительно настроить. Загрузить саму модель, описать ее текстуры, выбрать нужный цвет заливки текстур и задать координаты зоны печати.

Настройки 3D

3D модель продукта: hash: 2251F600431474C70192DFD74F0110A9 (Заменить) (Скачать модель)

Использовать 3D модель

Текстуры: planes faces
добавить

Название текстуры	Цвет заливки	Ширина	Высота
faces	#f9f9ff	1000	1000
Поверхности для печати	Отступы	Размеры	
	Сверху	Слева	Высота
Перед-А3	163	106	297
Зад-А3	163	602	297
Перед-А4-горизонтальное	163	106	297
Зад-А4-горизонтальное	163	606	297
Перед-А4-вертикальное (слева)	163	100	210
Зад-А4-вертикальное (слева)	163	600	210
Перед-А4-вертикальное (справа)	163	205	210
Зад-А4-вертикальное (справа)	163	692	210

Сохранить

Рисунок 17 - Настройки 3D модели футболки

Поверхности печати (добавить поверхность)

перед (добавить зону печати, дублировать, ×, удалить)

поворот: по умолчанию

в калькуляторе: по умолчанию

Название	Расположение	Цена
<input type="checkbox"/> А3 297 x 420 мм, 300 dpi	174, 146, 206, 291 px 3×3 3×3 мм	900 руб.
<input type="checkbox"/> А4-горизонтальное 297 x 210 мм, 300 dpi	151, 106, 246, 174 px 3×3 3×3 мм	450 руб.
<input type="checkbox"/> А4-вертикальное (слева) 210 x 297 мм, 300 dpi	160, 97, 156, 220 px 3×3 3×3 мм	450 руб.
<input type="checkbox"/> А4-вертикальное (справа) 210 x 297 мм, 300 dpi	251, 94, 152, 215 px 3×3 3×3 мм	450 руб.

удалить

Рисунок 18 – Настройка поверхностей для печати

Диаграмму загрузки новой модели в хранилище данных можно видеть на рисунке 19.

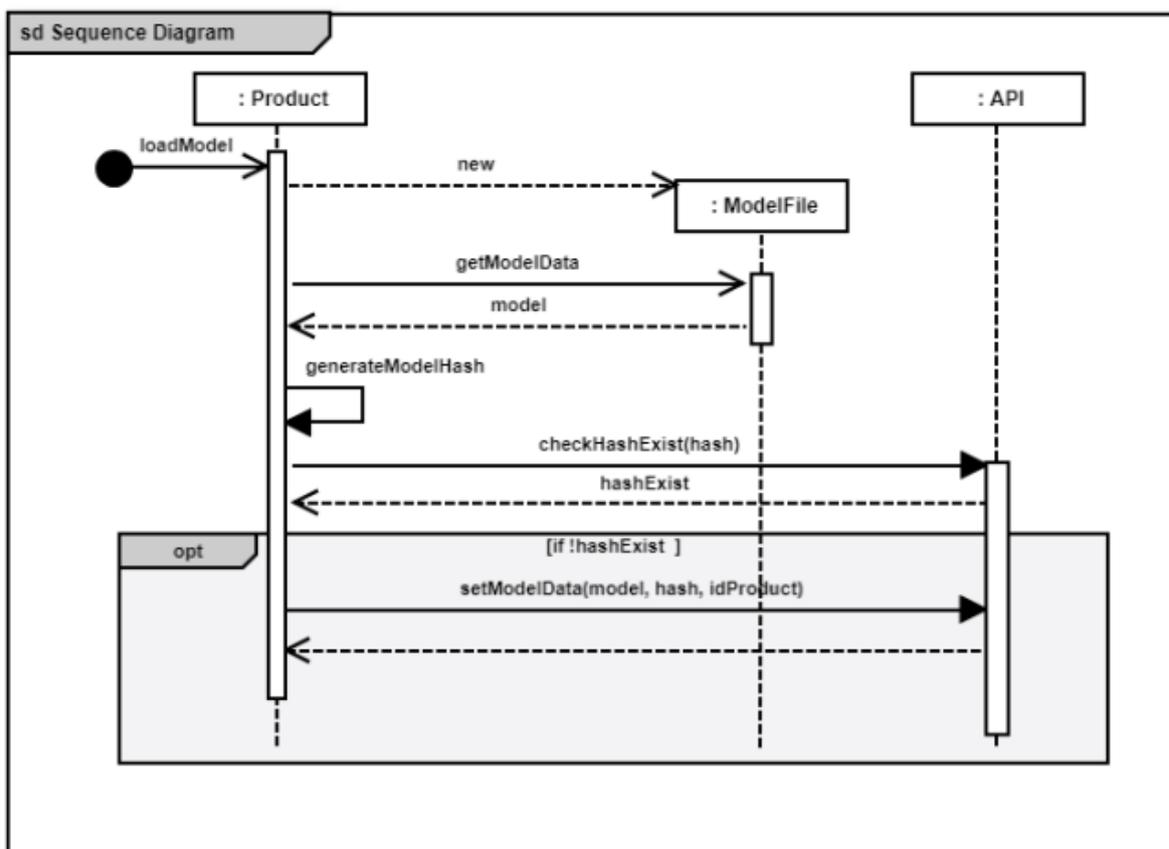


Рисунок 19 - Диаграмма последовательности для метода загрузки модели

Во время исполнения метода `loadModel` создается экземпляр класса `ModelFile`, обеспечивающий доступ к файлам на локальной машине пользователя. Затем выполняются методы `getModelData` для получения модели в `.json`-формате. Из полученной модели, при помощи алгоритма MD5, извлекается хеш (контрольная сумма). Затем проверяется, существует ли модель с таким хешом на сервере. В случае, если такой модели еще не существует, то отправляется еще один запрос к API, в рамках которого данные модели передаются на сервер.

Такая структура различия файлов позволяет избежать массового дублирования файлов моделей, которые могут быть большими по объему.

5.2. Интеграция модуля в редактор дизайнов

В существующий веб-редактор в модальное окно предпросмотра добавлена вкладка предпросмотра товара в виде 3D модели, при нажатии на которую

вызывается скрипт, отвечающий за отображение модели. Для открытия окна необходимо нажать кнопку, расположение которой можно увидеть на рисунке 20.

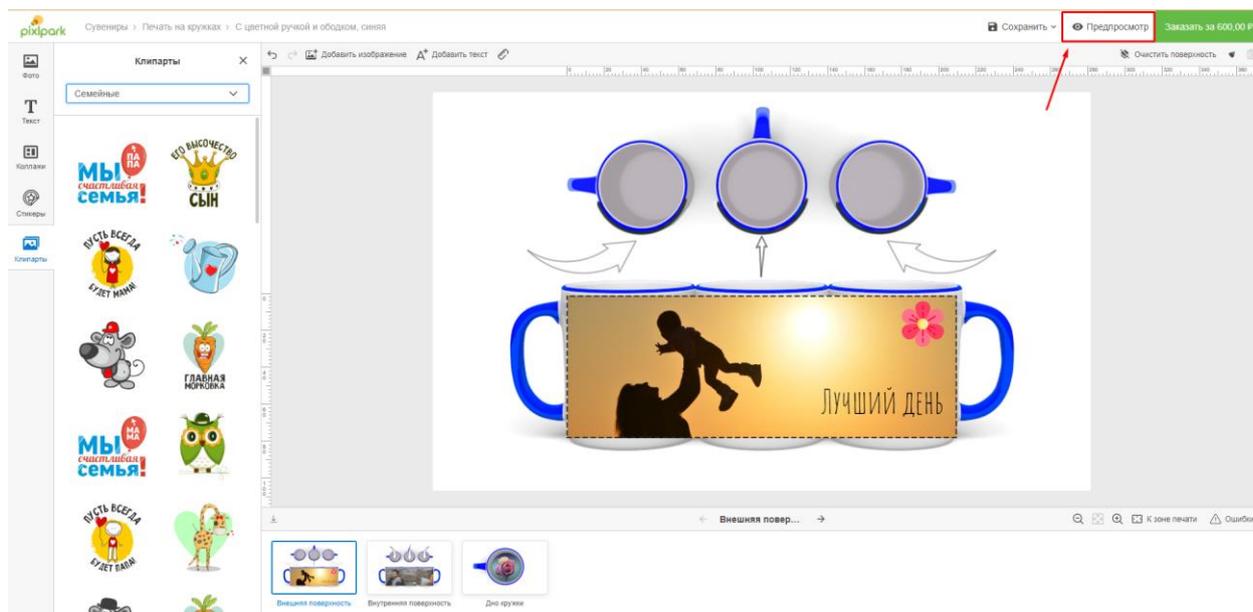


Рисунок 20 – Кнопка предпросмотра дизайна

После нажатия на кнопку предпросмотр начнется рендер дизайна на сервере и загрузка 3D модели. При успешной генерации изображений итогового дизайна, пользователю станет доступна готовая 3D модель товара, дизайн которой он создает. Работа возможна с абсолютно любыми моделями, при их правильной настройке. На изображениях ниже, можно видеть результаты работы модуля для различных моделей.

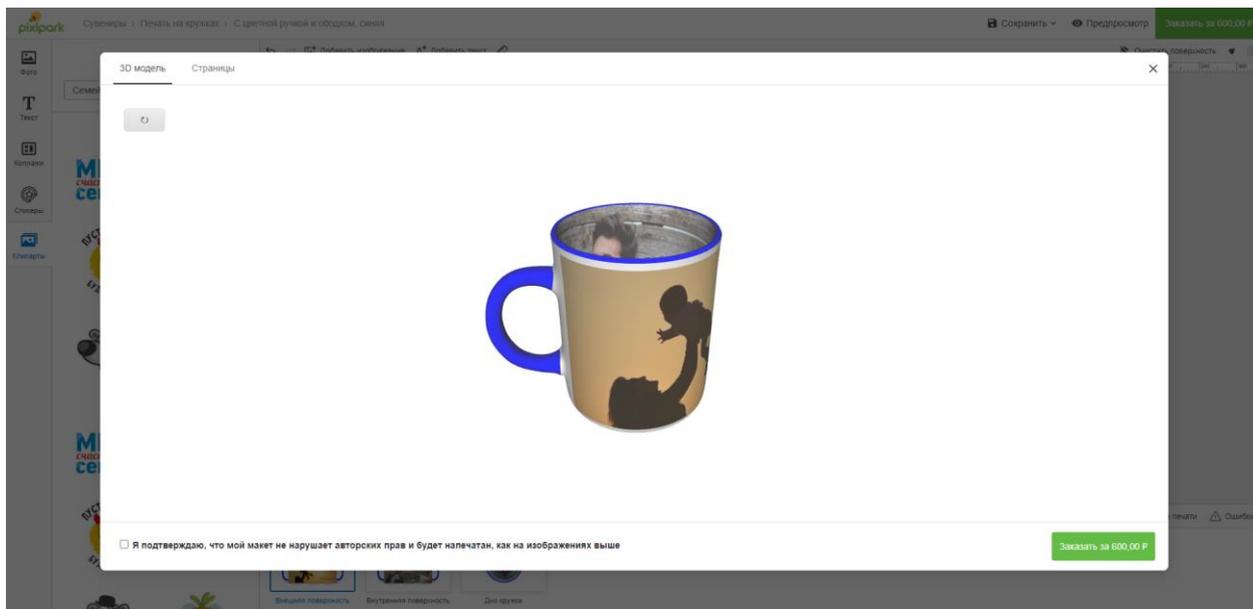


Рисунок 21 – Пример просмотра кружки, вид сбоку

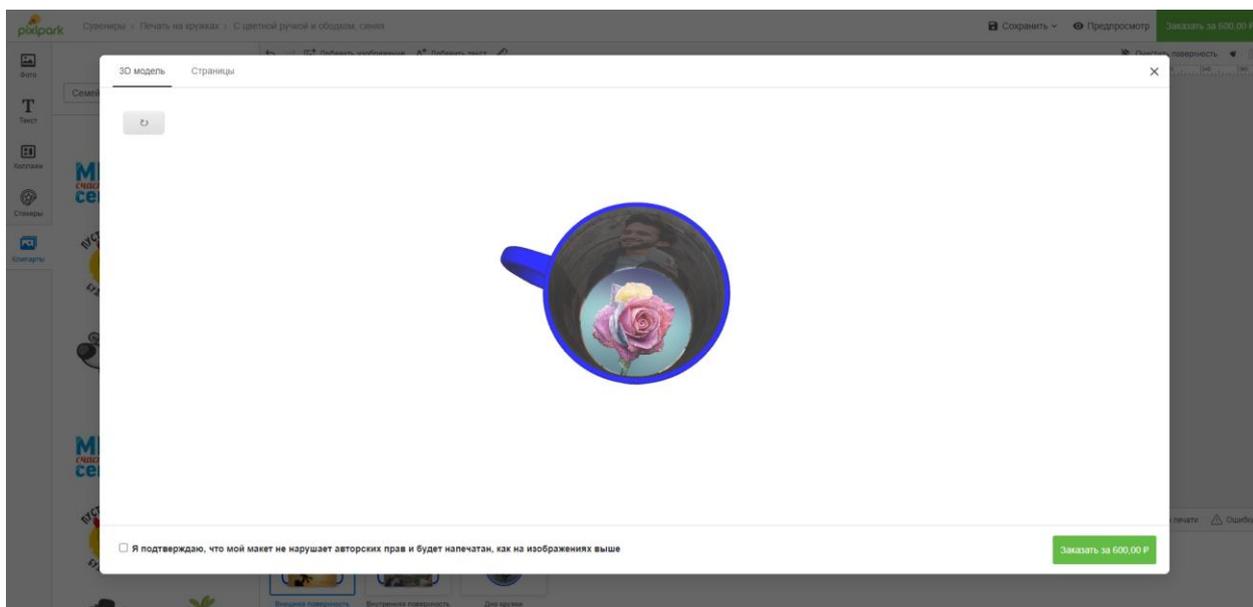


Рисунок 22 – Пример просмотра кружки, вид сверху



Рисунок 23 – Пример просмотра футболки

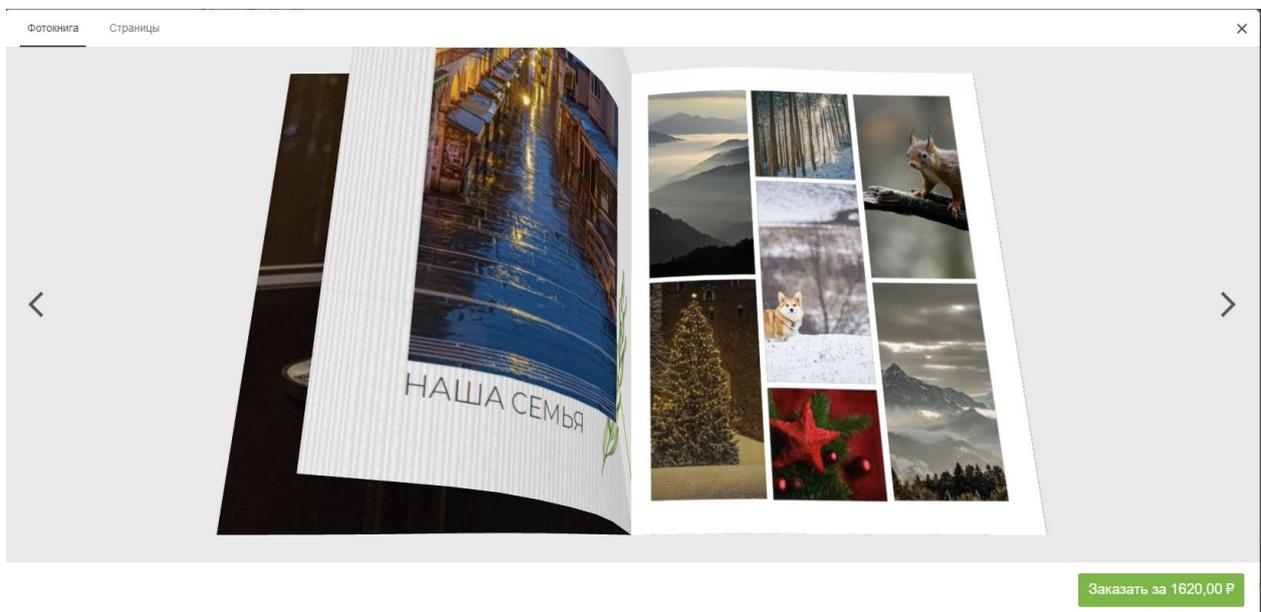


Рисунок 24 – Пример просмотра фотокниги

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

Предпросмотр готовой продукции в виде 3D модели является достаточно актуальным и востребованным механизмом для привлечения пользователя к дальнейшей покупке товара.

Цель раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» – показать успешное экономическое будущее проекта, оценить его эффективность, возможные риски, предоставить информацию об управлении в процессе разработки.

Чтобы достичь поставленной цели необходимо решить задачи по организации работы над проектным решением, по планированию этапов разработки, оценить перспективность и коммерческий потенциал проекта, рассчитать бюджет, необходимый для реализации проекта, оценить социальную и экономическую эффективность проекта.

Цель данной НИР разработать модуль предпросмотра полиграфической продукции в виде 3D моделей. В дальнейшем данная система будет использована в различных разработках компании Pixlpark, и в первую очередь числе в новом векторном редакторе.

6.1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ

Перед планированием работы, определением ресурсного и экономического потенциала разработки программно-алгоритмического комплекса, следует уделить особое внимание оценки коммерческого потенциала и перспективности новой разработки в целом, дать характеристику и определить сегмент рынка, на который будет ориентироваться компания, при продаже данной продукции.

6.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Целевой рынок можно разделить на три сегмента, по характеру применения разработки:

- Научные и образовательные учреждения – коммерческие и некоммерческие научнопрактические разработки;
- Компании разработчики ПО – коммерческие научнопрактические разработки;
- Различные полиграфические предприятия – практическое применение;

Карта сегментирования рынка следующая (2).

Таблица 2 – Карта сегментирования рынка продаж

Использование продукции Группа потребителей	Некоммерческая разработка	Коммерческая разработка	Практическое использование
ВУЗы и НИИ			
Разработчики ПО			
Полиграфические предприятия			

ТПУ		Pixlpark		Яркий фотомаркет	
-----	--	----------	--	---------------------	--

Согласно карте сегментирования рынка, можно сделать вывод об относительной свободе сегмента продаж программно-алгоритмических комплексов 3D предпросмотра полиграфической продукции.

6.1.2. Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения будет основываться на сравнении разрабатываемой системы (ф) и двух конкурентных решений производителей систем автоматизированного управления и планирования производства, а именно “Configurator for a T-Shirt” компании threekit (к1) и T_Shirt Preview, компании Buytshirtsonline (к2).

Таблица 3 – Анализ конкурентных технических решений

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы				Конкурентно-способность	
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Повышение загрузки оборудования	0,1	3	5	5	0,3	0,5	0,5
Надёжность алгоритмов	0,1	3	4	5	0,3	0,4	0,5
Потребность в вычислительных мощностях	0,1	5	2	3	0,5	0,2	0,3
Скорость рендеринга итогового изображения	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
Ресурсоэффективность	0,05	3	4	5	0,15	0,2	0,25
Простота эксплуатации	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
Масштабируемость	0,05	4	3	3	0,2	0,15	0,15
Многопрофильность	0,1	3	5	5	0,3	0,5	0,5
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,1	3	5	5	0,3	0,5	0,5
Уровень проникновения на рынок	0,05	0	4	5	0	0,2	0,25
Цена	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
Послепродажное обслуживание	0,05	3	5	5	0,15	0,25	0,25
Итого	1	43	47	53	3,8	3,9	4,4

В целом разработка уступает индустриальным конкурентам, но разрыв позволяет предположить о возможности продукта конкурировать с ними. Кроме того, по отдельным пунктам: масштабируемость, потребление вычислительных мощностей и цена, разработка опережает конкурентов.

6.1.3. SWOT анализ

Проведём исследование внутренних и внешних свойств проекта с помощью методики SWOT-анализа. Матрица SWOT-анализа () описывает сильные и слабые стороны проекта (внутренние факторы), а также показывает возможности и угрозы (внешние факторы) и возможные направления реализации.

В рамках первого этапа анализа построим матрицу SWOT (4) с описанием сильных и слабых сторон проекта, а также возможностей и угроз.

Таблица 4 – Матрица SWOT

	Сильные стороны: С1. Многопрофильность; С2. Возможность внедрения в другие программные комплексы; С3. Расширяемость системы;	Слабые стороны: Сл1. Опыт в разработке. Сл3. Использование зарубежного ПО в разработке.
--	--	--

	С4. Спонсирование по грантовой программе.	
<p>Возможности:</p> <p>В1. Заинтересованность промышленных предприятий.</p> <p>В2. Выход на международный рынок</p> <p>В3. Сотрудничество с российскими разработчиками ПО планирования и моделирования.</p> <p>В4. Возможность плавного перехода на собственные библиотеки для разработки</p>		
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Наличие сильных конкурентов;</p> <p>У2. Ограничения на экспорт разработки;</p> <p>У3. Введение дополнительных государственных требований к сертификации ПО;</p> <p>У4. Исчерпание финансирования.</p>		

В рамках второго этапа проведём анализ соответствия сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды. Анализ представлен ниже в виде интерактивных матриц, сильное соответствие отмечено знаком «+», слабое знаком «-».

Таблица 5 – Интерактивная матрица сильных сторон и возможностей проекта

		Сильные стороны			
		С1	С2	С3	С4
Возможности	В1	+	-	+	+
	В2	+	+	+	+
	В3	+	-	+	+
	В4	-	+	+	-

Направления реализации сильных сторон и возможностей: В1В2В3С1С3С4, В2В4С2С3С4.

Таблица 6 – Интерактивная матрица слабых сторон и возможностей проекта

Слабые стороны	
----------------	--

Возможности		Сл1	Сл2	Сл3
	В1	–	+	–
	В2	+	+	+
	В3	–	–	–
	В4	+	–	+

Направления реализации слабых сторон и возможностей: В2В4Сл1, В1В2Сл2, В2В4Сл3.

Таблица 7 – Интерактивная матрица сильных сторон и угроз проекта

Сильные стороны					
Угрозы		С1	С2	С3	С4
	У1	+	+	+	–
	У2	–	–	+	+
	У3	–	–	+	+
	У4	+	+	+	–

Направления реализации сильных сторон и угроз: У1С1С2С3, У2У3С3С4, У4С1С2С3.

Таблица 8 – Интерактивная матрица слабых сторон и угроз проекта

Слабые стороны				
Угрозы		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	+	–
	У2	–	–	+
	У3	–	–	–
	У4	+	+	+

Направления реализации слабых сторон и угроз: У1У4Сл1Сл2, У2У4Сл3.

В рамках третьего этапа построим итоговую матрицу SWOT анализа, результат представлен в таблице (т 9)

Таблица 9 – Итоговая матрица SWOT

	<p>Сильные стороны: С1. Многопрофильность; С2. Возможность внедрения в другие программные комплексы; С3. Расширяемость системы; С4. Спонсирование по грантовой программе.</p>	<p>Слабые стороны: Сл1. Опыт в разработке. Сл2. «Новый игрок» на рынке систем моделирования и планирования. Сл3. Использование зарубежного ПО в разработке.</p>
<p>Возможности: В1. Заинтересованность промышленных предприятий.</p>	<p>В1В2В3С1С3С4 – Внедрение ПО как в России так и за рубежом. В2В4С2С3С4 – Дальнейшие разработки, расширение</p>	<p>В2В4Сл1 – Привлечение специалистов, совместные разработки с другими компаниями;</p>

<p>В2. Получение дополнительных грантов и финансирование из внебюджетных средств;</p> <p>В3. Выход на международный рынок систем планирования производства и моделирования;</p> <p>В4. Сотрудничество с российскими разработчиками ПО планирования и моделирования.</p>	<p>функционала, интеграция с другими продуктами.</p>	<p>В1В2Сл2 – Рекламная кампания успешных внедрений;</p> <p>В2В4Сл3 – Переход на отечественное ПО по мере развития проекта.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Наличие сильных конкурентов;</p> <p>У2. Ограничения на экспорт разработки;</p> <p>У3. Введение дополнительных государственных требований к сертификации ПО;</p> <p>У4. Исчерпание финансирования.</p>	<p>У1С1С2С3 – наращивание функционала, интеграция;</p> <p>У2У3С3С4 – Ориентирование разработки на внутренний рынок;</p> <p>У4С1С2С3 – лицензирование, продажа прав на использование интеллектуальной собственности.</p>	<p>У1У4Сл1Сл2 – Сотрудничество с разработчиками ПО планирования и моделирования, обмен опытом;</p> <p>У2У4Сл3 – Привлечение финансирования из гос. сектора на импортозамещение.</p>

6.1.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации

Для оценки готовности проекта определим показатели по вопросам в таблице 10. Оценка проводится по пятибалльной шкале. При оценке научного проекта: 1 балл – не проработано, 2 балла – проработка слабая, 3 балла – выполнено, качество посредственное, 4 балла – удовлетворительное качество, 5 баллов – качество подтверждено сторонним специалистом. При оценке знаний разработчика: 1 балл – не знаю, 2 балла – только теоретические знания, 3 балла – теоретические знания с практическими примерами, 4 балла – умею, практикую, 5 баллов – могу консультировать по вопросу.

Таблица 10 – Таблица оценки готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1	Определён имеющийся научно-технический задел	4	5

2	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	3	3
3	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для представления на рынок	3	3
4	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	2	2
5	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	4	3
6	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	3	3
7	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	3
8	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	4	3
9	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	2	2
10	Разработана стратегия реализации научной разработки	4	5
11	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	2	2
12	Проработаны вопросы использования инфраструктуры поддержки, получения льгот	5	4
13	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	3	3
14	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	3	3
15	Проработан механизм реализации научной разработки	4	4
ИТОГО		49	48

Итоговые результаты показывают проработанность проекта выше среднего, для успешного дальнейшего продвижения необходимо развить компетенции в области экономики и маркетинга.

6.2. Инициация проекта

В данном этапе фиксируются начальные цели, содержание и финансовые ресурсы. Определяются заинтересованные стороны, которые могут повлиять на конечный результат проекта. Эта информация закрепляется в уставе проекта.

6.2.1. Цели и результат проекта

Сначала определим заинтересованные стороны (11). Заинтересованные стороны – это лица или организации, которые активно заинтересованы и/или могут быть как положительно, так и отрицательно затронуты в результате проекта.

Таблица 11 – Заинтересованные в проекте стороны

Заинтересованные стороны	Ожидания
--------------------------	----------

Томский политехнический университет	Лицензирование научных разработок, публикация научных материалов.
ООО “Флог”	Программный пакет для практического применения

В таблице 12 представим цель и результаты проекта, а также критерии их достижения и требования к результатам.

Таблица 12 – Цели и результаты проекта

Цель проекта:	Разработка модуля предварительного просмотра полиграфической продукции в виде 3D- объекта для облачной платформы Pixlpark.
Ожидаемые результаты:	Программный продукт, обеспечивающий предварительный просмотр дизайна реального объекта. Включает в себя серверную часть для рендеринга изображений и клиентскую часть для работы с 3D объектами
Критерии приёмки результатов:	<ul style="list-style-type: none"> • Уменьшение времени простоя продукции на 10-50% • Понижение затрат производственных средств на 5-10%; • Увеличение процента заказа после добавлению в корзину на 10-15%
Требования к результатам:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Разработать клиентскую часть модуля предпросмотра. 2. Разработать модуль рендеринга изображений для обработки на сервере. 3. Интегрировать разработанный модуль в редактор полиграфической продукции

6.2.2. Организационная структура проекта

В таблице 13 отразим организационную структуру, роль и функции каждого члена команды.

Таблица 13 – Рабочая группа

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль	Функции	Трудовые затраты, час.
1	Кочегурова Елена Алексеевна, Томский политехнический университет, доцент	Руководитель	Заверение документов, определение направления развития проекта.	36
2	Голушков Андрей Николаевич, Томский политехнический университет, магистр	Исполнитель	Разработка ПО, документирование результатов.	540

6.2.3. Ограничения и допущения

Определим факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта (13).

Таблица 14 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения / допущения
Бюджет	500 т.р.
Источники	Фонд развития инноваций
Сроки	27.12.2019 – 04.06.21
Дата утверждения плана управления проектом	01.02.22
Дата завершения	04.06.22
Прочие ограничения	Операционная система Windows; Использование технологии ASP.NET в реализации серверной части; Реализация программной модели в виде подключаемой библиотеки

6.3. Планирование управления НТИ

Для планирования хода работ НТИ определим структуру работ, распланируем контрольные события и определим календарный план проекта, который выразим в диаграмме Ганта.

6.3.1. Иерархическая структура работ

Построим иерархическую структуру (рис. 25), которая отражает и структурирует объём работ по проекту.

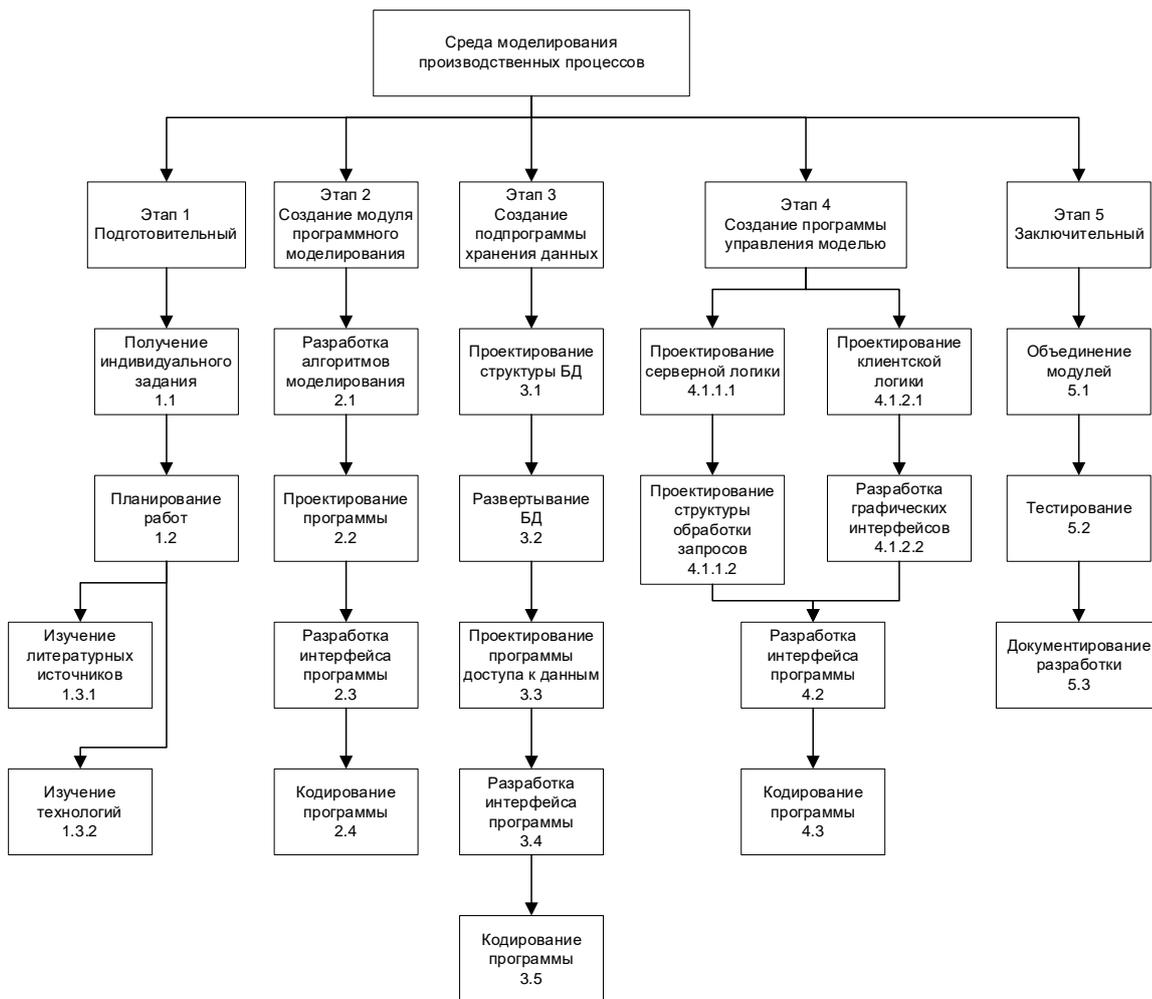


Рисунок 25 – ИСР проекта

6.3.2. Контрольные события проекта

Определим ключевые события проекта, их даты и результаты в таблице 15.

Таблица 15 – Контрольные события проекта

№ п/п	Контрольное событие	Дата	Результат
1	Сбор предварительных данных	01.03.22	Раздел Вкр
2	Создание модуля рендеринга	15.03.22	Раздел ВКР
3	Создание модуля предпросмотра	01.04.22	Раздел ВКР
4	Создание программы управления моделью	15.04.22	Раздел ВКР
5	Объединение модулей в единый программный пакет	01.05.22	Раздел ВКР
6	Формирование отчёта по разработке	04.06.22	ВКР

6.3.3. План проекта

Составим линейный график работ по проекту (таблица **Ошибка! Ключ шаблона должен быть первым ключом форматирования.**). В котором отразим даты начала и окончания, длительность и ответственных лиц по каждому этапу работ.

Таблица 16 – Календарный план проекта

Код работы	Название	Длительность, дни	Дата начала	Дата окончания	ФИО
1.1	Получение индивидуального задания	7	10.01.2021	17.01.2021	Кочегурова Е.А. Голушков А.Н.
1.2	Планирование работ	7	17.01.2021	24.01.2021	Кочегурова Е.А. Голушков А.Н.
1.3.1	Изучение литературных источников	19	24.01.2021	12.02.2021	Голушков А.Н.
1.3.2	Изучение технологий	18	12.02.2021	01.03.2021	Голушков А.Н.
2.1	Разработка алгоритмов моделирования	60	01.03.2021	30.04.2021	Голушков А.Н.
2.2	Проектирование программы	60	30.04.2021	29.06.2021	Голушков А.Н.
2.3	Проектирование интерфейса программы	21	29.06.2021	20.07.2021	Голушков А.Н.
2.4	Кодирование программы	43	20.07.2021	01.09.2021	Голушков А.Н.
3.1	Проектирование структуры БД	21	01.09.2021	22.09.2021	Голушков А.Н.
3.2	Развертывание БД	7	22.09.2021	29.09.2021	Голушков А.Н.
3.3	Проектирование программы доступа к данным	28	29.09.2021	27.10.2021	Голушков А.Н.
3.4	Проектирование интерфейса программы	21	27.10.2021	17.11.2021	Голушков А.Н.
3.5	Кодирование программы	28	17.11.2021	15.12.2021	Голушков А.Н.
4.1.2.1	Проектирование серверной логики	14	15.12.2021	29.12.2021	Голушков А.Н.
4.1.1.2	Проектирование структуры обработки запросов	7	29.12.2021	05.01.2022	Голушков А.Н.
4.1.2.1	Проектирование клиентской логики	14	05.01.2022	19.01.2022	Голушков А.Н.

4.1.2.2	Разработка графических интерфейсов	7	19.01.2022	26.01.2022	Голушков А.Н.
4.2	Проектирование интерфейса программы	7	26.01.2022	02.02.2022	Голушков А.Н.
4.3	Кодирование программы	27	02.02.2022	01.03.2022	Голушков А.Н.
5.1	Объединение модулей	45	01.03.2022	15.04.2022	Голушков А.Н.
5.2	Тестирование	16	15.04.2022	01.05.2022	Голушков А.Н.
5.3	Документирование разработки	34	01.05.2022	04.06.2022	Голушков А.Н.

Отразим план график в виде диаграммы Ганта (рис.26).

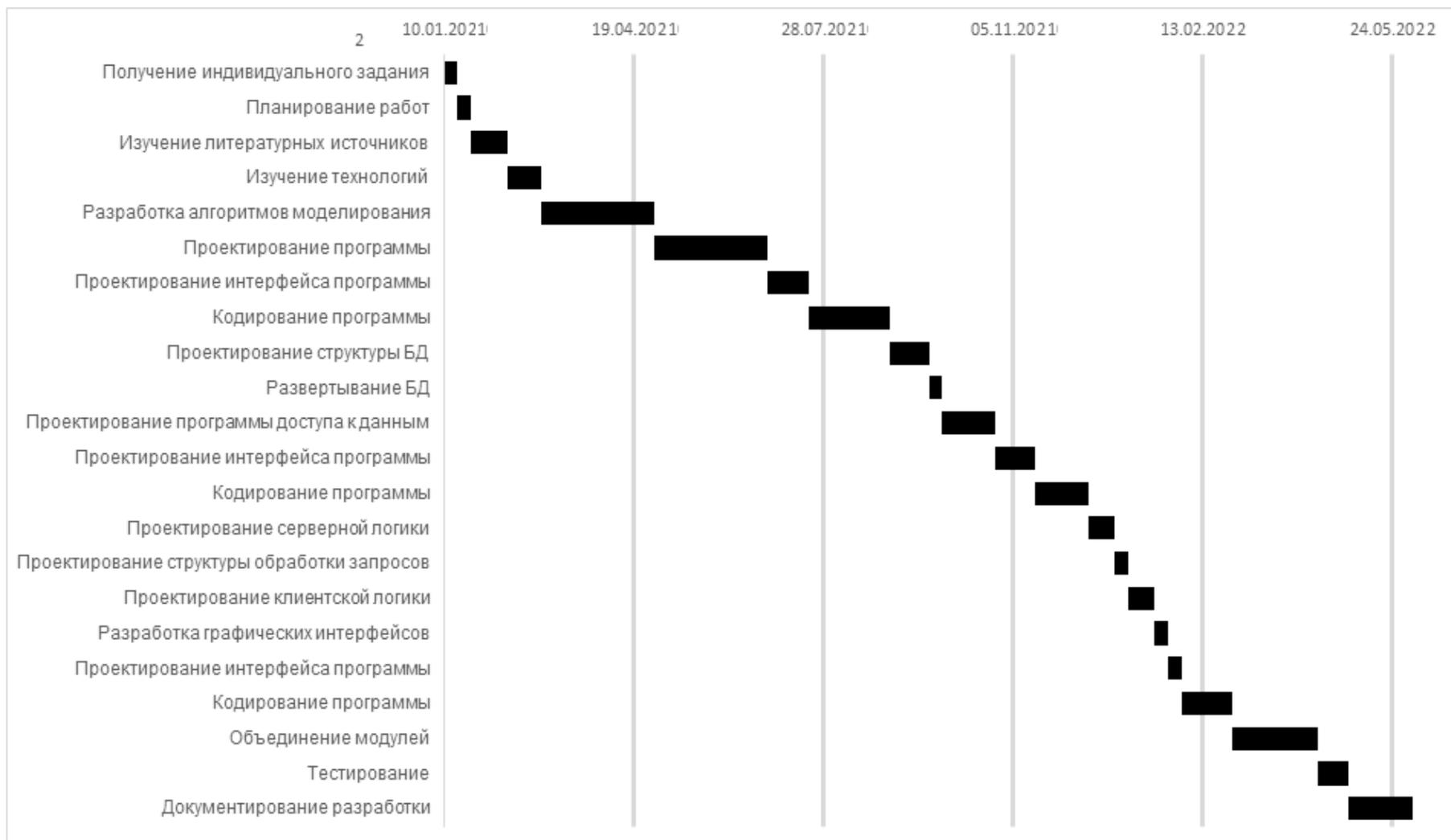


Рисунок 26 – Диаграмма Ганта по проекту

6.3.4. Бюджет НИИ

Бюджет научного исследования должен в полной мере отражать все планируемые расходы на его выполнение. Бюджет формируется по следующим статьям: сырьё и материалы, специальное оборудование, основная заработная плата, дополнительная заработная плата, отчисления в социальные фонды, командировки, оплата работ сторонних организаций.

6.3.5. Сырьё и материалы

Разработка программного обеспечения проводится на персональном компьютере без использования материального сырья. Расчёт данной статьи расходов не требуется.

6.3.6. Специальное оборудование

В качестве специального оборудования подразумеваются лицензии на ПО и затраты на приобретение ПК для разработки.

№ п/п	Наименование	Кол-во, шт.	Цена единицы, руб.	Общая стоимость, руб.
1	Лицензия Microsoft Visual Studio на месяц	1	2 812,50	2 812,50
2	Лицензия Azure DevOps на месяц	1	375,00	375,00
3	ПК	1	60000,00	60000,00
Итого:				63187.50

6.3.7. Основная заработная плата

Зарботная плата работника включает основную заработную плату, и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}. \quad (6.1)$$

Где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p. \quad (6.2)$$

Где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника, руб.;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица);

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}. \quad (6.3)$$

Где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 48 раб. дня $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, рабочие дни (таблица 17).

Таблица 17 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	118	118
- праздничные дни		
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	48
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	199

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p. \quad (6.4)$$

Где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{\text{тс}}$);

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от $Z_{\text{тс}}$);

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная плата (оклад) рассчитывается по тарифной сетке, принятой на данном предприятии. Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 18.

Таблица 18 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	З _{осн} , руб.	k пр	k д	k р	З _м , Руб	З _{дн} , руб.	Тр, раб.	З _{осн} , руб.
Руководитель	33 664,00	0,3	0,15	1,3	63 456,64	3 316,33	14	46 428,58
Студент	25 000,00	0,3	0,15	1,3	43 750,50	2286,45	60	137187,49
Итого:								183616,07

6.3.8. Дополнительная заработная плата

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (6.5)$$

Где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Примем коэффициент равный 0,12. Результаты расчета приведены в таблице 18

Таблица 19 – Расчёт дополнительной заработной платы

Исполнители	Дополнительная заработная плата, руб
Руководитель	5 571,43
Студент	15 101,98
Итого	20 673,41

6.3.9. Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (6.6)$$

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

Результаты расчета приведены отчислений и общий итог по фонду заработной платы приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Общий итог по зарплатному фонду

Исполнитель	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Отчисления во внебюджетные фонды
Руководитель проекта	0,3	46 428,58	5 571,43	15 600,00

Студент		137187,49	15 101,98	45686.84
Итого:		183616.07	20 673,41	61286.84

6.3.10. Научные и производственные командировки

Данный вид работ не запланирован, расчёт статьи расходов не требуется.

6.3.11. Контрагентные расходы

Привлечение сторонних организаций не запланировано, расчёт статьи расходов не требуется.

6.3.12. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{накл} = k_{накл} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}). \quad (6.7)$$

Где $k_{накл}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Примем коэффициент равным 0,8. Таким образом сумма накладных расходов составит (таблица 21):

Таблица 21 – Расчёт накладных расходов

Исполнитель	Коэффициент учёта накладных расходов	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Накладные расходы
Руководитель проекта	0,8	46 428,58	5 571,43	41 600,00
Студент		137187,49	15 101,98	121831.57
Итого:		183616.07	20 673,41	163431.57

6.4. Бюджет НТИ

Сведём статьи, рассчитанные в предыдущих пунктах, в таблицу
Таблица 22.

Таблица 22 – Итоговый бюджет НТИ

Статьи							
Сырье и материалы, руб.	Специальное оборудование, руб.	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Отчисления на социальные нужды, руб.	Научные и производственные, руб. командировки	Контрагентные расходы, руб.	Накладные расходы, руб
0,00	63187.50	183616.07	20 673,41	61286.84	0,00	0,00	163431.57
Итого:							430908.55

6.4.1.1. Риски проекта

Составим реестр возможных рисков, сведём его в таблицу 23.

Таблица 23 – Реестр рисков проекта

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска*	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Несоответствие модели реальным процессам	Увеличение сроков разработки	2	5	Средний	Привлечение дополнительных специалистов	Ошибки в разработке мат. алгоритмов
2	Критические ошибки приложения	Отказ приложения	1	5	Средний	Привлечение дополнительных специалистов	Ошибки в разработке приложения
3	Невозможность доступа к приложению	Невозможность пользования приложением	1	3	Низкий	Нет	Отказ сетей связи

	Срыв сроков разработки	Увеличение сроков разработки	2	2	Средний	Привлечение дополнительных специалистов	Нарушение сроков разработки
--	------------------------	------------------------------	---	---	---------	---	-----------------------------

6.4.1.2. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности

Сравнительная эффективность разработки выражается в интегральном показателе эффективности. Этот показатель состоит из двух средневзвешенных величин:

Определение интегральных показателей эффективности проведём в сравнении со следующими аналогами:

1. Средство работы с 3D объектами SketchFab компании Sketchfab;
2. Средство работы с 3D объектами VECTARY компании VECTARY;

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (6.8)$$

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

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

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

Результаты вычислений приведены в таблице 24.

Таблица 24 – Расчёт интегрального финансового показателя

Продукт	Φ_{ri}	Φ_{max}	$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$
НТИ	430 000,00	1 560 000,00	0,28
SketchFab	1 560 000,00		1,00
VECTARY	1 000 000,00		0,64

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{ri} = \sum a_i \cdot b_i \quad (6.9)$$

Где I_{ri} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;
 b_i – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки,
устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;
 n – число параметров сравнения.

Расчёт показателя приведён в таблице 25.

Таблица 25 – Сравнительная оценка характеристик продуктов

Критерии	Весовой коэффициент параметра	НТИ	SketchFab	VECTARY
1. Надежность алгоритмов	0,3	3	5	5
2. Быстродействие	0,3	4	5	3
3. Удобство	0,1	4	5	5
4. Функциональность	0,2	2	4	5
5. Интерфейс	0,1	5	5	3
ИТОГО	1	3,4	4,8	4,2

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.i}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}^{исп.1}}, \quad I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}^{исп.1}} \text{ и т.д.} \quad (6.10)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблица 26) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Таблица 26 – Расчёт интегрального показателя эффективности

	$I_{финр}^{исп.i}$	$I_{p-исп}$	$I_{исп}$
НТИ	0,28	3,4	12,14
SketchFab	1,00	4,8	4,80
VECTARY	0,64	4,2	6.52

Сравнительную эффективность проекта определим по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^a}; \quad (6.11)$$

Где \mathcal{E}_{cp} – сравнительная эффективность проекта;
 $I_{мэ}^p$ – интегральный показатель разработки;
 $I_{мэ}^a$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Таким образом сравнительная эффективность проекта с аналогами:

1. В сравнении с SketchFab $\mathcal{E}_{cp} = 2.52$;
2. В сравнении с VECTARY $\mathcal{E}_{cp} = 3.83$;

Выводы по разделу

В ходе проделанной работы над данным разделом можно сделать вывод о целесообразности разработки. Выявлены направления возможного развития проекта для повышения его конкурентоспособности.

7. Социальная ответственность

Введение

С каждым годом возрастает интенсивность применения компьютерной техники в сферах жизнедеятельности человека. При работе с компьютером человек подвергается воздействию ряда опасных и вредных производственных факторов: электромагнитных полей, радиочастотному (высоких, ультравысоких и средних частот) и инфракрасному излучению, шуму и вибрации, статическому электричеству. Работа с компьютером характеризуется значительным умственным напряжением, высокой напряженностью зрительной работы и большой нагрузкой на кисти рук при работе с периферийными устройствами ЭВМ.

7.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

7.1.1. Особенности законодательного регулирования проектных решений

Государственный надзор и контроль в организациях независимо от организационно-правовых форм и форм собственности осуществляют специально уполномоченные на то государственные органы и инспекции в соответствии с федеральными законами.

К таким органам относятся Федеральная инспекция труда, Государственная экспертиза условий труда Федеральная служба по труду и занятости населения (Минтруда России Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Госгортехнадзор, Госэнергонадзор, Госатомнадзор России) Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Госсанэпиднадзор России) и др.

Так же в стране функционирует Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), положение о которой утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации

[13] в соответствии с которым, система объединяет органы управления, силы и средства.

7.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

7.1.2.1. Эргономические требования к рабочему месту

На рисунке 28 показан пример размещения основных и периферийных

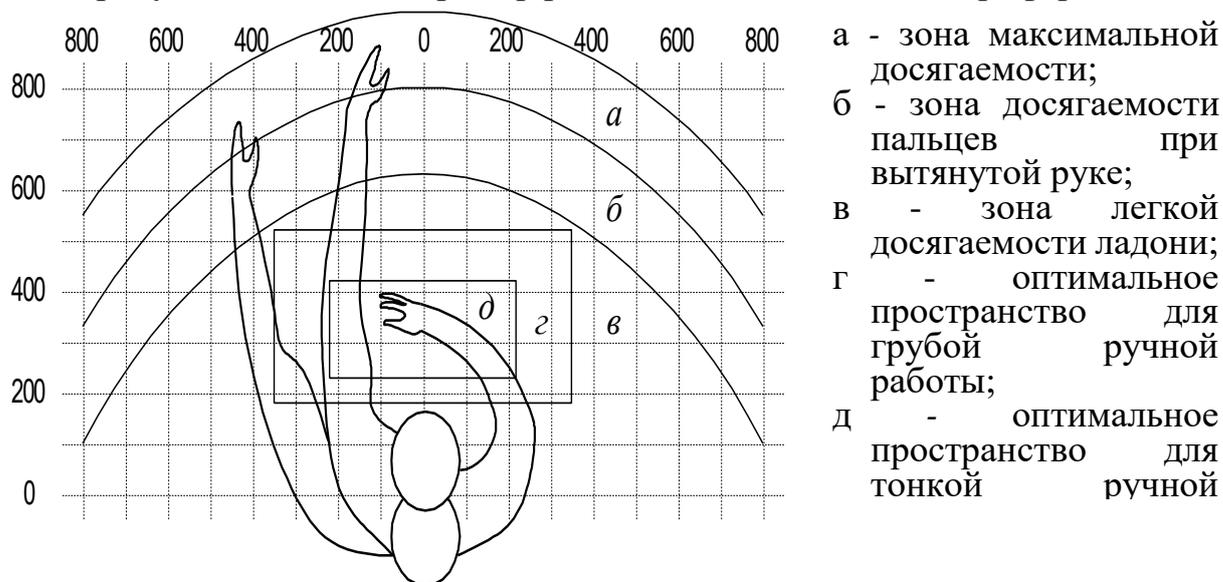


Рисунок 27 – Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости составляющих ПК на рабочем столе разработчика.



Рисунок 28 – Размещение основных и периферийных составляющих ПК

Для комфортной работы эргономика рабочего пространства должна удовлетворять следующим требованиям ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» [14].

На рабочем месте оборудованы рабочие столы, которые соответствуют рисунку 28.

7.2. Производственная безопасность

Ниже приведем перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды в виде таблицы (таблица 27).

Таблица 27 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по разработке программно-алгоритмического комплекса планирования производственных процессов.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015) [15]	Нормативные документы
Недостаточная освещённость рабочей зоны; отсутствие или недостаток естественного света	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 [16]
Повышенный уровень шума	ГОСТ ISO 9612-2016 Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах (с Поправкой) [17] ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности [18]
Повышенный уровень электро-магнитных излучений	ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» [19]
Повышенная или пониженная влажность воздуха	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [20]
Статические перегрузки,	МР 2.2.9.2311 – 07 «Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности» [21]

умственные перегрузки, перегрузки анализаторов;	
Электрический ток	ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление [22]
Короткое замыкание	ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление [23]
Статическое электричество	ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов [24]

7.2.1. Недостаточная освещённость рабочей зоны; отсутствие или недостаток естественного света;

Рабочее место находится на цокольном этаже здания. Естественное освещение в аудитории отсутствует. Освещение в аудитории производится посредством общего искусственного освещения.

В процессе разработки комплекса управления, разработчик все время работы пользуется ПК. При этом согласно СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 [16] освещение не создает бликов на поверхности экрана ПЭВМ, а освещенность экрана не более 300 лк. Кроме того, работа за ПЭВМ относится к категории зрительных работ к разряду Б зрительных работ (восприятие информации).

В помещении, которое предназначено для эксплуатации ПЭВМ, искусственное освещение осуществляется путем системы общего освещения. Освещение не создает бликов и ограничивает прямую блёскость от источников освещения на поверхности экрана ПЭВМ.

7.2.2. Повышенный уровень шума

Звуковые колебания, издаваемые движущимися частями механизмов и приборов, могут воздействовать на здоровье человека. Громкие звуки, могут стать причиной проблем со слухом, а длительное воздействие шума более 80 дБ может стать причиной его потери или ухудшения. Чувствительность к монотонным звукам является индивидуальным показателем. Но постоянно повторяющиеся шумы на рабочем месте провоцируют проблемы, связанные с нервной системой и органами слуха.

В данной работе основным источником шума является системный блок ПЭВМ, внутри которого работает система охлаждения, состоящая из вентиляторов, воспроизводящих непрерывный шелест или гудение.

Уровень звука, при этом не превышает 50дБ [17]. Постоянный уровень шума влияет на работоспособность и сосредоточенность человека. рабочее место соответствует нормам ГОСТ 12.1.003-83 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности» [18] и является помещением с минимальным уровнем шума при программировании и разработке программного обеспечения планирования производственных процессов. Кроме того, каждый академический час в работе делается перерыв, который позволяет отключить компьютер и/или выйти из помещения для разгрузки нервной системы и органов слуха.

Характеристикой постоянного шума на рабочем месте является уровень звукового давления, определяемый по формуле:

$$L_a = 20 \lg \frac{P_a}{P_0}. \quad (7.1)$$

Где P_a среднеквадратичная величина звукового давления;

P_0 – исходное звуковое давление в воздухе, равное $2 \cdot 10^{-5}$ Па

Замеры звукового давления на рабочем месте показали $P_a = 385 \cdot 10^{-5}$.

Согласно формуле (7.1):

$$L_a = 20 \lg \frac{385 \cdot 10^{-5}}{2 \cdot 10^{-5}} = 37.73;$$

Предельно допустимые уровни звука на рабочих местах с учётом тяжести труда представлены в таблице 28 [18]:

Таблица 28 – Допустимые уровни звука на рабочем месте

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	легкая физическая нагрузка	средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

Можно сделать вывод, что уровень шума допустимый для лёгкой физической нагрузки и напряжённого труда 2.

7.2.3. Повышенный уровень электромагнитных излучений

В повседневной жизни для людей не заметно воздействия электромагнитных излучений. Мощность источника излучения должна быть достаточно большой, чтобы это отражалось на здоровье и самочувствие организма.

Основные излучающие электромагнитное поле части ПЭВМ – это системный блок, в котором находится процессор, и экран монитора.

На рабочем месте установлены ПЭВМ, оснащённые жидкокристаллическим монитором. Они излучают электромагнитные волны, которые не причиняют человеку вреда, даже при длительной работе.

7.2.4. Повышенная напряжённость электрического поля;

Работа ПЭВМ, кроме электромагнитных излучений сопровождается электростатическим полем, которое может деионизировать окружающую воздушную оболочку. Согласно ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к

проведению контроля» [19] для обеспечения безопасности рабочего персонала и оборудования необходимо проводить ионизацию воздуха, путём установки ионизаторов или обеспечения проветривания помещения.

7.2.5. Повышенная или пониженная влажность воздуха;

Согласно СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [20] давление, температура и влажность воздуха влияют на здоровье работников, следовательно, они влияют на общее самочувствие, работоспособность и выполнение поставленных задач.

Рабочее место из-за своего расположения может быть слишком влажным. Поэтому в стенах аудитории установлена механическая вентиляция, оснащенная вентилятором и отводящая воздух из помещения. Это обеспечивает проветриваемость помещения и как следствие убирает лишнюю влагу. Кроме того, аудитория подключена к системе центрального городского отопления. Это помогает регулировать температуру в период зимних месяцев.

7.2.6. Статические перегрузки;

7.2.6.1. Умственные перегрузки, перегрузки анализаторов

В современном мире, почти каждая работа, так или иначе, связана с работой за компьютером. Разработчикам программ, инженерам и всем, кто учится, приходится проводить за ПЭВМ многие часы. При этом пользователь вынужден принимать одну и ту же позу в течение длительного времени, тем самым создавая в работе мышечного корсета статические перегрузки. Неудобная поза, нахождение центра тяжести в одном месте, постоянный наклон вперед вызывают боли в шее и спине.

Работа с ПЭВМ подразумевает обработку большого количества информации. Анализ данных, инженерные исследования, расчеты и разработка программных продуктов требуют высокой концентрации внимания. При работе с визуальной информацией напрягаются глаза, которые являются зрительными анализаторами человека. Расстояние расположения

предмета постоянного визуального контроля не меняется в процессе работы, из-за этого устают глазные мышцы, из-за этого снижается острота зрения. При длительных контактах с дисплеем, постоянного наблюдения схожей по структуре зрительной информации, человек начинает испытывать стресс.

Согласно МР 2.2.9.2311 – 07 «Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности» [21], разработка программно-алгоритмического комплекса относится к группе В, I категории (до 2х часов) – творческая работа в режиме диалога с ПЭВМ. При выполнении разных групп работ в течение смены за основную принимают такую, которая занимает не менее 50% времени рабочего дня. Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья пользователей на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированный перерыв, при 8-ми часовом рабочем дне 30 минут. Продолжительность непрерывной работы с ПК не должна превышать 2 часов. Для I категории работ - через 2 часа от начала работы и через 1,5 - 2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый [21].

Во время регламентированных перерывов с целью сохранения высокой работоспособности выполняется комплекс упражнений [21]. С целью уменьшения отрицательного влияния монотонности целесообразно чередование операций осмысленного текста и числовых данных, чередование редактирования текстов и ввода данных (изменение содержания работы).

Работа над разработкой программно-алгоритмического комплекса требует сосредоточенности и частого переключения между использованием нескольких программ одновременно. Поэтому для того чтобы зрительные анализаторы работали на нужном уровне каждый академический час проводится перерыв в 5-10 минут, а в каждый второй академический час перерыв в 20 минут. Во время перерыва есть возможность выйти из аудитории и выключить на время ПЭВМ [21].

7.2.7. Электробезопасность

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Согласно ГОСТ 12.1.030-81 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление» [22] помещение, в котором находится рабочее место, относится к категории помещений без повышенной опасности. Его можно охарактеризовать, как сухое, непыльное, с токонепроводящими полами и нормальной температурой воздуха. Температурный режим, влажность воздуха, химическая среда не способствуют разрушению изоляции электрооборудования.

Защита от электрического тока на рабочем месте производится с помощью изоляции токопроводящих частей (все провода изолированы). Электрические устройства, в частности процессор от ПЭВМ расположен в защитном коробе.

Короткое замыкание – это соединение двух точек с разным потенциалом с последующим увеличением тока и выделением большого количества тепла. Вследствие чего короткое замыкание может стать причиной пожара в помещении, при коротком замыкании от электрического тока могут пострадать люди, находящиеся в непосредственной близости от источника возникновения.

На рабочем месте короткое замыкание может быть вызвано либо неисправностью в проводке, либо при работе с компьютером, когда внутри корпуса создается разность фаз и ток может так же повредить всю электросеть [22].

Для защиты электрической сети от короткого замыкания предусмотрены устройства защитного отключения (УЗО), оснащенные устройствами автоматического отключения – автоматами и предохранителями. Кроме того, в помещении установлены датчики дыма,

которые при возникновении возгорания, вызванного коротким замыканием, оповещают все здание о начавшемся пожаре. Таким образом, рабочее место полностью защищено от возможного короткого замыкания.

7.2.8. Статическое электричество

В рабочем пространстве находится много устройств, которые работают от электрического тока и сделаны из материалов, которые, так или иначе, накапливают на себе статически заряд. Может возникнуть разность потенциалов от статического электричества, и прикосновение человека к заряду может вызвать травмы, ожоги или пожар [23].

Для защиты оборудования и персонала применяется общее заземление электропроводки и увлажняющие устройства.

7.3. Экологическая безопасность

7.3.1. Воздействие на литосферу

При выходе из строя, а также устаревании компонентов, ПЭВМ начинает представлять собой источник второсортного сырья. Каждый ПЭВМ содержит цветные металлы и целый набор опасных для окружающей среды веществ. Это производные газов, тяжелые металлы, среди которых кадмий, ртуть и свинец. Попадая на свалку, все эти вещества под воздействием внешней среды постепенно проникают в почву.

Люминесцентные лампы при перегорании становятся источником загрязнения. Лампы содержат внутри себя ртуть, которая загрязняет окружающую среду. Кроме того, их корпус состоит преимущественно из стеклянной трубки, которая при неосторожном обращении может разбиться на мелкие осколки.

Документы, перенесенные на бумагу, становятся источником бумажных отходов. Такие отходы медленнее разлагаются из-за предварительной обработки бумаги, а также содержат на себе следы краски, которая попадая в почву ее загрязняет.

Согласно ГОСТ 17.4.3.04-85 «Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения» [24] юридические лица имеют право утилизировать оргтехнику только при прохождении процедуры полного списания, подтвержденного актом.

Томский политехнический университет является юридическим лицом, поэтому перегоревшие люминесцентные лампы собираются техническим персоналом, а затем передаются в центр по переработке таких ламп, у которого имеется лицензия на право сбора и переработки люминесцентных ламп [24]. Для макулатуры существуют специально установленные контейнеры, в которые помещаются отработавшие печатные издания, офисная бумага и другие изделия из переработанной целлюлозы. Они отвозятся в пункты по сбору макулатуры, где утилизируются.

7.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

7.4.1. Пожарная безопасность

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной профилактики и активной пожарной защиты. Пожарная профилактика включает комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожара или уменьшение его последствий. Возникновение пожара в помещении аудитории может привести к большим материальным потерям и возникновению чрезвычайной ситуации. Чрезвычайные ситуации приводят к полной потере информации и большим трудностям восстановления всей информации в полном объёме.

Согласно ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования» [24], данное помещение относится к категории В (производства, связанные с обработкой или применением твердых сгораемых веществ и материалов).

В случае возникновения пожара необходимо отключить электропитание, вызвать по телефону пожарную команду, произвести эвакуацию и приступить к ликвидации пожара огнетушителями. При наличии

Выводы по разделу социальная ответственность

В ходе исследования по социальной ответственности было выявлено два источника вредных и опасных факторов: разработка системы планирования в учебной аудитории; проверка работы системы на модели производственного цикла.

Исходя из этого, были выделены и проанализированы вредные и опасные факторы. Для них были установлены средства, которые помогают защитить человека, который находится в данном помещении, от выявленных вредных и опасных факторов.

Аналізу были подвергнуто влияние работы на рабочем месте на окружающую среду. Установлено, что после работы остаются бумажные отходы и перегоревшие люминесцентные лампы, которые при неправильной утилизации будут влиять на литосферу. Выявлено, что отходы утилизируются согласно ГОСТ.

Кроме того, исследовались правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности и организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Заключение

В ходе выполнения данной работы был разработан список функциональных и нефункциональных требований к разрабатываемой системе. В следствие на основе данных требований была проанализирована и спроектирована архитектура основополагающих блоков и модулей системы, а также схема связей между ними.

На основе проектирования был полностью реализован модуль 3D-визуализации пользовательских дизайнов на платформе Pixlpark.

Для разработки модуля выполнены следующие задачи:

- Выявлены и формализованы требования, предъявляемые к модулю;
- Выбран инструментарий;
- Спроектирована архитектура модуля;
- Реализован модуль 3D-визуализации;
- Создан удобный пользовательский интерфейс для работы с объектами.

Была реализована возможность корректной загрузки различных форматов объектов в сцену, обеспечено управление пространственными характеристиками объектов, а также возможность встраивания 3D-сцены в html-документ и обеспечение корректной работы в современных браузерах.

Разработанный модуль позволяет пользователям при создании дизайна в редакторе дизайнов наиболее близко к реальности посмотреть на товар перед заказом, что существенно увеличивает процент итоговых заказов на платформе и снижает количество исправлений дизайнов после заказа.

Таким образом, поставленные задачи решены, и цель достигнута — модуль успешно прошёл тестирование и внедрён в систему Pixlpark.

Conclusion

In the course of this work, a list of functional and non-functional requirements for the system being developed was developed. As a result, on the basis of these requirements, the architecture of the fundamental blocks and modules of the system, as well as the scheme of connections between them, was analyzed and designed.

Based on the design, the 3D visualization module for custom designs on the Pixlpark platform was fully implemented.

To develop the module, the following tasks were performed:

- identified and formalized requirements for the module;
- selected tools;
- module architecture was designed;
- implemented 3D visualization module;
- a convenient user interface for working with objects has been created.

The ability to correctly load various formats of objects into the scene was implemented, the spatial characteristics of objects were controlled, as well as the ability to embed a 3D scene in an html document and ensure correct operation in modern browsers.

The developed module allows users, when creating a design in the design editor, to look at the product as close as possible to reality before ordering, which significantly increases the percentage of final orders on the platform and reduces the number of design corrections after ordering.

Thus, the tasks set were solved, and the goal was achieved — the module was successfully tested and implemented in the Pixlpark system.

Список использованных источников

1. Web-to-Print Pixlpark – Pixlpark [Электронный ресурс] — URL:<http://www.pixlpark.ru/> (дата обращения: 20.05.2018)
2. Web-to-print // Web-to-print - современная технология подготовки и управления процессом публикации посредством Интернет [Электронный ресурс] - URL: <http://web-to-print.ru> (дата обращения: 13.05.2018)
3. ГОСТ 19.201-78. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению.
4. Официальная документация по Unity3D [Электронный ресурс] - URL: <http://unity3d.com/support/documentation> (дата обращения: 06.05.2018)
5. Официальная документация по Three.js [Электронный ресурс] - URL: <https://threejs.org/docs/index.html#manual/introduction/Creating-a-scene> (дата обращения: 06.05.2018)
6. Разработка: Blend4Web vs Unity. Битва на ринге. Раунд 2 [Электронный ресурс]: Хабрахабр. – Электрон. журн. – 2016. – URL: <https://habrahabr.ru/post/310086/> (дата обращения: 19.04.18)
7. Разработка: Полгода работы с Blend4Web. А стоит ли оно этого? [Электронный ресурс]: Хабрахабр. – Электрон. журн. – 2016. – URL: <https://habrahabr.ru/post/276147/> дата обращения: 19.04.18)
8. Разработка: Что выбрать для 3D сайта – Three.js или Blend4Web? [Электронный ресурс]: Хабрахабр. – Электрон. журн. – 2015. – URL: <https://habrahabr.ru/post/262749/> (дата обращения: 19.04.18)
9. Blender [Электронный ресурс] // URL: <https://www.blender.org/> (дата обращения: 21.05.18)
10. Three.js [Электронный ресурс] : ВикипедияЯ. – Электрон. энцикл. – 2017. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Three.js> (дата обращения: 13.04.17)

11. Jos Dirksen. Learning Three.js – the JavaScript 3D Library for WebGL. Second Edition., PACKT Publishing, 2015, 401 с.
12. Коичи Мацуда, Роджер Ли. WebGL Programming Guide: Interactive 3D Graphics: Programming with WebGL., 2015, 494 с.
13. Технический регламент «о требованиях пожарной безопасности» [Электронный ресурс] / Единая справочная служба Консорциума «Кодекс». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902111644> свободный – Загл. с экрана. Язык русс. Дата обращения: 18.04.2022 г.
14. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования
15. ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. Перечень опасных и вредных факторов
16. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95
17. ГОСТ ISO 9612-2016 Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах (с Поправкой)
18. ГОСТ 12.1.003-83 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности»
19. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»
20. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
21. МР 2.2.9.2311 – 07 «Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности»
22. ГОСТ 12.1.030-81 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление»

23. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений
прикосновения и токов;
24. ГОСТ 17.4.3.04-85 «Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие
требования к контролю и охране от загрязнения»
25. ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда
(ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования»

Приложение А

Design and development of the module server part

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ01	Голушков Андрей Николаевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Кочегурова Е.А.	к.т.н., доцент		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ ИШИТР	Сидоренко Т.В.	к.п.н., доцент		

1. Design and development of the module server part

For the module to work correctly, the server-side module must be able to render the state of the editor into an image format that will then be displayed on 3D model.

1.1. RabbitMQ message broker

For the task of rendering the finished editor state to the final file, it has to be considered that this operation is very demanding in terms of memory capacity, and the load in the season of increasing orders can be a multiple of the standard server load.

Thus, a rendering module independent of the main capacity is required, which must meet the following requirements:

- the module must be able to deliver a large peak load, without losing requests by timeout;
- the module should be able to increase computing power simply by connecting an additional server;
- if more than one processing server is used, one request should only be processed once;
- if there is an error, the system must put a request for rendering again.

All of these requirements can be ensured by using a broker messages. RabbitMQ was chosen as the broker. RabbitMQ is a message broker software based on the AMQP standard, a replicated messaging-oriented connectivity software. Based on the Open Telecom Platform, it is written in Erlang and uses Mnesia as the database for message storage.

Consists of a server, HTTP, XMPP and STOMP protocol support libraries, AMQP client libraries for Java and .NET Framework and various plugins (such as plugins for monitoring and control via HTTP or web interface or "Shovel" plugin for broker-to-broker messaging). There is a client implementation to access RabbitMQ for the whole.

A number of programming languages, including Perl, Python, Ruby, PHP. Horizontal scaling to build cluster solutions is supported. AMQP (Advanced Message Queuing Protocol) is an open application layer protocol for transferring messages between system components. The basic idea is that individual subsystems (or independent applications) can exchange messages at will via an AMQP broker, which performs routing, possibly guarantees delivery, distributes data streams, and subscribes to the desired message types. AMQP has several standard entities that are handled (Figure 1):

- producer is the sender of the message;
- the message itself;
- exchange is the message routing point (here we can specify where the message should go);
- the queue of messages itself;
- the consumer is the doer, who will take something from this queue and do something.

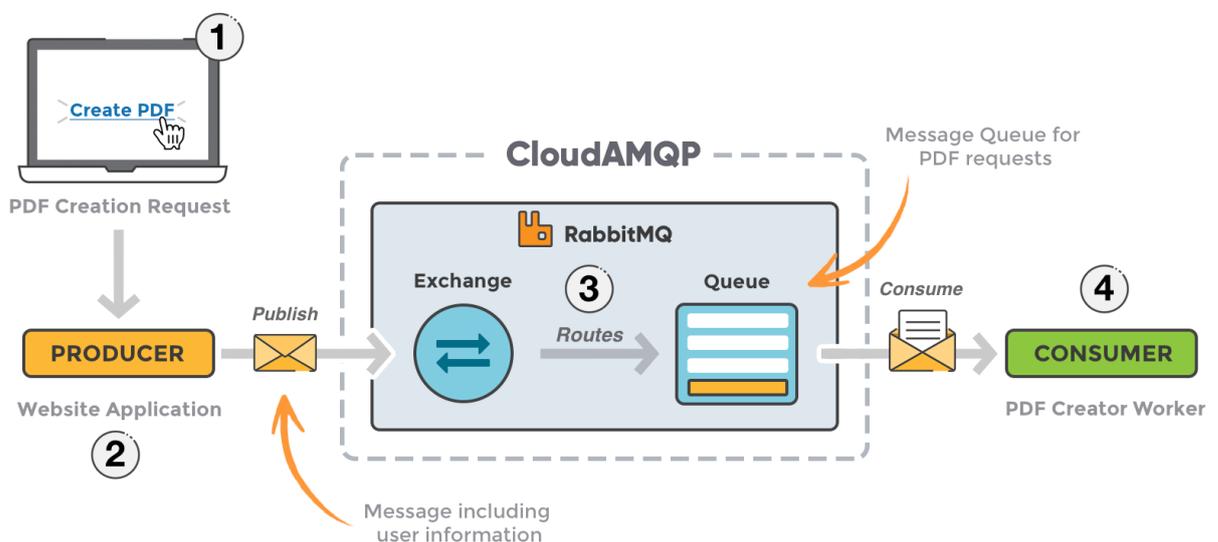


Figure 1 – Example of a message broker scheme

A message is an entity unit not interpreted by the broker. It can be as simple as a string, a JSON object, or any structure represented as a string. It doesn't matter what is written there; you can specify the type of message (e.g. application/JSON), and then it's easy to know what was put in at the beginning when processing it. The

message is not interpreted, it is simply stored. It then goes into exchange, to a routing point. The job of the routing point is to determine which queue the message should go to.

A key can be sent along with the message. The key can be used to determine which queue (one or more) the message should go to. Message queues allow web servers to respond quickly to requests, instead of having to perform resource-intensive on-site procedures that can increase response times. Message queuing is also useful when a message needs to be distributed to multiple consumers or to balance the load between handlers.

1.2. Puppeteer library

The input data for processing from the client side of the editor is a prepared html document consisting of svg objects. In order to convert this document into a bitmap image or PDF file, it was decided to use a headless browser.

The Headless Browser can be characterised by the following features:

- it has no real rendering of content, i.e. it draws everything in memory.
- this makes the browser use less memory, because it does not need to render pictures or gigabyte PNGs
- it has a software interface for control.
- an important feature is the ability to install on a bare-metal Linux server.

A schematic representation of a typical WebKit-based browser is shown in the figure 2.

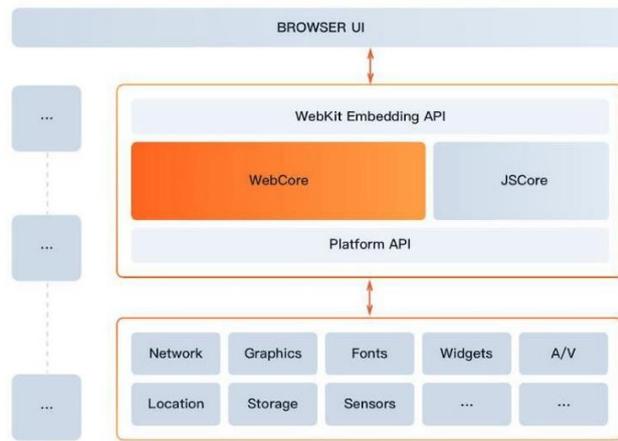


Figure 2 - Conventional browser

A schematic representation of the headless browser is shown in the figure 3.

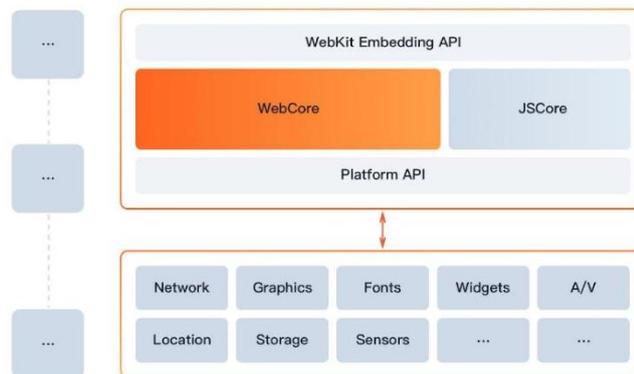


Figure 3 - Browser headless diagram

Thus it can be seen that the only difference is the lack of a user interface, but that all the functionality of a conventional browser is retained.

Puppeteer was chosen as the library implementing the headless browser technology. Here are its main features:

- automation of data collection from websites;
- create screenshots and PDFs;
- testing Chrome extensions;
- automation of web interface testing;
- diagnose performance problems using techniques such as website trace timeline capture.

Puppeteer is thus the ideal tool for the task of converting an html document to bitmap format.

1.3. Implementing the image rendering module

1.3.1. Forming a request on the client side

On the client side, an HTML document is generated from the editor state, consisting of a root SVG element and the necessary parts, design elements, fonts and filters nested within it. The generated string is put into a request by the client and sent to the server.

1.3.2. Messaging

RabbitMQ operates in RPC (Remote Procedure Call) mode when communicating with a client. A diagram of operation in this mode is shown in figure 4.

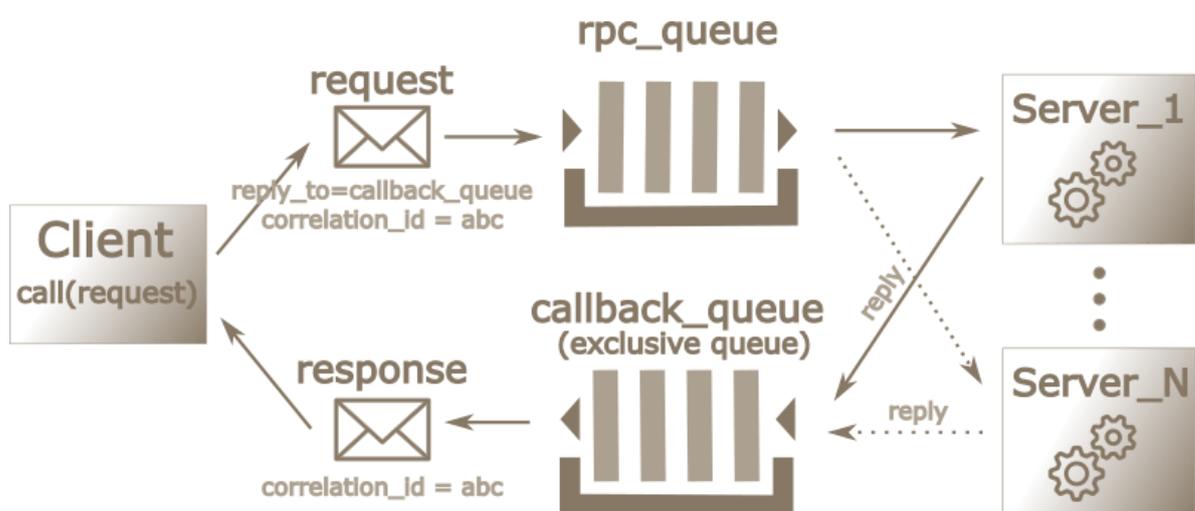


Figure 4 - Illustration of RabbitMQ in RPC mode

When the Client starts, it creates an anonymous unique result queue. To make an RPC request, the client sends a message with two properties: replyTo, where the result queue is specified as the value, and correlationId, set to a unique value for each request.

The request is sent to the rpcQueue queue. The Server waits for requests from this queue. When the request is received, the Server performs its task and sends the result message back to the Client using the queue from the replyTo property. The client waits for the result from the results queue. When the message is received, the

client checks the correlation_id property. If it matches the value from the query, the result is sent to the application.

The application class diagram for the message broker is shown in figure 5.

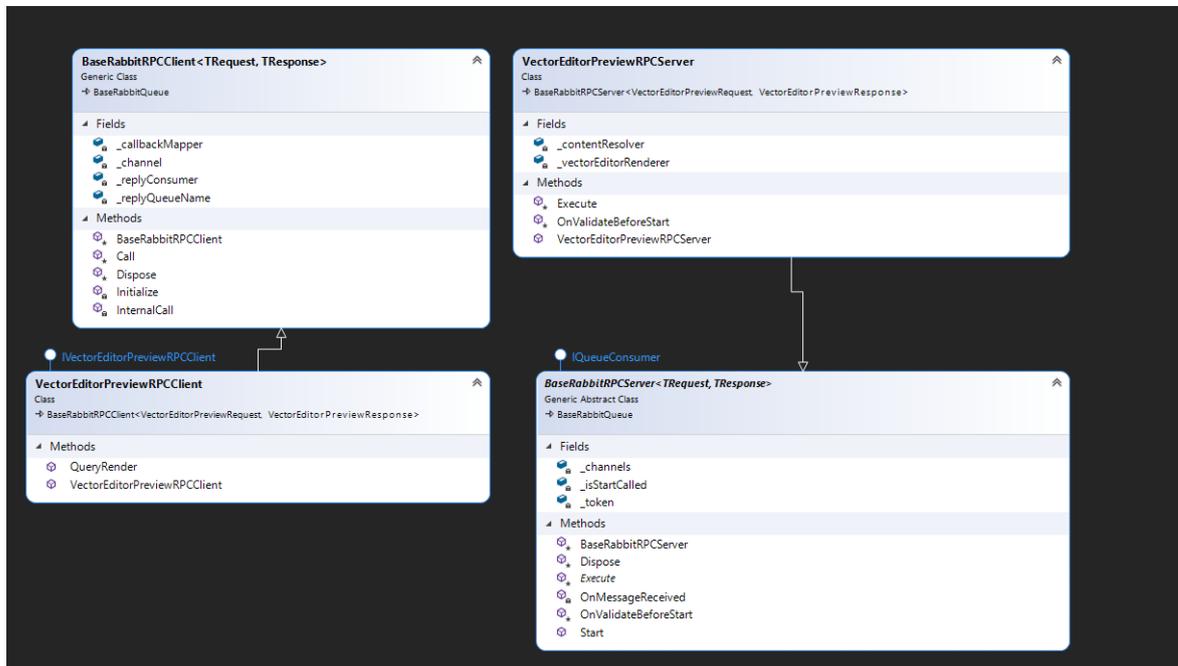


Figure 5 - Class diagram

The VectorEditorPreviewRPCClient class implements the RPC client and is part of the application server and exists in a single instance. The VectorEditorPreviewRPCServer class implements the RPC server and runs separately as part of the Photoprint.QueueConsumer application. An unlimited number of server instances can be run, allowing for scalable capacity.

1.3.3. Conversion into an image

When the server receives the message, it calls the rendering function. Before rendering, the required image format is determined, then the necessary directories are created and the hash string of the received editor state is generated. If no image has previously been generated for this state, then rendering is performed.

The Puppeteer library is used to launch a browser instance and then create a screenshot of the page it generates. The result of the rendering module's work in the form of the generated images can be seen in figure 6.

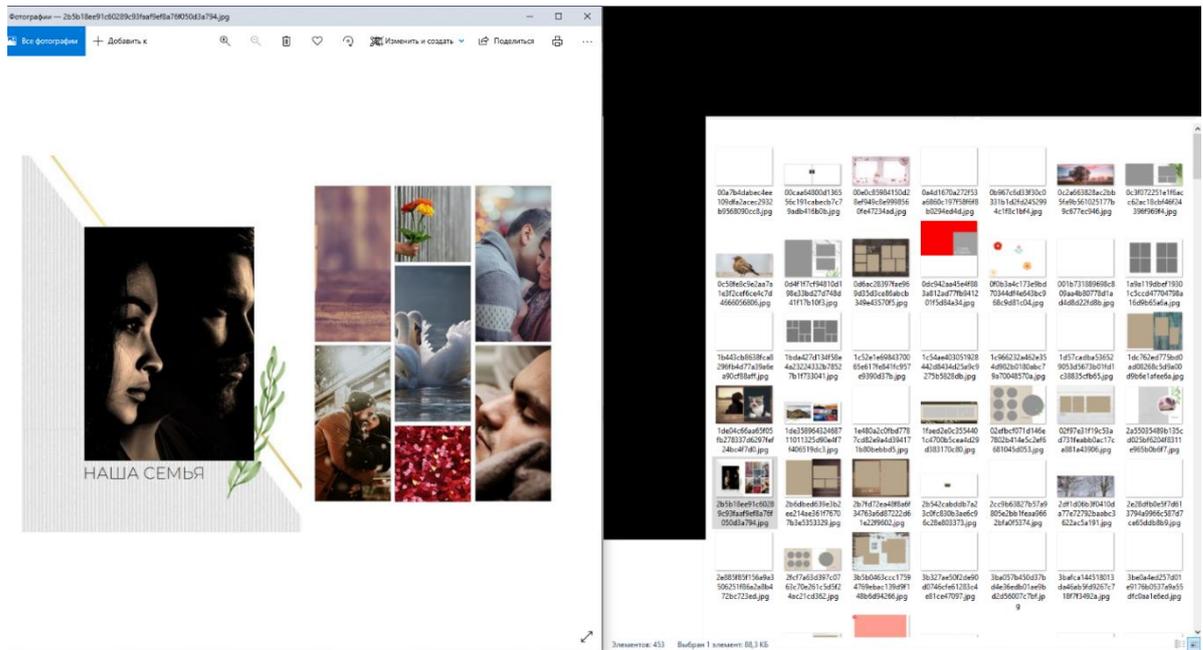


Figure 6 - Result of the rendering module