

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

Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 12.04.02 «Оптотехника»
 Отделение материаловедения

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка осветительной установки для объектов деревянного зодчества
УДК <u>628.974.8:694.1</u>

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ВМ71	Овсянникова Анна Валерьевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ	Толкачева К.П.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Креницына З.В.	К.Т.Н.		08.05.2019

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романова С.В.			24.05.2019

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ	Полисадова Е.Ф.	д.ф.-м.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Способность формулировать цели, задачи научного исследования или разработки в области светотехники и фотонных технологий и материалов, способность выделять и обосновывать критерии, на основании которых формируются модели принятия решений, составлять план работ, способность строить физические и математические модели объектов исследования и выбирать алгоритм решения задачи
P2	Способность разрабатывать программы экспериментальных исследований, применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы, защищать приоритет и новизну полученных результатов исследований в области обработки, изучения и анализа фотонных материалов, корпускулярно-фотонных технологий, оптоволоконной техники и технологии, в области оптических и световых измерений, люминесцентной и абсорбционной спектроскопии, лазерной техники, лазерных технологий и оборудования, взаимодействия излучения с веществом, производства и применения светодиодов
P3	Способность к профессиональной оценке проблем проектирования в области светотехники, оплотехники, фотонных технологий и материалов на основе подбора и изучения литературных и патентных источников. Способностью к разработке структурных и функциональных схем оптических, оптико-электронных, светотехнических приборов, лазерных систем и комплексов с определением их физических принципов работы, структуры и технических требований на отдельные блоки и элементы
P4	Способность к конструированию и проектированию отдельных узлов и блоков для осветительной, облучательной, оптико-электронной, лазерных техники, оптоволоконных, оптических, оптико-электронных, лазерных систем и комплексов различного назначения, осветительных и облучательных установок для жилых помещений, сельского хозяйства, промышленности
P5	Способность к разработке и внедрению технологических процессов и режимов сборки оптических и светотехнических изделий, к разработке методов контроля качества изготовления деталей и узлов, составлению программ испытаний современных светотехнических и оптических приборов и устройств, фотонных материалов.

P6	Способность эксплуатировать и обслуживать современные светотехнические и оптические приборы и устройства, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на производстве, выполнять требования по защите окружающей среды
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Способность проявлять творческий, нестандартный подход, требующий абстрактного мышления, при решении конкретных научных, технологических и проектно-конструкторских задач в области фотонных технологий и материалов и светотехники, нести ответственность за принятые решения
P8	Способность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
P9	Способность к инновационной инженерной деятельности, менеджменту в области организации освоения новых видов перспективной и конкурентоспособной оптической, оптико-электронной и световой, лазерной техники с учетом социально-экономических последствий технических решений
P10	Способностью к координации и организации работы научно-производственного коллектива, принятию исполнительских решений для комплексного решения исследовательских, проектных, производственно-технологических, инновационных задач в области светотехники и фотонных технологий и материалов
P11	Способность к оценке современного состояния развития науки и техники, владение иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности
P12	Способность к сбору сведений, анализу и систематизации знаний об исследуемом объекте

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

Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 12.04.02 «Оптотехника»
 Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
4BM71	Овсянникова Анна Валерьевна

Тема работы:

Разработка осветительной установки для объектов деревянного зодчества
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <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>Объект исследования – Деревянное зодчество г. Томска. Доступ к специализированной литературе по светодизайну.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <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>	<p>Глава 1 памятники архитектурного наследия города Томск; Глава 2 Светотехнический анализ исследуемых объектов; Глава 3 Моделирование осветительной установки.</p>

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Чертежи объектов, полученных с помощью 3D-сканера.
---	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Креницына З.В.
Социальная ответственность	Романова С.В.

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

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

Задание выдал руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ	Толкачева К.П.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ВМ71	Овсянникова А.В.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
4ВМ71	Овсянникова Анна Валерьевна

Школа	ИШНПТ	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	12.04.02 «Оптотехника»

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Проект выполнен на базе лабораторий ТПУ отделения материаловедения В реализации проекта задействованы 2 человека: руководитель проекта и инженер-светотехник</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность»</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления по страховым взносам –27,1 % от ФОТ Накладные расходы 85% Районный коэффициент 30%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Оценка коммерческого потенциала и перспективности проекта, определение методов капитализации НИ</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Планирование работ по проекту Формирование сметы расходов на реализацию проекта</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Определение ресурсной и финансовой эффективности проекта</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентоспособности проекта 2. Причинно-следственная диаграмма Исикавы 3. Оценка готовности проекта к коммерциализации 4. Иерархическая структура работ проекта 5. График проведения работы над проектом 6. Бюджет научного исследования 7. Оценка ресурсной и финансовой эффективности проекта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	16.03.2019
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Креницына Зоя Васильевна	К.Т.Н.		16.03.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ВМ71	Овсянникова Анна Валерьевна		16.03.2019

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
4ВМ71	Овсянникова Анна Валерьевна

Школа	ИШНПТ	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	12.04.02«Оптотехника»

Тема ВКР:

Разработка осветительной установки для объектов деревянного зодчества города Томск	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования: осветительная установка для объектов деревянного зодчества. Рабочее место: ауд. 248, к.16-в., ТПУ. Область применения: освещение
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018) 2. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. 3. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
2. Производственная безопасность 2.1. Анализ выявленных вредных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	1. Отклонение показателей микроклимата 2. Превышение уровня шума 3. Недостаточная освещенность 4. Электробезопасность
3. Экологическая безопасность:	Анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы) и литосферу (отходы).
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Пожарная безопасность

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романова С.В.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ВМ71	Овсянникова А.В.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 113 с., 42 рис., 30 табл., 27 источников, 1 прил.

Ключевые слова: Деревянное зодчество, осветительная установка, световой прибор, яркость, коэффициент различимости.

Объектом исследования является: Деревянное зодчество города Томск

Цель работы: Разработать осветительную установку для объектов деревянного зодчества.

В процессе исследования проводились: измерения яркости фасада зданий, рассчитывался коэффициент минимальной различимости между фасадом и декоративными элементами, моделирование осветительной установки в программном комплексе Dialux evo;

В результате исследования представлены значения яркости, рассчитан коэффициент минимальной различимости между фасадом здания и декоративными элементами, смоделированы осветительной установки в программном комплексе Dialux evo;

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: конструктивные характеристики световых приборов: световой поток, цветовая температура, мощность. Техничкоэксплуатационные: IP, УХЛ, степень защиты.

Степень внедрения: Разработаны четыре дизайн проекта освещения

Область применения: Архитектурное освещение

Экономическая эффективность: Данная работа поможет создать привлекательный световой образ в вечернее время объектам деревянного зодчества.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АО – Архитектурное освещение;

ДЗ – Деревянное зодчество;

ОУ – Осветительная установка;

СП – Световой прибор.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	12
Глава 1. Памятники архитектурного наследия города Томск	14
1.1 Особенности объектов «Еланской» охранной зоны	18
1.2 Особенности объектов охранной зоны «Воскресенская гора»	24
1.3 Особенности объект «Преображенской» охранной зоны.....	27
Глава 2. Светотехнический анализ исследуемых объектов.....	31
2.1 Методика измерения яркости фасада здания.....	32
2.2 Критерии различимости элементов фасада здания	33
2.3 Измерения яркости фасада. Определение коэффициента различимости.	34
2.4 Анализ осветительной установки Кузнецова 30.....	35
Глава 3. Моделирование осветительной установки	38
3.1 Разработка 3D- моделей	38
3.2 Моделирование осветительной установки.....	41
Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	53
4.1 Потенциальные потребители результатов исследования	53
4.1.1 Диаграмма Исикавы	55
4.1.2 Оценка готовности проекта к коммерциализации	55
4.1.3 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования	57
4.2. Инициация проекта.....	58
4.2.1 Цели и результат проекта.....	58
4.2.2 Организационная структура проекта.....	60
4.3. Планирование управления научно-техническим проектом	61
4.3.1 Иерархическая структура работ проекта.....	61

4.3.2 Контрольные события проекта.....	62
4.3.3 План проекта	62
4.3.4 Бюджет научного исследования	66
4.4. Оценка сравнительной эффективности исследования	71
Глава 5. Социальная ответственность.....	77
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	77
5.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства.....	77
5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя	77
5.2 Производственная безопасность	79
5.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	79
5.3. Экологическая безопасность.....	86
5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	89
Заключение	92
Список используемой литературы	94
Список публикаций.....	97
Приложение (А).....	98

Введение

Томск – красивый старинный город. Он известен благодаря деревянному зодчеству (ДЗ). Деревянная архитектура – отличительная черта Томска. На сегодняшний день город Томск является единственным городом в Сибири, где существует фоновая деревянная застройка, отражающая усадебное устройство улиц города. В городе сохранилось около семисот деревянных зданий, которые имеют историческую ценность, представляя собой уникальное культурное наследие.

Городская среда требует акцентирования внимания на памятниках архитектуры в вечернее время. Главным способом для этой цели выступает архитектурное освещение (АО).

Осветительная установка (ОУ) объектов ДЗ в первую очередь должна подчеркивать дневной образ памятника, его индивидуальность, выделять декоративные элементы и текстуру здания.

Актуальность: В целях сохранения ДЗ в Томске, которое представляет собой достояние для всей России, администрацией Томской области совместно с мэрией г. Томска была разработана программа “Сохранение деревянного зодчества г.Томска”. Программа подтверждена постановлением от 0 августа 2013 года № 972. Данная программа подразумевает под собой реставрацию деревянных объектов. Возрождение памятников деревянной архитектуры открывает возможности для расширения сферы туризма. Программа включает в себя только реставрацию объектов, и не как не затрагивает вопрос архитектурного освещения. Но для полного погружения жителей и гостей города необходимо создать оптимальные условия не только в дневное время, но и вечернее. Ввиду этого становится актуальным вопрос разработки осветительных установок для объектов ДЗ.

Цель работы: Разработать осветительную установку для объектов деревянного зодчества.

Задачи:

- Проанализировать архитектурные стили деревянного зодчества города Томск;
- Изучить нормативные документы по проектированию осветительных установок;
- Провести измерения яркости фасадов памятников деревянной архитектуры;
- Разработать осветительную установку для выбранных объектов.

Методология и методы исследования

В рамках выпускной квалификационной работы проведен анализ объектов ДЗ города Томск. Выбрано 4 объекта, для которых составлена историческая справка, выделены его декоративные элементы, которые требуют выделения светом. Ознакомились с методикой измерений яркости фасада зданий. Проведены измерения яркости фасада здания и его декоративных элементов. На основе полученных значений рассчитан коэффициент различимости объектов. С помощью программного обеспечения созданы 3D – модели объектов. В программе DUALux подобраны световые приборы и разработана ОУ для каждого объекта.

Глава 1. Памятники архитектурного наследия города Томск

Эстетическое воздействие архитектуры, ее эмоциональное влияние на человека огромно. Как и природа, архитектура окружает нас и сопровождает в течение всей нашей жизни; она является нашей материальной жизненной средой, и от степени ее художественного совершенства во многом зависит полнота нашего жизнеощущения, наше самочувствие, наше настроение.

В архитектуре города, который живет и развивается многие века, отражается вся его история, и сменяющиеся поколения жителей всегда ощущают историческое прошлое по сохранившимся архитектурным памятникам [1]. Томская деревянная архитектура представляет собой прекрасное наследие. Объекты ДЗ которые сохранились на сегодняшний день являются отличительной чертой Томска. Оригинальные, отличающиеся от других построек становятся уникальной частью современного города и придают его виду черты индивидуальности, своеобразия.

Изученная информация по архитектуре города Томск, позволила классифицировать объекты ДЗ по временному и территориальному признаку.

В городе сохранились целые массивы деревянных строений, начиная с конца XVII до конца XX вв., превратившие город в музей под открытым небом [2].

В таблице 1.1 представлены особенности архитектуры разных временных периодов.

Таблица 1.1 – Особенности архитектоники

Период	Особенности	Происхождение
XVII столетие	Строгость, простота, самобытность и ясность форм, безыскусственность, лаконизм.	Русское зодчество

<p>Вторая половина XVIII первая половина XIX</p>	<ul style="list-style-type: none"> - преобладают дома-усадыбы; -симметричность центрально-осевой композиции; -фасады отштукатуренные или обшитые досками и окрашенные; -у не обшитых домов главным украшение служат наличники окон, карниз, руст; -в жилых домах нечетное количество окон по 3-7 окон на главном фасаде; -надстройки над центральной частью основного объема зданий; 	<p>Барокко, классицизм</p>
<p>конец XIX и начало XX</p>	<ul style="list-style-type: none"> - большое количество декоративных элементов, мотивы которых заимствованы от местных и восточных народов; - куполообразные крыши со шпильями; - шатры - большие, квадратные, трапециевидные или прямоугольные, вытянутые в ширину окна; - отсутствие или использования минимального резного декора, в виде накладок простой резьбы; - дома растянуты по фронту улицы; - здания стройные, вытянутые вверх; - активные выпуски бревен. 	<p>Деревянное зодчество севера, русское барокко, классицизм.</p>

Как было сказано выше, деревянную архитектуру классифицируют не только по году постройки, но и по историческому расположению. Так в 2004 году по поручению Губернатора Томской области В. М. Кресса

муниципальным учреждением «Томск Исторический» была разработана программа «Сохранение деревянного зодчества г. Томск» [3]. В ходе данной программы были обследованы все деревянные строения на предмет историко-культурной и архитектурно-градостроительной ценности. Это позволило выделить зоны наибольшей концентрации деревянных строений для включения их в список сохранения. Исследованные объекты были разделены на 8 охранных зон: Еланская, Воскресная гора и Белоозерье, Дворянская, Заозерье, Иоано-Предтеченский монастырь, Преображенская, Татарская Слобода, Комплекс Психиатрической лечебницы. На рисунке 1.1 представлено схематичное расположение охранных зон.



Рисунок 1.1 – Схематическое расположение охранных зон города Томск

Каждая охранный зона включает в себя памятники разного уровня значения. В таблице 1.2 представлены данные о количестве памятников в каждой охранный зоне и информация о количестве освещенных объектов.

Таблица 1.2 - Количество объектов деревянного зодчества в г. Томске

Зона	Памятники Федерального значения	Памятники регионального значения	Ценные здания, рекомендуемые как историческая среда	Памятники буферной зоны	Количество объектов, имеющих освещение	Архитектурное освещение
« Еланская»	13	12	5	10	11	8
«Воскресенская гора»	21	84	83	-	15	-
«Татарская слобода»	18	47	43	11	30	2
«Преображенская»	28	23	15	21	25	4
«Дворянская»	18	31	21	-	12	4
«Заозёрье»	19	14	29	10	13	2
«ИП женского монастыря»	4	-	-	8	-	-
«Психиатрические клиники»	12	-	9	-	-	-
Итого:	133	180	196	60	106	20

По данным таблицы 1.2 видно, 3,5% зданий имеют архитектурную подсветку и 18% выделяются в вечернее время приборами утилитарного освещения.

1.1 Особенности объектов «Еланской» охранной зоны

Жилой дом, который расположен по адресу город Томск, улица Кузнецова, 30 является памятником регионального значения. Памятник относится к Еланской охранной зоне. Предположительная дата постройки относится к началу XX века, о чем свидетельствуют объёмная композиция архитектуры, резьба и наличники окон.

Архитектором объекта является В. Ф Оржешков, который по совместительству был преподавателем Томского Политехнического Университета.

В этом доме в разное время проживали такие выдающиеся люди как В.Н. Кессених – заслуженный деятель науки СССР, Э.В. Денисов выдающийся композитор второй половины 20 века. В честь памяти Э.В. Денисова первого октября 2009 года на фасаде здания установили мемориальную доску.

К концу 20 столетия дом был признан аварийным, и входил в первоочередный список по восстановлению памятников ДЗ города Томск. Как объект выглядел до реставрации можно увидеть на рисунке 1.2.

Решение о начале реставрационных работ было принято 28 июля 2005 года. Но в ночь на 29 июля 2005 года произошел поджог со стороны центрального входа. Последствия поджога представлены на рисунке 1.3.

Со слов главного архитектора города Томск, до поджога объект нуждался в небольших реставрационных работах, но пожар уничтожил 60% памятника. Губернатором Томской области, на тот период В. М. Кресс, было принято решение о полной реставрации архитектурного памятника.



Рисунок 1.2– Фотография объекта до начала реставрационных работ



Рисунок 1.3 – Фотография объекта после пожара

На рисунке 1.4 представлена фотография объекта после завершения реставрации. Реставрационные работы выполняла компания СМК «Лидер-Прогресс» [4].



Рисунок 1.4 – Фотография главного фасада здания

Архитектурный стиль памятника – модерн. Он представляет собой деревянный двухэтажный дом, который стоит на кирпичном цоколе. Планировка объекта строга и симметрична относительно центрального входа, и имеет прямоугольную форму. Ось симметрии подчеркивается большим вытянутым окном с мелкой расстекловкой. Оно отличается от расположения окон первого и второго этажа. Это нарушение линейного расположения окон является значимым моментом во всей композиции объекта.

Еще одним элементом, подчеркивающим симметричность, служит треугольный фронтон по центру фасада. С боковых частей расположены треугольные фронтоны, но уже меньшего размера. Такое расположение данных деталей акцентирует внимание на центральную ось здания (рис.1.5).

Своего рода особенностью здания можно считать широкое применение «стройного окна», мотив которого приобретает доминирующее

значение на фасадах. Декоративное убранство, выполненное в стиле модерн, равномерно расположено по всей поверхности фасада.



Рисунок 1.5 – Расположение декоративных элементов на центральной части фасада

Фасад здания не обшит тесом. Венцы бревен, которые сильно выступают на фасаде, придают внешнему виду объекта выразительность. Угловая часть дома обработана "в обло"[5].

Еще одной отличающейся чертой служит то, что здесь деревянное кружево, характерное томской архитектуре XX века, уступает место плоскостно-решенным декоративным элементом. В декоре преобладает графическое начало, что еще раз подчеркивает стиль архитектуры. Наибольший интерес вызывают наличники окон, которые имеют строгие симметричные формы. Широкий фриз, расположенный в верхней части фасада, также выделяет здание из архитектуры того периода. Помимо этого к элементам декора относятся резные украшения кронштейнов, свесов, коньков фронтонов.

Вторым памятником, относящимся к Еланской охранной зоне, является объект, расположенный по адресу проспект Кирова, 7. Здание построено по проекту архитектора А.Д. Крячкова в 1911 году. Сегодня в здании расположился музей деревянного зодчества города Томск.

Историческое наименование памятника: Дом архитектора А.Д. Крячкова.

В период с 2003 по 2008 памятник архитектуры находился на ремонтно-реставрационных работах. В ходе, которых были проведены работы по замене венцов срубов, а также межэтажного перекрытия и сгнивших оконных блоков. Кроме этого, реставраторы восстановили утраченный ранее балкон. Результат проведенных реставрационных работ представлен на рисунке 1.6.

Здание представляет собой двухэтажный деревянный дом, который имеет мезонин и высокий кирпичный цокольный этаж. Объект можно охарактеризовать как яркий памятник деревянной архитектуры, построенный в стиле модерн.



Рисунок 1.6 – Расположение архитектурных элементов на центральном фасаде

У дома отсутствует обшивка, стены рубленые из бревен: на главном фасаде – в «обло» с увеличивающимися выпусками бревен к нижним венцам, на дворовых фасадах – в «лапу». Дом имеет прямоугольную форму, где выступают эркер, балкон и ризалит. Габаритные размеры здания 19х16 метров [6].

В декоративном оформлении дома преобладает принцип асимметрии. Оконные проемы дома имеют разную ширину и форму. Рамы окон простые и имеют скругленные концы вертикальных досок, которые выходят за пределы рамы. Так же дом имеет тройные окна, наличники, которых обладают элементами декора в виде вертикальных накладных планок. Элементная база окон проста и лаконична (рис.1.7).

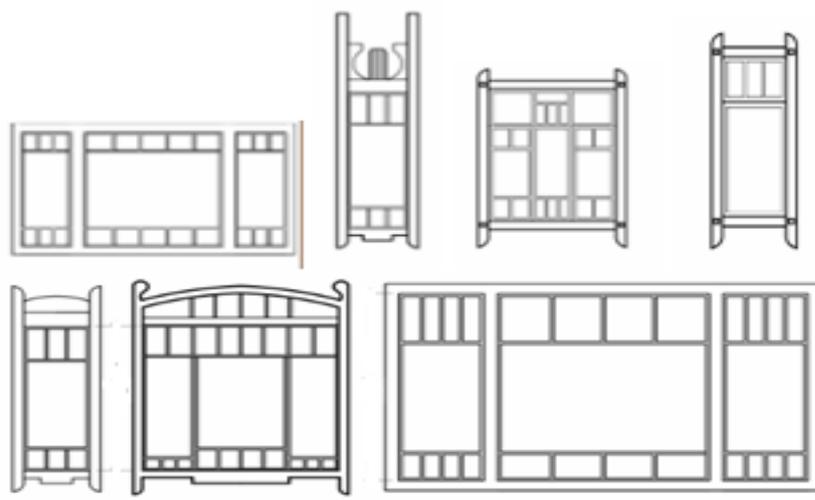


Рисунок 1.7 – Примеры наличников главного фасада [7]

Форма крыши – четырехскатная, высокая. Крышу усложняет выступающая, акцентная часть фасада, в которой располагаются помещения мансардного этажа.

Вертикальная обшивка выделяет окна с нижней и верхней стороны. Кроме этого вертикальная обшивка служит для акцентирования внимания на верхней части стен, фронтона и балкона, который расположен сбоку фасада здания. Вынос крыши и балкона поддерживается изогнутыми кронштейнами.

Центральный вход в здание расположен сбоку, что совсем не характерно для архитектуры данного временного периода. Декоративным элементом парадного входа является круглый наличник.

Ажурная решётка фронтона ризалита, выполненная из дерева, расположена на краю свеса крыши, визуально придавая ему легкости и выразительности.

1.2 Особенности объектов охранной зоны «Воскресенская гора»

Объект расположен по адресу улица Пушкина, 40 относится к охранной зоне «Воскресенская гора». Согласно Постановлению Администрации Томской области № 226а от 14.06.2012 здание является памятником Федерального значения [8]. Здание было построено в 1902 году, в нем располагался доходный дом.

Историческое наименование памятника: Жилой дом А.С. Григорьева.

По фотографии, изображённой на рисунке 1.6 видно, что до 2014 года здание находилось в критическом состоянии, и согласно постановлению Администрации города Томск от 26 декабря 2014 года, памятник подлежал реставрации [9].



Рисунок 1.8 – Состояние здания на 2014 год

В ходе реставрации были выполнены следующие работы:

- заменена обшивки фасада здания;
- восстановлена декоративная резьба;
- заменили наличники окон.

На рисунке 1.9 представлена фотография, соответствующая нынешнему состоянию здания. Мы видим, что здание построено в традиционном стиле города начала XX века. Дом деревянный, рублен «в лапу», имеет два этажа, которые стоят на кирпичном цокольном этаже. Фасад здания обшит тесом. Крыша крыта железом и имеет четырехскатную форму. Здание в плане представляет собой прямоугольник, широкая часть, которого выходит на улицу Пушкина. Здание представляет собой яркий пример традиционного, большого многоквартирного дома, который выделяется ярким убранством декоративных элементов на фасаде здания и относится к архитектурному стилю русское барокко.



Рисунок 1.9 - Жилой дом А.С. Григорьева.

Строгий фасад дома разбавляет вынесенный карниз, который соединяется с тремя треугольными фронтонами. Фронтоны завершаются

шпилями. Центральный фронто́н, который по размерам незначительно больше боковых, играет роль оси симметрии фасада здания [10].

Каждый фронто́н венчает своеобразную группу, состоящую из трех тесно расположенных окон. Такое расположение является особенностью декоративного оформления фасада (рис.1.10).

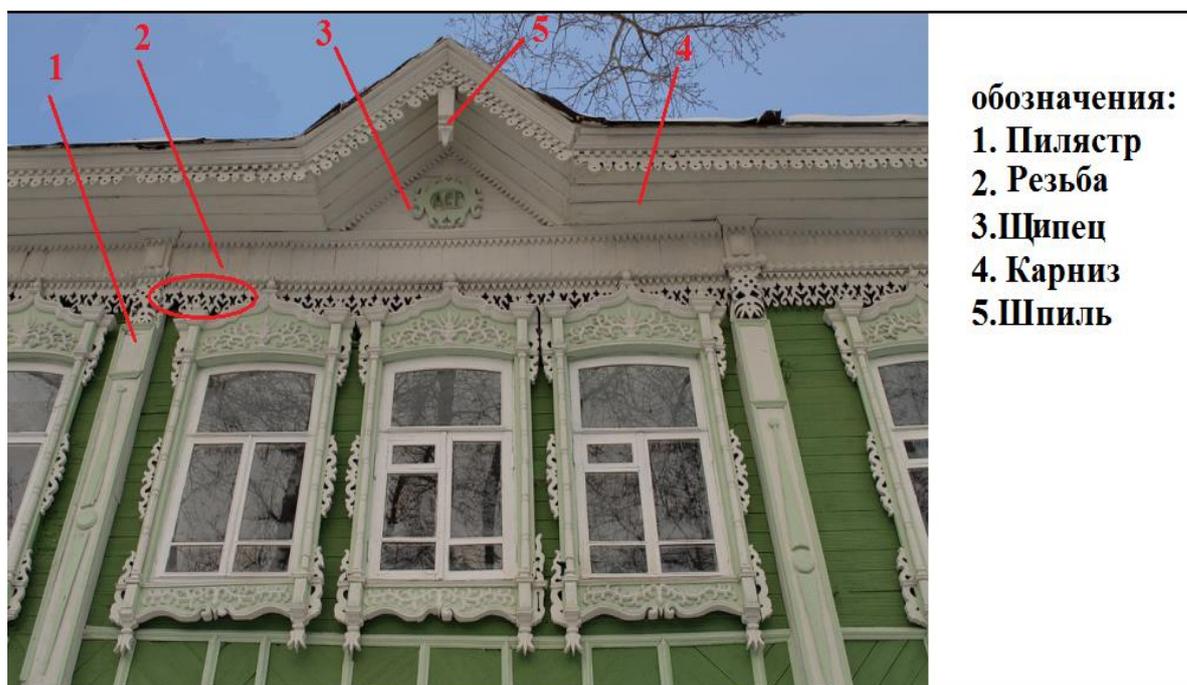


Рисунок 1.10 – Расположение архитектурных элементов на главном фасаде

Четыре узких интересно декорированных пилястра, расположенных на главном фасаде здания, делят его на три квадрата одинакового размера, что, безусловно, сочетается с треугольными фронтонами и составляет единую композицию.

В декоративных элементах карниза, обшивки стен, оформлении оконных наличников мы видим изысканные и плавно прорисованные линии узоров, которые получили название «Томское кружево»[11].

Стоит отметить, что на улице Пушкина расположились еще два объекта со схоже архитектурой. Это здания по адресу Пушкина 34, 38 (рис. 1.11). Их фасад так же обшит тесом, декоративные элементы аналогичны. Отличаются они в основном по цветовой гамме.

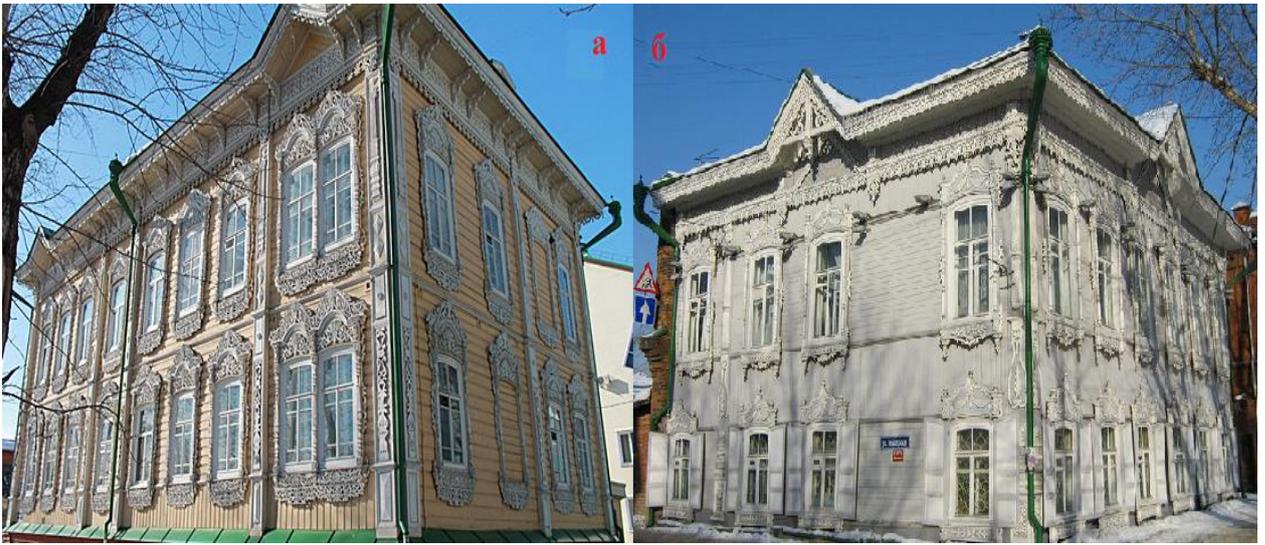


Рисунок 1.11 – Фотографии объектов расположенных на улице Пушкина
а. улица Пушкина дом 38, б. улица Пушкина дом 34

1.3 Особенности объект «Преображенской» охранной зоны

Преображенская охранная зона включает в себя уникальные памятники деревянной архитектуры, самыми яркими представителями которой считаются «Русско-немецкий дом», «Дом с драконами», «Дом с жар-птицами». Они умеют широкую базу декоративных элементов, тем самым привлекают внимание наблюдателя. Для исследования был выбран «Дом с жар-птицами».

Объект, расположенный по адресу город Томск, улица Красноармейская, 67/1 является архитектурным памятником Федерального значения. Памятник относится к Преображенской охранной зоне. Проект дома принадлежит Л. Д. Желябо, который на тот момент исполнял обязанности главного архитектора года Томск. Строительство закончилось в 1903 году.

Историческое наименование памятника: Дом с жар-птицами.

Здание входит в состав усадьбы купца Л. Д. Желябко, образуя с еще тремя зданиями архитектурный ансамбль. Среди томских жилых домов конца XIX - начала XX в. усадьба выделяется особым художественным мастерством в исполнении резного декора. Стиль архитектуры относится к русскому деревянному зодчеству.

Как и рассмотренные объекты в пунктах 1.1,1.2 до проведения реставрации памятник находился в плачевном состоянии. Кровля, со временем начала протекать, сгнил нижний венец, на стенах и потолке стали появляться большие трещины, сам фасад здания покосился. Все это угрожало сохранности памятника (рис.1.12).



Рисунок 1.12 – Фотография здания до реставрации

В 2009–2011 годах дом с жар-птицами, а также другие постройки, входившие в усадьбу Желябо, были полностью отреставрированы. На рисунке 1.13 мы можем увидеть состояние памятника на сегодняшний день.

Дом изначально имел прямоугольную, небольшую форму в плане, но постепенно фасад приобрёл на уровне второго этажа два эркера. Эркеры, расположенные с южной и западной сторон, с одной стороны опираются на фасад здания, а с другой на отдельно стоящие опоры из дерева. Стены эркеров представляют собой группу из трех высоких стройных окон. Благодаря рельефному обрамлению, окна выглядят легкими. Верхняя часть эркеров украшена с трех сторон острыми треугольными фронтонами, декорированными резными решетками со сложным растительным узором и завершающим звеном композиции – стилизованными жар-птицами(рис 1.14).

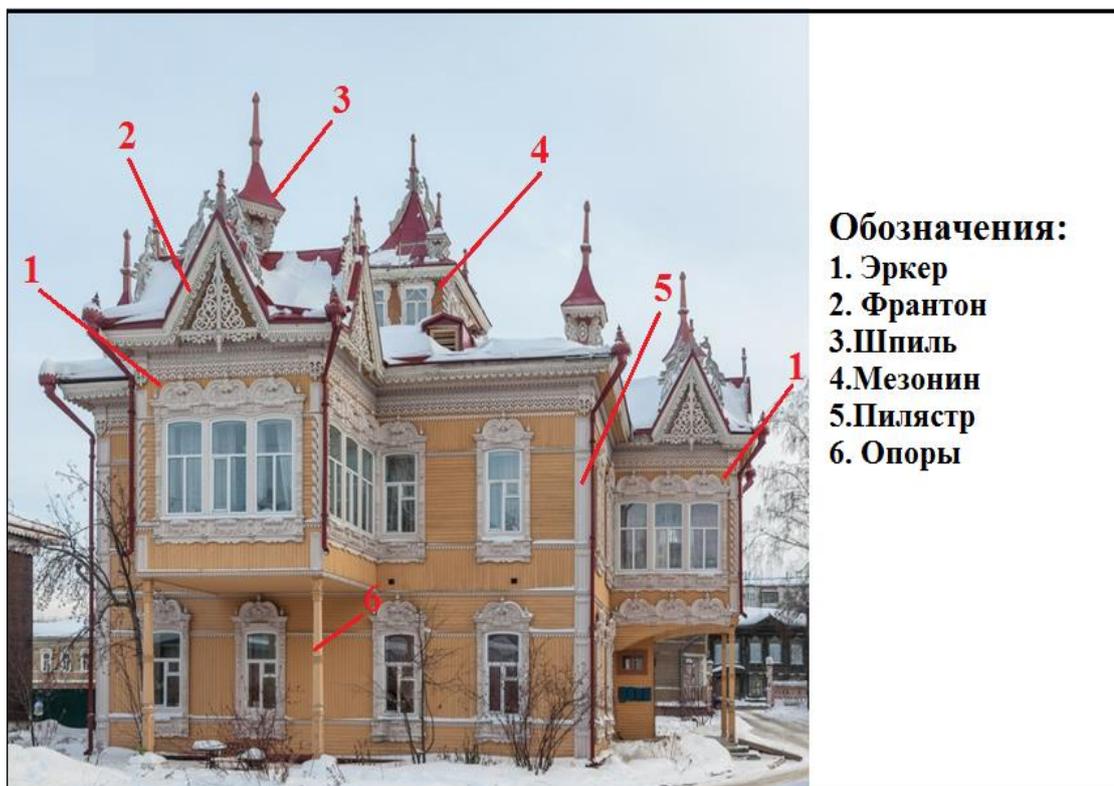


Рисунок 1.13 –Расположение декоративных элементов на фасаде объекта

Фасад здания обшит тесом, декоративными элементами являются пилястры, выполненные с плавной резьбой, и редко расположенные окна с необычными наличниками. В Томске подобный тип наличника (вертикальная балясинка со шпилем между барочными валютами и стилизованный свиток на верхней и нижней доске наличника) больше нигде не встречается. Надоконная доска имеет рельефное валютное очертание и украшена резьбой растительного орнамента. Боковые части наличников декорированы полуколонками с капителями[12].

Само здание является постаментом для прямоугольного мезонина, который располагается над центральной частью дома. Крыша мезонина выполнена в виде шатра со шпилем, с двух сторон от которого расположены жар-птицы, которые созвучны с жар-птицами, расположенными на передних фронтонах здания.

За счет шпильеобразного завершения мезонина, декоративных башенок, расположенных по углам крыши и различных фронтонов,

снабженных шпилями, создается выразительный "колючий" силуэт дома [13].

По концентрации декора здание занимает одно из первых мест в Томске и, возможно, одно из первых в России. Но ощущения перегруженности нет. Всё это изобилие логично организовано [14].

Выводы по первой главе:

1. Объединение объектов в 8 охранных зон связано с историческим расположением объектов. В границах одной охранной зоны могут находиться объекты, которые существенно отличаются по архитектуре. Наиболее часто среде декоративных элементов встречаются наличники окон, фронтоны, фризy, кронштейны, шпили, пилястры, накладки с декоративной резьбой

2. Основными архитектурными стилями памятников архитектуры деревянного зодчества являются: русское зодчество, барокко, сибирское барокко, классицизм, модерн.

3. На сегодняшний день в городе насчитывается 701 памятник деревянной архитектуры. Из них 133 памятника Федерального значения, 180 регионального значения. По данным таблицы 1.2 видно, что 18% из них выделяются в вечернее время приборами утилитарного освещения и всего 3,5% имеют АО.

Глава 2. Светотехнический анализ исследуемых объектов

Архитектурное освещение (АО) на сегодняшний день стало важным элементом в вечернем облике города. Правильно спроектированная система общего и акцентного освещения позволяет подчеркнуть важные элементы застройки города. Главная задача архитектурного освещения – подчеркнуть замысел архитектора, акцентируя внимания на достоинствах здания.

Для архитектурного освещения памятников архитектуры немаловажной задачей является акцентирование внимания на исторической ценности объекта. ОУ зданий, имеющих историческую ценность, должна делать их облик максимально схожим с дневным видом.

Согласно пункту 7.5.6 «Наружное архитектурное освещение зданий и сооружений», СП 52.13330.2016 "Естественное и искусственное освещение", для архитектурного освещения нормируется средняя яркость фасадов зданий, а также средняя яркость элементов фасада, выделяемых акцентирующим светом[15].

В таблице 2.1 представлены нормы наружного архитектурного освещения для категорий соответствующих статусу исследуемых объектов.

Таблица 2.1 - Нормы архитектурного освещения городских объектов

Освещаемый объект	Заливающее освещение, средняя яркость фасада L_f , кд/м ²	Заливающее и акцентирующее освещение, средняя яркость акцентируемого светом элемента $L_э$, кд/м ²	Локальное освещение, средняя яркость $L_э$, кд/м ² .
Памятники архитектуры национального значения	10	30	10
Памятники архитектуры, истории и культуры	8	25	8

2.1 Методика измерения яркости фасада здания

Для проведения измерений яркости в рамках научно-исследовательской работы выбран прямой метод измерений. Данный метод заключается в использовании яркомеров, которые производят измерения в единицах яркости. Значения яркомеров усредняются в пределах угла зрения, определяемого фокусным расстоянием объектива и размером используемой на фотоприемнике диафрагмы. Угол зрения яркомера в радианах или градусах указывается в паспорте средства измерения.

К яркомеру предъявляются требования к спектральной коррекции чувствительности в соответствии с относительной спектральной световой эффективностью монохроматического излучения для дневного зрения, которая обеспечивается за счет использования корректирующих фильтров [16]. Яркость поверхности, определяется усреднением яркости отдельных элементов поверхности по формуле:

$$L = \left(\sum_{i=1}^n L_i \right) / n \quad (2.1)$$

где, L – средняя яркость поверхности, кд/м^2 ;

L_i – яркость i -й элементарной площадки поверхности, кд/м^2 ;

i - порядковый номер элементарной площадки;

n - число элементарных площадок рабочей поверхности.

Порядок выполнения измерений:

1. Определяют зоны возможного нахождения наблюдателя;
2. На линии исходящей из центра зоны наблюдения в направлении объекта устанавливают яркомер;
3. Расстояние от измеряемого участка поверхности объекта до яркомера должно быть не меньше десятикратного минимального размера измеряемого участка;

4. Яркомер необходимо установить на высоте 1,5 м² от поверхности дорожного покрытия.

Для произведения измерений использовался прибор Konica Minolta модель LS-100. Выпор измерительного прибора основан на приложении А, ГОСТ 26824-2010[14].

Яркомер LS-100 — это компактный лёгкий прибор, который позволяет измерять яркость отражающих поверхностей. Прибор проводит измерения в единицах яркости кд/м². В данном приборе применяется оптическая система типа SRL, которая гарантирует точное наведение на объект и гарантирует, что изображение в видоискателе полностью соответствует области измерения. Оптическая система прибора снижает блики, таким образом, источники света вне определенной области измерения не оказывают влияние на результаты измерения [17].

2.2 Критерии различимости элементов фасада здания

Кроме нормируемой яркости фасада, для АО объектов деревянного зодчества, стоит предусмотреть необходимость в высокой степени различимости небольших резных деталей.

Принято считать, что различимость любых объектов зависит от шести фактов: его яркости, углового размера, контраста (яркостного или цветового) между объектом и фоном, спектра освещения, прозрачности воздуха и продолжительности наблюдения. Совокупность всех факторов создает световую среду, оптимальное воздействие которой может быть достигнуто при определенных количественных соотношениях этих шести параметров. Для наилучшей различимости резных деревянных деталей важнейшими условиями являются оптимальные уровни яркости и освещенности фасадов здания. Присутствие цветового контраста создает условия для высокой степени различимости между рассматриваемой резной деталью и фоном здания. Минимально воспринимаемая глазом разница между яркостью

объекта и фона называется критической пороговой яркостью, отношение ее к яркости фона называется наименьшим контрастом или разностным порогом, который вычисляется следующим образом

$$K_{\min} = \frac{(L_{\partial} - L_{\phi})}{L_{\phi}}, \quad (2.1)$$

где K_{\min} — Коэффициент различимости между яркостями фона и детали;

L_{∂} — яркость детали;

L_{ϕ} — яркость фона;

$(L_{\partial} - L_{\phi})$ - критической пороговой яркостью.

Контраст объекта различения с фоном считается:

- большим - при K более 0,5 (объект и фон резко отличаются);
- средним - при K от 0,2 до 0,5 (объект и фон заметно отличаются);
- малым - при K менее 0,2 (объект и фон мало отличаются) [18].

2.3 Измерения яркости фасада. Определение коэффициента различимости.

В ходе выполнения работы были проведены измерения яркости фасада и декоративных элементов 4 объектов. С целью снижения погрешности измерения проводились в 7 точках каждого элемента, после чего находилось среднее значение.

Таблица 2.2 – Результаты измерений яркости исследуемых объект

№ объекта	Время измерений	Элемент	1	2	3	4	5	6	7	Ср. з	K_{min}
Кузнецова 30	(12:00-15:00)	фасад	67,5	68,66	69,85	63,42	67,8	68,25	61,25	66,67	3,9
		декоративный элемент	333,6	320	330	350,6	328,4	333,6	331,08	332,47	
	(22:00 - 00:00)	фасад	0,374	0,366	0,411	0,389	0,368	0,386	0,397	0,384	0,135
		декоративный элемент	0,422	0,462	0,451	0,413	0,461	0,412	0,434	0,436	
Кирова 7	(12:00-15:00)	фасад	173,8	175,9	174,5	173,6	174,1	174,6	174,5	174,43	3,2
		декоративный элемент	744,85	745,65	744,86	744,82	746,21	743,21	744,96	744,92	
	(22:00 - 00:00)	фасад	0,289	0,281	0,286	0,281	0,285	0,279	0,288	0,284	0,143
		декоративный элемент	0,322	0,326	0,336	0,319	0,322	0,325	0,324	0,325	
Пушкина 40	(12:00-15:00)	фасад	102,2	81,52	105	99,6	107	108,5	108,5	108,5	0,337
		декоративный элемент	136,5	134	137,3	136,2	135,1	137	136,5	136,5	
	(22:00 - 00:00)	фасад	0,42	0,436	0,399	0,391	0,391	0,436	0,465	0,42	0,155
		декоративный элемент	0,484	0,483	0,486	0,485	0,486	0,484	0,486	0,485	
Красноармейская 67/1	(12:00-15:00)	фасад	655,53	655,12	655,65	655,71	655,62	655,63	655,64	655,56	0,5
		декоративный элемент	976,65	976,89	976,36	976,64	976,75	976,63	976,62	976,65	
	(22:00 - 00:00)	фасад	0,085	0,086	0,084	0,085	0,087	0,083	0,085	0,085	0,11
		декоративный элемент	0,096	0,094	0,095	0,095	0,093	0,092	0,096	0,094	

На основе полученных результатов по формуле 2.1 вычислили разностный порог контрастности между яркостями фона и деталей каждого объекта. Измерения проводились в дневное время (12:00 – 15:00) и вечернее время (22:00 – 00:00). Результаты исследования представлены в таблице 2.2.

Измерения яркости фасада и декоративных элементов в дневное время показали, что с расстояния 20-30 метров (ширина улицы) для зрителя всегда может рассмотреть резной декор объектов (коэффициент различимости больше 0,2).

Показатели в вечернее время значительно хуже. Коэффициент различимости меньше 0,2, что свидетельствует о том, что декоративные элементы мало отличаются по яркости от фасада здания. Ввиду этого внешний облик памятников ДЗ теряется в ночное время, и теряет интерес среди жителей и гостей города.

2.4 Анализ осветительной установки Кузнецова 30

В рамках научно-исследовательской работы выбран один объект, который на сегодняшний день имеет осветительную установку. Объект расположен по адресу город Томск, улица Кузнецова 30. Здание имеет локальную подсветку, в качестве источника освещения используются 19 СП (МГЛ) мощностью 150Вт.

Согласно расчетам, приведенным в статье «Современная техника и технология в архитектурном освещении объектов деревянного зодчества» Покушалова Г.А., Овчаров А.Т., верхний предел яркости в пятне освещенного фасада составляет 708 кд/м^2 , но это значение не является рекомендуемым, оно только лишь указывает максимальное значение яркости, при которой не возникает вуалирующей пелены [19].

Яркость светового пятна на здании от СП мощностью 150 Вт составляет около $214,29 \text{ Ккд/м}^2$, что серьезно превышает верхний предел яркости в пятне. Такое высокое значение яркость, бесспорно, оказывает

ослепляющее действие. Почти весь световой поток от СП, сосредоточенный в пятне светового факела, образует высокий уровень яркости, в это время расположенные вблизи детали, обладающие меньшей яркостью, воспринимаются как черные. Преосвященные и неосвященные части плохо различаются. По рисунку 2.1 видно, что сильный контраст яркости в освещении близко расположенных деталей различимость резьбы хуже, разрывает целостность восприятия декоративных элементов фасада, нарушает его архитектуру.



Рисунок 2.1 – Фотография здание Кузнецова 30 в ночное время.

Успешной альтернативой традиционных ламп МГЛ сегодня служат светодиодные световые приборы. Их использование позволяет снизить энергопотребление на 70% по сравнению с газоразрядными источниками света. Помимо этого к преимуществам светодиодных световых приборов относятся: высокий индекс цветопередачи, управление цветом и динамикой света.

Стоит отметить, что для памятников деревянной архитектуры с ее обилием декоративных элементов светодиодные световые приборы стали не

заменяемыми, так как светодиоды позволяют создать световой прибор (СП) под конкретную техническую задачу: изготовить модуль необходимой формы и размера, регулировать количество светодиодов их размещение и конфигурацию. Что позволяет разработать осветительную установку, которая не перегружает фасад здания.

Вывод по второй главе:

1. Важным критерием для архитектурного освещения объектов ДЗ является коэффициент различимости между яркостью фасада и декоративных элементов. Для хорошей различимости он должен быть больше 0,2.

2. Измерения яркости фасада и декоративных элементов в дневное время показали, что зритель всегда может рассмотреть резной декор объектов. Так коэффициент различимости у объектов расположенных по адресу Кузнецова 30, Кирова 7 и Красноармейская 67/1 больше 0,5. Это говорит о том что фон и декоративные элементы резко отличаются по яркости. Коэффициент различимости деталей здания по адресу Пушкина 40 меньше 0,5, но больше 0,2: детали хорошо различимы.

3. Коэффициент различимости в вечернее время у всех объектов меньше 0,2, это говорит о том, что детали практически неразличимы. Ввиду этого внешний облик памятников деревянной архитектуры теряется в ночное время, что уменьшает к ним интерес среди жителей и гостей город.

4. Мощные прожектора разрушают целостность деревянных зданий. Примером служит объект, расположенный на Кузнецова 30. Это связано с тем, что прожектор мощностью 150 Вт, образует на фасаде световое пятно с яркостью $214,29 \text{ Ккд/м}^2$, что значительно превышает предел яркости фасада (708 кд/м^2). Альтернативой служат маломощные светодиодные источники света. Которые позволяют создавать световые решения под различные технические задачи.

Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Выпускная квалификационная работа посвящена разработке осветительной установки для объектов деревянного зодчества города Томск.

В качестве объекта исследования выбраны четыре здания:

1. Город Томск, ул. Кирова 30;
2. Город Томск, ул. Красноармейская 67/1;
3. Город Томск, ул. Пушкина 40;
4. Город Томск, ул. Кузнецова 30.

Проект освещения реализован с помощью светодиодных световых приборов, которые в полной мере отвечают требованиям ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Данный раздел ВКР содержит оценку коммерческого потенциала разработанного проекта, анализ потенциальных потребителей исследования. Рассмотрены перспективы и альтернативы проекта, отвечающего современным требованиям ресурсоэффективности и ресурсосбережения, планирования работ, определения ресурсной (ресурсосберегающей) и финансовой эффективности проекта.

Достижение цели обеспечивается решением ряда следующих задач:

- оценка коммерческого потенциала проекта;
- составление календарного плана работ;
- оценка стоимости материально-технических, человеческих и финансовых ресурсов для исполнения проекта;
- оценка ресурсной и экономической эффективности.

4.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Разработка осветительной установки для объектов деревянного зодчества предполагает использование светодиодного оборудования, широко применяющегося во всех отраслях освещения. Потенциальным

потребителем данного проекта может являться департамент архитектуры и градостроительства администрации города Томска.

Проект может быть реализован потенциальным заказчиком от отделения материаловедения ИШНПТ НИ ТПУ по хозяйственным договорам.

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование по критерию оказываемых услуг. В отрасли освещения выделяют следующие основные виды оказываемых услуг: разработка световых приборов, продажа электрооборудования, проектирование освещения.

В таблице 4.1 приведена карта сегментирования предприятий по приоритету оказываемых услуг в Томске, обосновывающая продвижение проектных услуг по освещению, оказываемых разработчиком.

Для сегментации рынка услуг были выделены основные предприятия, занимающиеся проектированием освещения, разработкой световых приборов, электромонтажными работами и продажей электрооборудования. Рассмотрены следующие компании: ООО ТМК «РосЭнерго», «АВАНГАРД ФМ», ООО "Торговый Дом "Свет".

Таблица 4.1 – Карта сегментирования

Наименование предприятий	Проектирование освещения	Разработка световых приборов	Монтажные работы	Продажа электрооборудования
«Сибавтоматика»				
«Diora»				
«Магия света»				

Опираясь на составленную карту сегментирования можно сделать вывод, что из трех рассмотренных компаний в городе Томске, только одна занимается проектированием освещения. Ввиду этого, услуги проектирования освещения, предлагаемые в рамках выпускной квалификационной работы, будут пользоваться спросом со стороны потенциальных потребителей и должны развиваться в этом направлении.

4.1.1 Диаграмма Исикавы

Диаграмма причины-следствия Исикавы (Cause-and-Effect-Diagram) - инструмент, обеспечивающий системный подход к определению фактических причин возникновения проблем. Диаграмма позволяет в простой и доступной форме систематизировать все потенциальные причины рассматриваемых проблем, выделить самые существенные и провести поуровневый поиск первопричины(рис. 4.1).

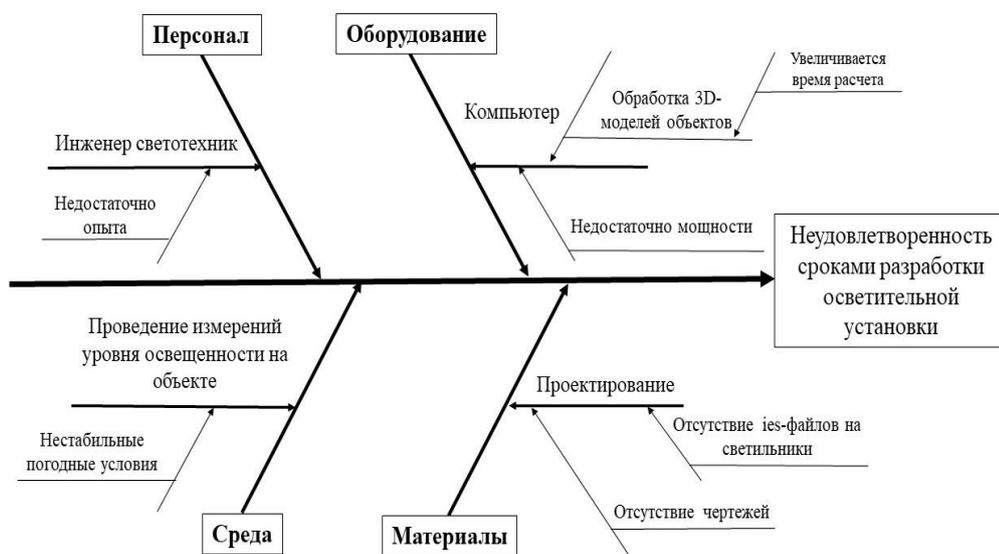


Рисунок 4.1 – Причинно-следственная диаграмма Исикавы

4.1.2 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Для оценки степени готовности научной разработки к коммерциализации и выяснения уровня собственных знаний для её проведения, заполняется специальная форма (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	5	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического Задела	4	4
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	5
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	5	5
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	5
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	3	4
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	5	5
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	2	3
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	2	2
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	3
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	3
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	3	2
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	3	2
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	3	2
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	4	2
	ИТОГО БАЛЛОВ	54	52

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i \quad (4.1)$$

где $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. Так, если значение $B_{\text{сум}}$ получилось от 75 до 60, то такая разработка считается перспективной, а знания разработчика достаточными для успешной ее коммерциализации. Если от 59 до 45 – то перспективность выше среднего. Если от 44 до 30 – то перспективность средняя. Если от 29 до 15 – то перспективность ниже среднего. Если 14 и ниже – то перспективность крайне низкая.

Анализ таблицы 4.2, показал, что перспективность готовности разрабатываемого проекта к коммерциализации, а так же уровень собственных знаний выше среднего. С целью повышения готовности разработки к коммерциализации необходимо проработать бизнес-план коммерциализации, разработать стратегию реализации и выход на международный рынок, выработать концепции финансирования коммерциализации научной разработки. Исходя из выше сказанного, проект требует расширения штата квалифицированных сотрудников.

4.1.3 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

Время продвижения товара на рынок во многом зависит от правильности выбора метода коммерциализации. Задача данного раздела магистерской диссертации – это выбор метода коммерциализации объекта исследования и обоснование его целесообразности. В таблице 4.3 приведены основные методы коммерциализации проекта и даны обоснования для наиболее подходящего в рамках данной магистерской работы.

Таблица 4.3 – Методы коммерциализации научных разработок

Методы	Обоснования применения
Торговля патентными лицензиями	не обосновано
Передача ноу-хау	не обосновано
Инжиниринг	Предоставление на основе договора инжиниринга одной стороной, именуемой консультантом, другой стороне, именуемой заказчиком, комплекса или отдельных видов инженерно-технических услуг, связанных с проектированием осветительной установки для объектов ДЗ, Кроме того, на основе договора инжиниринга, могут быть переданы сведения о возможности усовершенствования существующей осветительной установки на объекте расположенном по адресу г. Томск, ул Кузнецова 30.
Франчайзинг	не обосновано
Организация собственного предприятия	Организация собственного предприятия позволит разработчику реализовать проект самостоятельно.
Передача интеллектуальной собственности	не обосновано
Организация совместного предприятия	Позволяет инвестировать совместный капитал, в реализацию проекта.
Организация совместных предприятий	не обосновано

4.2. Инициация проекта

4.2.1 Цели и результат проекта

Заинтересованные стороны проекта – это лица (организации), которые принимают активное участие в проекте. Которые имеют интерес в успешном или неуспешном выполнении проекта, а также люди, которые в последующем могут воспользоваться результатами (созданным в ходе проекта продуктом). Заинтересованные стороны проекта и их ожидания представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Администрация города Томска	Разработка архитектурного освещения для объектов ДЗ с использованием светодиодного оборудования, с целью привлечения внимания жителей и гостей города к памятникам архитектуры города Томск.
Департамент архитектуры и градостроительства администрации города Томска.	
Рабочая группа (руководитель проекта, исполнитель)	Реализация разработанной осветительной установки для объектов ДЗ в городе Томск.

Исходя из ожиданий заинтересованных сторон, сформулирована цель и требования к результату проекта (таблица 4.5).

Таблица 4.5 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Анализ существующей архитектурной осветительной установки объектов деревянного зодчества города Томск. Проектирование осветительной установки для объектов ДЗ с использованием светодиодных световых приборов.	Цели проекта:
Ожидаемые результаты проекта:	Создание осветительной установки для объектов ДЗ в городе Томск.	Ожидаемые результаты проекта:
Критерии приемки результата проекта:	Соответствие разработанной осветительной установки действующей нормативной документации.	Критерии приемки результата проекта:

Требования к результату проекта:	Произвести замену световых приборов объекта расположенного по адресу г. Томск, ул. Кузнецова 30 с газоразрядных источников на светодиодные источники света.
	Обеспечить яркость фасада зданий согласно СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
	ОУ не должна загромождать фасад здания согласно закону "Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации" от 25.06.2002 N 73-ФЗ
	ОУ должна подчеркивать декоративные элементы фасада здания.

4.2.2 Организационная структура проекта

Рабочая группа проекта, роль и функции каждого ее участника представлены в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудовые затраты, час.
1	Толкачева К.П., доцент отделения материаловедения, к.т.н., ИШНПТ НИ ТПУ	Научный руководитель	Координация деятельности исполнителя; проверка и анализ результатов проекта	170
2	Овсянникова А.В., магистрант отделения материаловедения ИШНПТ НИ ТПУ	Исполнитель	Выполнения расчётов по проекту; создание 3d-моделей; проведение измерений яркости фасада; анализ и оформление полученных результатов	680

3	Креницына Зоя Васильевна Доцент ОСГН, к.т.н., ШБИП, ТПУ	Консультант ВКР по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Консультации по разделу	2
4	Романова Светлана Владимировна, Старший преподаватель, Отделение общетехнических дисциплин, ТПУ	Консультант ВКР по разделу «Социальная ответственность»	Консультации по разделу	2
5	Рыбушкина Светлана Владимировна, Старший преподаватель, Отделение иностранных языков	Консультант ВКР по разделу «Иностранный язык»	Консультации по разделу	2

4.3. Планирование управления научно-техническим проектом

4.3.1 Иерархическая структура работ проекта

В процессе создания иерархической структуры работ (ИСР) структурируется и определяется содержание всего проекта. На рисунке 4.2 представлена иерархическая структура работ по проекту.



Рисунок 4.2 – Иерархическая структура работ по проекту

4.3.2 Контрольные события проекта

Выполнение и планирование работ по теме выпускной квалификационной работы было разделено на основные этапы, контрольные события которых представлены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Контрольные события проекта

№ п/п	Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
1	Защита научно-исследовательской (проектной) работы в осеннем семестре 2017-2018 учебного года	22.12.2017	Отметка в зачетной книжке магистранта
2	Защита научно-исследовательской (проектной) работы в весеннем семестре 2017-2018 учебного года	8.06.2018	Отметка в зачетной книжке магистранта
3	Защита научно-исследовательской (проектной) работы в осеннем семестре 2018-2019 учебного года	26.12.2018	Отметка в зачетной книжке магистранта

4.3.3 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевой графики проекта. Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ (таблица 4.8).

Таблица 4.8 – Календарный график работы над проектом

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ										
				март		апрель			май			июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление задания	Руководитель	5	□										
2	Изучение материалов по теме, литературный обзор	Инженер-светотехник	10		■									
3	Проектирование 3D – моделей зданий и территории	Инженер-светотехник	35			■	■	■	■					
4	Расчёт параметров освещённости.	Инженер-светотехник	15						■	■				
5	Обобщение и оценка результатов	Руководитель	5							□				
		Инженер-светотехник									■			
6	Составление отчета	Инженер-светотехник	10								■	■		
7	Утверждение проекта	Руководитель	10									□	□	
		Инженер-светотехник											■	■
				■ - Инженер-светотехник □ - Руководитель										

4.3.4 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета проекта должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета используется следующая группировка затрат по статьям:

- Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты;
- Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- Основная и дополнительная заработная плата;
- Отчисления на социальные нужды;
- Накладные расходы.

– Расчет материальных затрат на проект

Расчет стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам или договорным ценам. В стоимость материальных затрат включают транспортно-заготовительные расходы (3 – 5 % от цены). В эту же статью включаются затраты на оформление документации (канцелярские принадлежности, тиражирование материалов). Результаты по данной статье приведены в таблицы 4.9.

Таблица 4.9 – Сырье, материалы, комплектующие изделия

Наименование	Марка, размер	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Бумага	«СНЕГУРОЧКА», А4	1 упаковка	216	216
Картридж лазерный	HP LJ 1010	1	877	877
Всего за материалы				1093
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)				437,2
Итого по статье C_M				1530,2

– Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

Стоимость оборудования, используемого при выполнении данного проекта и имеющегося в данной научно-технической организации, учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений.

Затраты на амортизацию оборудования рассчитываются по формуле:

$$Z_{об} = (Ц \cdot F_{ф}) / (F_{н} \cdot F_{сс}) \quad (4.2)$$

где Ц – цена оборудования, руб.;

$F_{н}$ – номинальный фонд времени (рабочее время в году), ч;

$F_{сс}$ – срок службы оборудования, год; $F_{ф}$ – фактическое время занятости оборудования в проекте, ч.;

$$F_{н} = 365 - 48 - 14 - 28 = 275 \text{ дней} = 2200 \text{ ч.}$$

Вычисленная амортизация оборудования представлена в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№	Наименование оборудования	Ц, руб.	$F_{сс}$, год	$F_{ф}$, ч.	$Z_{об}$, руб.
1	Компьютер	32000	7	680	1412,987
2	Яркомер «Is-100»	129960	15	10	39,38
Итого:					1452,367

–Основная заработная плата

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (4.3)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}} \quad (4.4)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} \quad (4.5)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 28 раб. дня $M = 11,1$ месяца, 6-дневная неделя;

при отпуске в 56 раб. дней $M = 10,2$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, рабочего дня (табл. 4.11).

Таблица 4.11 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	44	48
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	56	28
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	275

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \cdot (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} \quad (4.6)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

$Z_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

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

k_d – коэффициент доплат и надбавок 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда);

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

Таблица 4.12 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Z_b , руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	33664	0,3	0,3	1,3	26258	1067	16	17073
Инженер	26300	0,3	0,3	1,3	20514	828	70	57961

– Дополнительная заработная плата

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} \quad (4.7)$$

где $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

В таблице 4.13 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 4.13 – Расчёт дополнительной заработной платы

Заработная плата	Руководитель	Инженер
Основная зарплата	17073	57961
Дополнительная зарплата	2049	6956
Зарплата исполнителя	19122	64917
Итого по статье $C_{зп}$	84039	

– Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \quad (4.8)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.) равный 27,1%.

$$C_{\text{внеб}} = 27,1\% \cdot (17073 + 2049) = 5182 \text{ руб. (отчисления руководителя)}$$

$$C_{\text{внеб}} = 27,1\% \cdot (57961 + 6956) = 17593 \text{ руб. (отчисления исполнителя)}$$

– Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии. Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы. Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \quad (4.9)$$

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов.

$$C_{\text{накл}} = 85\% \cdot (17073 + 2049) = 16253 \text{ руб. (отчисления руководителя)}$$

$$C_{\text{накл}} = 85\% \cdot (57961 + 6956) = 55179 \text{ руб. (отчисления исполнителя)}$$

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НИИ (Разработка

осветительной установки для объектов ДЗ) по форме, приведенной в таблицы 4.14.

Таблица 4.14 – Калькуляция плановой себестоимости НТИ

Вид работ	Статьи						Итого плановая себестоимость
	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Накладные расходы	
1. Руководитель	-	-	17073	2049	5182	16253	40557
2. Исполнитель	1530	1452	57961	6956	17593	55179	140671
Итого:	1530	1452	75034	9005	22775	71432	181228

Исходя из данных таблицы 4.14, можно сделать вывод, что затраты на реализацию проекта составят 181228 руб., при этом материальные затраты, отражающие стоимость светового оборудования, не были учтены.

4.4. Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности проекта. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}} \quad (4.10)$$

где I_{ϕ}^p - интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения; (стоимость металлогалогенного СП 20000 руб.)

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта; (стоимость светодиодного СП 30000 руб.)

$$I_{\Phi}^p = \frac{30000}{30000} = 1; I_{\Phi}^a = \frac{20000}{30000} = 0,6$$

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

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, \quad I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p \quad (4.11)$$

где I_m – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

a_i – весовой коэффициент i -го параметра;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблицы 4.15.

Таблица 4.15 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения

Критери	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект Светодиодные источники света	Аналог 1 Газоразрядные источники света
1. Уровень новизны	0,1	5	1
2. Энергосбережение	0,2	5	2
3. Надежность	0,3	4	2
4. Обслуживание оборудования	0,15	3	2
5. Стоимость	0,15	1	3
6. Эстетика	0,1	5	2
ИТОГО	1	23	14

$$I_T = 0,1 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,3 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 1 + 0,1 \cdot 5 = 3,8$$

$$A_I = 0,1 \cdot 1 + 0,2 \cdot 2 + 0,3 \cdot 2 + 0,15 \cdot 2 + 0,15 \cdot 3 + 0,1 \cdot 2 = 2,05$$

Интегральный показатель эффективности разработки ($I_{финр}^P$) и аналога ($I_{финр}^a$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^P = \frac{I_m^P}{I_\phi^P}, \quad I_{финр}^a = \frac{I_m^a}{I_\phi^a} \quad (4.12)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта (таблица 4.16):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{финр}^P}{I_{финр}^a} \quad (4.13)$$

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

Таблица 4.16 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Аналог	Разработка
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,6	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	2,05	3,8
3	Интегральный показатель эффективности	3,42	3,8
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,1	

Выводы по главе

Проведенный расчет в разделе ВКР «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» позволяет сделать выводы:

1. Потенциальным потребителем проекта являться департамент архитектуры и градостроительства администрации города Томска.
2. Карта сегментирования показала, что услуга по проектированию освещения в городе Томск развита слабо (Из трех рассмотренных компаний, только одна занимается проектированием систем освещения), в свою очередь это говорит о том, что продвижение проектных услуг по разработки осветительных установок, имеет большие перспективы.
3. Диаграмма причины-следствия Исикавы позволила выявить причины возникновения проблемы, возникающих во время выполнения работ. Основной проблемой при разработки осветительной установки для объектов деревянного зодчества города Томск, оказалось отсутствие технической документации по объекту расположенному по адресу Красноармейская 67/1.

Второй причиной возникновения проблем стала нехватка производительной мощности оборудования, что значительно увеличило время выполнения работы.

4. Была проведена оценка степени готовности научной разработки к коммерциализации и выяснен уровень собственных знаний для её проведения. Степень проработанности научного проекта составила 54 баллов, уровень имеющихся знаний у разработчика – 52 баллов, что позволяет сделать вывод, что перспективность научной разработки имеет уровень выше среднего. С целью повышения готовности разработки к коммерциализации необходимо проработать бизнес-план коммерциализации, разработать стратегию реализации и выход на международный рынок, выработать концепции финансирования коммерциализации научной разработки.

5. Кроме того, были проанализированы различные методы коммерциализации и обоснована целесообразность выбора инжиниринга в качестве одного из наиболее подходящих в данном случае методов.
6. Были определены цели и планируемые результаты проекта, а также рабочая группа проекта, роль и функции каждого ее участника. Содержание всего проекта было отражено на схеме иерархической структуры работ над проектом исследования.
7. При планировании комплекса работ по проекту была построена диаграмма Ганта, которая позволяет координировать работу исполнителей в ходе выполнения исследования, а также наглядно отобразить длительность каждого этапа работ.
8. Был определен бюджет научного исследования, при этом были отражены все виды расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета были учтены следующие затраты по статьям: материальные затраты, затраты на специальное оборудование для научных работ (была рассчитана амортизация на используемое оборудование); основная и дополнительная заработная плата; отчисления на социальные нужды, а также накладные расходы. Учет затрат по всем вышеперечисленным статьям позволил сформировать представление о себестоимости проекта, которая составила 181228 рублей, при учете оплаты труда как исполнителя, так и руководителя проекта. При этом материальные затраты, отражающие стоимость светового оборудования, не были учтены.
9. В рамках выполнения данного раздела была проведена оценка сравнительной эффективности научного исследования. Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности проекта. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Были проанализированы 2 варианта исполнения проекта, предполагающих использования светового оборудования с

различными источниками света. В расчетном варианте были использованы светодиодные светильники, в качестве аналога – светильники металлогалогенный. Несмотря на более высокую стоимость светодиодных световых приборов, наиболее перспективным является вариант с применением светодиодного оборудования, так как при этом достигаются более высокие показатели по другим критериям, например, энергосбережение. Сравнительная эффективность вариантов исполнения составила 1,1, что позволяет сделать вывод, о финансовой и ресурсной эффективности разработки.

Список публикаций

1. Овсянникова, А. В. Анализ использования локальной и заливающей подсветки для объектов деревянного зодчества [Электронный ресурс] / А. В. Овсянникова, К. П. Толкачёва; науч. рук. И. И. Петров // Высокие технологии в современной науке и технике (ВТСНТ-2017): сборник научных трудов VI Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, г. Томск, 27–29 ноября 2017 г. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) ; под ред. А. Н. Яковлева. — Томск: Изд-во ТПУ, 2017. — [С. 154-155]. — Заглавие с титульного экрана. — Свободный доступ из сети Интернет. Режим доступа: <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/45521>