

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
<b>Создание благоприятной световой среды для туристического маршрута города Томска</b>

УДК 628.971.6:796.51(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ВМ71	Султанова Ирина Юрьевна		

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.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

### 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, оптотехники, 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 (специальность) 12.04.02 «Оптотехника»  
 Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП

\_\_\_\_\_  
 (Подпись)     (Дата)     (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

<b>Магистерской диссертации</b> (бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)
---

Студенту:

Группа	ФИО
4BM71	Султанова Ирина Юрьевна

Тема работы:

Создание благоприятной световой среды для туристического маршрута города Томска	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<b>Исходные данные к работе</b> <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>	<b>Объект исследования:</b> Осветительная установка набережной города Томска
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> <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>	1. Аналитический обзор литературных данных: <ul style="list-style-type: none"> <li>– историческая справка по объекту исследования;</li> <li>– концепция функционального зонирования;</li> <li>– создание комфортного светового пространства в зависимости от типа функциональных зон.</li> </ul>

	2. Анализ осветительной установки набережной города Томска – Исследование осветительной установки утилитарного освещения; – Подбор оптимальных параметров световых приборов 3. Разработка дизайн-проектов архитектурных форм
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Светотехническая часть проекта: 3d-модели объектов, демонстрация осветительной установки в расчетных параметрах, визуализации дизайн-проектов освещения.

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	<b>Креницына Зоя Васильевна</b>
«Социальная ответственность»	<b>Романова Светлана Владимировна</b>
«Раздел на иностранном языке»	<b>Рыбушкина Светлана Владимировна</b>

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

Туристическая карта набережной города Томска

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал руководитель:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ВМ71	Султанова Ирина Юрьевна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
4ВМ71	Султанова Ирина Юрьевна

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Проект выполнен на базе лабораторий ТПУ отделения материаловедения В реализации проекта задействованы 2 человека: руководитель проекта и инженер-светотехник
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность»
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления по страховым взносам –27,1 % от ФОТ Накладные расходы 80% Районный коэффициент 30%

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

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

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

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**

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ВМ71	Султанова Ирина Юрьевна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
4ВМ71	Султанова Ирина Юрьевна

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

Тема ВКР:

Создание благоприятной световой среды для туристического маршрута города Томска	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования: осветительная установка. Рабочее место: ауд. 248, к.16-в., ТПУ. Область применения: освещение
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> - 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 01.04.2019) 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.
<b>2. Производственная безопасность</b> 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
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	Анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы) и литосферу (отходы).
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Пожарная безопасность

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романова Светлана Владимировна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ВМ71	Султанова Ирина Юрьевна		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 123 с., 45 рис., 33 табл., 25 источников, 7 прил.

Ключевые слова: функциональное зонирование; осветительная установка; утилитарное освещение; архитектурное освещение; 3d-моделирование

Объектом исследования является Набережная города Томска

Цель работы – разработка светотехнического дизайн-проекта набережной города Томска

В процессе исследования проводился анализ существующей осветительной установки для формирования предложений по ее реконструкции с целью создания благоприятной световой среды территории набережной в вечернее время

В результате исследования разработаны 3d-модели зданий, открытых пространств и зон отдыха. Разработаны дизайн-проекты архитектурного освещения с использованием энергоэффективного светового оборудования, а также предложены варианты световых решений для освещения малых архитектурных форм.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: конструктивные характеристики световых приборов: светотехнические – световой поток, цветовая температура; электротехнические – мощность; технико-эксплуатационные – IP, УХЛ, степень защиты по электробезопасности.

Степень внедрения: реконструкция существующей осветительной установки с применением более энергоэффективного светодиодного оборудования.

Область применения: Архитектурное освещение

Экономическая эффективность/значимость работы в работе представлено актуальное решение применения энергоэффективной осветительной установки.

## Оглавление

Введение .....	11
Глава 1 Туристическая карта набережной города Томска .....	14
1.1 Историческая справка об исследуемых объектах .....	14
1.2 Концепция функционального зонирования .....	19
1.3 Создание комфортного светового пространства в зависимости от типа функциональных зон .....	24
1.3.1 Критерии анализа наружного освещения городской среды .....	24
1.3.2 Принцип объединения общественных исторических пространств в последовательное светопространство .....	25
Глава 2 Анализ осветительной установки набережной г. Томска .....	28
2.1 Исследование осветительной установки утилитарного освещения .....	30
2.2 Подбор оптимальных параметров световых приборов .....	34
Глава 3 Дизайн-проекты архитектурных форм набережной города Томска .....	36
3.1 Моделирование зданий для светотехнического проектирования .....	36
3.2 Светотехнический расчет. Проектирование систем архитектурного освещения зданий, расположенных на набережной р. Томи .....	39
3.2.1 Здание Администрации Томской области .....	39
3.2.2 Ресторан «Славянский базар» .....	41
3.2.3 Биржевой корпус .....	44
3.2.4 Доходный дом Швецова .....	47
3.2.5 Драматический Театр .....	50
3.3 Светотехнический расчет. Разработка концепций светового оформления открытых общественных пространств .....	53
Заключение по Главе 3 .....	60
Глава 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....	62
4.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	62
4.2 Диаграмма Исикавы .....	64
4.3 Оценка готовности проекта к коммерциализации .....	64
4.4 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования .....	66
4.5 Инициация проекта .....	67
4.6 Планирование управления научно-техническим проектом .....	69
4.7 Бюджет научного исследования .....	72
4.8 Оценка сравнительной эффективности исследования .....	77
Глава 5 Социальная ответственность .....	82
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	83

<b>5.2 Производственная безопасность.....</b>	<b>84</b>
<b>5.3 Экологическая безопасность.....</b>	<b>93</b>
<b>5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....</b>	<b>95</b>
<b>Заключение.....</b>	<b>98</b>
<b>Список публикаций.....</b>	<b>100</b>
<b>Список литературы.....</b>	<b>101</b>
<b>Приложение А.....</b>	<b>104</b>
<b>Приложение Б.....</b>	<b>118</b>
<b>Приложение В.....</b>	<b>119</b>
<b>Приложение Г.....</b>	<b>120</b>
<b>Приложение Д.....</b>	<b>121</b>
<b>Приложение Е.....</b>	<b>122</b>
<b>Приложение Ж.....</b>	<b>123</b>

## **Введение**

Каждый город имеет свою уникальную историю. Узнать об истории и привлекательности города помогают туристические компании. Правильно спланированные экскурсии позволяют привлечь больше туристов и увеличить экономический бюджет города на поддержание объектов истории.

Зачастую, экскурсии проходят в дневное время. Для увеличения потока туристов, а также разнообразия города для его жителей, необходимым является создание его вечернего облика.

В качестве объекта исследования выбрана территория томской набережной, главные достопримечательности и памятные места которой присутствуют во всех туристических буклетах местных экскурсионных компаний.

Туристический маршрут, в общем смысле, понимается как путь перемещения туристов, определяющий последовательное посещение исторических и архитектурных памятников, а также других мест, например, зон тихого или активного отдыха. Рассматриваемая в данной работе территория – набережная города Томска, является излюбленным местом отдыха томичей и гостей города. Томская набережная может выступать в качестве локального пешеходного маршрута, позволяющего увеличить приток туристов в исторический центр города. Кроме того, набережная города Томска, является частью более крупного туристического маршрута, учрежденного в 2014 году, который предполагает перемещение туристов от Лагерного сада до Белого озера.

На сегодняшний день преобладает концептуальный подход к формированию световой среды. Требованием современного общества, предъявляемым к освещению, является не только выполнение функциональных задач, но и соответствие современным представлениям о гармоничном световом окружении. В последнее время в научных работах выявлено комплексное воздействие света на организм человека, которое

включает, помимо визуального, также биологическое и психологическое воздействие. Сегодня это необходимо учитывать при составлении концепции освещения [1].

Существующая на сегодняшний день концепция освещения территории, в целом, соответствует выполнению функциональных задач. Для создания же благоприятной световой среды необходимо проводить реконструкции систем освещения, внедрять современные подходы к освещению, а также проводить мониторинг рынка светотехнической продукции.

**Актуальность работы:** В последнее время широкое распространение получили различные программы по благоустройству общественных пространств в городах России. Так, в 2019 году, в Томске предполагается благоустроить 28 общественных пространств в рамках госпроекта "Формирование комфортной городской среды". В тройку лидеров народного мнения вошла пешеходная зона на набережной реки Томи. В рамках данного госпроекта основным аспектом выделено предложение по благоустройству территории, что, в большей степени, ведет к преобразению дневного облика набережной. Сотрудничество со специалистами светотехнической отрасли может дать положительные результаты на данном этапе, подчеркнув обновленный образ территории в темное время суток. В документе не сказано о реконструкции систем освещения, поэтому, для создания благоприятной световой среды и более привлекательного вечернего образа, актуальным становится в данной работе рассмотреть новые подходы к освещению набережной города Томска. Решения, предлагаемые в данной работе, могут быть в той или иной мере применены в рамках разработки обновленной концепции освещения главной томской набережной.

**Цель:** разработка светотехнического дизайн-проекта набережной города Томска

**Задачи:**

1. Разработать проект функционального зонирования территории.
2. Провести энергоаудит открытых пространств.

3. Спроектировать 3d-модели архитектурных объектов и открытых пространств, расположенных на территории набережной.
4. Выполнить светотехнические расчеты зон объектов исследования.

#### **Методология и методы исследования**

В рамках магистерской диссертации проведен анализ объекта проектирования, составлена историческая справка по зданиям, расположенным на территории набережной, а также рассмотрены архитектурные особенности объектов. С учетом этих особенностей разработан дизайн-проект освещения, произведен подбор специализированного светового оборудования. С помощью сопряжения программных продуктов SketchUp Pro и DIALux Evo был создан светотехнический дизайн-проект набережной города Томска.

#### **Сокращения**

ИС – источник света

ОУ – осветительная установка

ИСС – искусственная световая среда

МАФ – малые архитектурные формы

ЛП – локальная подсветка

КСС – кривая силы света

LED – Light Emitted Diode

## Глава 1 Туристическая карта набережной города Томска

### 1.1 Историческая справка об исследуемых объектах

Томск – старейший в Сибири образовательный и научный центр. В городе прекрасно сохранилось множество памятников деревянного и каменного зодчества XVIII – XIX веков [2]. Томичи, а также гости города имеют прекрасную возможность насладиться величием старинных особняков, красотами улиц и площадей города. Наибольшей популярностью среди туристов пользуются томские набережные – набережная на реке Томи и на ее притоке – реке Ушайке.

Главная томская набережная занимает значительную территорию, от площади Ленина, до переулка 1905 года. Однако, наиболее востребованным среди населения является небольшой участок набережной – от торгового центра BigCity до начала улицы Карла Маркса, который и выбран в качестве объекта исследования в рамках данной диссертационной работы.

Одним из первых каменных зданий в Томске был **Биржевой корпус** (рис. 1.1), расположенный по адресу площадь Ленина, 2. Первый вариант биржевого корпуса был построен еще в 1806 году. Но ежегодные разливы реки привели к серьезным неравномерным осадкам фундамента и прочих несущих конструкций. В результате к 30-м годам XIX века здание пришло в негодность, и было принято решение о его перестройке, при этом здание было разобрано практически до основания. Новое здание биржевого корпуса, дожившее до наших дней, было построено с 1825 по 1854 годы по проекту губернского архитектора Алексея Арефьева.

В плане здание биржевого корпуса состояло из ряда одинаковых по ширине «лавок-кладовых»: 14 располагались на нижнем этаже, 12 – на верхнем. Капитальная внутренняя стена делила здание на две неравные части [5]. Эта схема, возможно, была заимствована из планировки европейских гостиных дворов, где каждое помещение состояло из двух частей – лавки и склада. Архитектурная композиция биржевого корпуса, выполненная в виде

двухэтажной галереи (арочной в первом этаже, колоннады — во втором) была обусловлена его назначением – так как здесь был нужен навес для сортировки, просушки, осмотра мехов и взвешивания других товаров [6].



Рисунок 1.1 – Здание биржевого корпуса, г. Томск, пл. Ленина, 2.

С 1859 по 1862 год в здании биржевого корпуса хранились издания фондов первой Томской публичной библиотеки. С 1972 по 1978 годы в нем располагались лаборатории Института оптики атмосферы, а также выставочный зал.

В 1981-1986 годах биржевой корпус пережил реставрацию. От прежнего биржевого корпуса остался только каркас.

Сегодня в здании биржевого корпуса находится Западно-Сибирский филиал Академии правосудия.

Здание в стиле классицизма сохранилось до наших дней. Из-за необычной архитектуры здания (оно было выполнено в стиле русского классицизма, что нехарактерно для Томска) в 1920 году ему присвоили статус городского памятника, а в 1974 году корпус был включен в число памятников архитектуры федерального значения.

**Дом доходный А.Швецова** (рис. 1.2) был построен вблизи биржевого корпуса. В настоящее время относится к памятникам архитектуры регионального значения. По сведениям Бюро технической инвентаризации города Томска, здание построено в 1882 году. В 1894 году на втором этаже его

размещался Томский округ путей сообщения по рекам Западной Сибири. Большой двухэтажный кирпичный дом поставлен на углу пл. Ленина и ул. К. Маркса. Занимаемый им участок обусловил Г-образную форму плана. Центральные части уличных фасадов акцентированы невысокими шатрами. Каждая часть дома перекрыта трехскатной крышей [3]. Обилие деталей характеризует декоративную обработку уличных фасадов. Края и центральные их части выделены лопатками и завершены филенчатыми аттиками. Наличники оконных проемов решены как широкие орнаментальные пояса. В первом этаже арочные проемы обрамлены архивольтами. Междооконные пространства обработаны филенками [2].



Рисунок 1.2 – Доходный дом А.Швецова, г.Томск, ул. Карла Маркса, 2.

Еще один памятник архитектуры регионального значения, расположенный на территории томской набережной – **ресторан «Славянский базар»** (рис. 1.3). Здание было построено по проекту архитектора В.В. Хабарова [6].

В 1887-1888 гг. на берегу реки на средства городского самоуправления было выстроено краснокирпичное здание в эклектичной манере. Особняк был двухэтажным, с четырехскатной вальмовой крышей, главный вход был обращен к реке. Из окон второго этажа открывался прекрасный вид на Томь. В 1889 году в нем открылась харчевня "Славянский базар". Буквально через год во время путешествия на Сахалин в ней побывал писатель Антон Чехов.

После установления советской власти здание отдали под библиотеку для солдат, позже там открылась чайная для крестьян, а в 1937 году помещение передали Дому колхозника.

В 1984 году общественная история для Славянского базара закончилась. Здание капитально реконструировали: заложили подвальные окна (с южной и восточной стороны), блокировали боковые входы, разобрали лестницы к ним. С 1992 года там вновь расположился ресторан "Славянский базар". С сентября 2017 года старейший ресторан Томска был закрыт на реконструкцию. Владельцы приняли решение сменить формат и открыть на его месте новый ресторан "Пряности и радости".



Рисунок 1.3 – Ресторан «Славянский базар», г.Томск, пл. Ленина, 10.

При перепланировке площади в советское время все деревянные постройки были снесены.

В 1916 году по проекту инженеров Ц. Любинского и Э. Векера был открыт новый мост, который в народе получил название «Каменный».

**Драматический театр** в Томске с 1931 года располагался в здании в переулке Нахановича. Через 40 лет было задумано построить новый театр. Место под него выбрали на площади Ленина, расчистили его от старых построек, для чего снесли торговые ряды, бывший Гостиный двор, стоявший на этом месте с начала 19 века. Здание современного Драматического театра (рис. 1.4) было спроектировано в Московском проектно институте им. Мезенцева. Главным архитектором проекта была Г. Аранжереева

[6]. Современное здание театра драмы было сдано в эксплуатацию 30 декабря 1977 года, а открыто 4 февраля 1978 года.



Рисунок 1.4 – Томский областной Театр Драмы, г. Томск, пл. Ленина, 4.

В последние годы в центральной части города Томска, а именно на одной из томских набережных, стали выстраиваться здания, относящиеся к образцам современной архитектуры. Эти здания носят характер административного и культурного назначения. На месте, где ранее располагались обветшавшие торговые ряды, в 1981 г. было построено здание, в котором разместился облисполком, Обком КПСС и Обком ВЛКСМ. Сейчас в этом здании размещается в нем **Администрация Томской области**. По белому цвету фасада здания, в народе его часто называют «Белым домом». Проектированием здания Администрации (рис. 1.5), также как и проектированием здания Драматического театра в Томске, занимался Московский институт им. Мезенцева. Главным архитектором проекта выступила В.Н. Крутикова. [6].



Рисунок 1.5 – Здание администрации Томской области, г.Томск, пл. Ленина, 6.

Для части объектов, расположенных на данной территории, осветительные установки (ОУ) уже разработаны. Наибольший интерес для создания благоприятной световой среды туристического маршрута, представляют те объекты, которые не имеют собственных ОУ, а освещены только заливающим светом от световых приборов (СП), расположенных в пешеходных зонах. В рамках поставленной задачи, ОУ будут разработаны для архитектурной подсветки зданий и сооружений, расположенных на набережной реки Томи, а также предложены варианты освещения открытых пространств, что в совокупности позволит создать наиболее благоприятную световую среду на данной территории.

## **1.2 Концепция функционального зонирования**

Одним из наиболее важных элементов планировочной структуры города являются открытые общественные пространства. Они характеризуют качество жизни населения, отражают уровень развития социальной и культурной инфраструктур, а также оказывают активное влияние на формирование общего облика городской среды [7]. В последнее десятилетие тематика организации общественных пространств, как фактора повышения качества жизни населения, стала центром профессиональных дискуссий во всем мире[8].

Концепция функционального зонирования, в общем смысле, представляет собой разделение территории населенного пункта на зоны с разным функциональным назначением, с целью устранения или уменьшения неблагоприятного влияния окружающей среды на население [9].

Функциональное зонирование позволяет установить назначение территорий городского пространства, а также выделить основные виды их использования (рис. 1.6).



Рисунок 1.6 – Функциональное зонирование территории города

Если говорить о функциональном зонировании современного исторически сложившегося города, можно заметить, что оно более многогранно, особенно в его центральной части, где расположено огромное количество объектов различного назначения в непосредственной близости друг к другу [10]. Для анализа целесообразно вводить систему различных подзон.

В рамках данной работы, наиболее интересной является общественно-деловая зона, в которой непосредственно формируется система взаимосвязанных общественных пространств, таких как главные улицы города, площади, набережные, пешеходные зоны и т.д.

В составе общественных пространств города выделяют зоны пешеходной коммуникации, территории активно посещаемой общественной застройки, предназначенные для использования неограниченным кругом лиц, а также территории озеленения [8].

Рассматриваемая в данной работе территория является местом отдыха горожан, а также одним из излюбленных мест, посещаемых туристами. Функциональное зонирование, в данном случае, производится с целью выделения зон разного функционального использования – музейно-

экспозиционной, зоны обслуживания туристов, тихого отдыха, административной и т.д.

Для наиболее детального анализа выбранной территории необходимо прибегнуть к проведению композиционно-ландшафтного зонирования, которое проводится с целью выявления крупномасштабных членений паркового ландшафтного дизайна, определения ритма чередования открытых и закрытых пространств, раскрытия основных видов перспектив и панорам, размещения главных композиционных осей и центров. При этом необходимо следить за тем, чтобы не нарушалось общее зрительное восприятие композиции.

По функциям территория томской набережной может быть разделена на следующие зоны:

- Транзитные пространства (проезды, пешеходная зона);
- Функциональные пространства (здания и сооружения, зоны отдыха).

При составлении архитектурного решения необходимо провести подробный анализ проектируемого объекта. Основное внимание уделяется рассмотрению его с градостроительной точки зрения, а также анализу его функциональной и эстетической значимости. Для начала были выявлены основные точки доступа на набережную, то есть определены входные группы, которых насчитывается две. Первая – включает подъезды со стороны проспекта Ленина (со стороны торгового центра BigCity), вторая – со стороны Драматического Театра. Концепция комфортной городской среды, в данном случае, предполагает возможность развития пешеходных пространств, а именно организацию пешеходных маршрутов по территории томской набережной.

Функциональное зонирование является продолжением анализа территории. Основная функция городской набережной прогулочная, поэтому необходимо оценить расположение различных зон отдыха на территории и их взаимосвязь.

Проект зонирования территории томской набережной (по мере передвижения по набережной) можно условно разбить на 3 небольшие группы (таблица 1.1). Транзитная зона, объединяющая въезды на территорию набережной, а также пешеходные и велосипедные дорожки, являются связующим звеном данной композиции и объединяют все расположенные на территории набережной объекты между собой.

Таблица 1.1 – Проект зонирования территории томской набережной

№ Группы	Территориальное расположение	Объекты	
		Здания	Открытые пространства
1	от пр. Ленина, 80а (ТЦ BigCity) до пл. Ленина, 10	Здание Администрации Томской области;	Входная группа – зона отдыха у фонтана; каменный мост через р.Ушайку; аллея перед входом в Здание Администрации.
2	от пл. Ленина, 10 до ул. К. Маркса, 2	Ресторан «Славянский базар»; Биржевой корпус;	Зона отдыха у флагштока; зоны озеленения; парковки.
3	от ул. К. Маркса, 2 до пл. Ленина, 4	Драматический Театр; Доходный дом Швецова;	Зона отдыха у центрального входа в Драматический Театр; обустроенная зона отдыха со скамейками между Биржевым корпусом и зданием Театра Драмы.

Наглядно концепцию функционально зонирования можно представить в виде, приведенном на рис. 1.7.

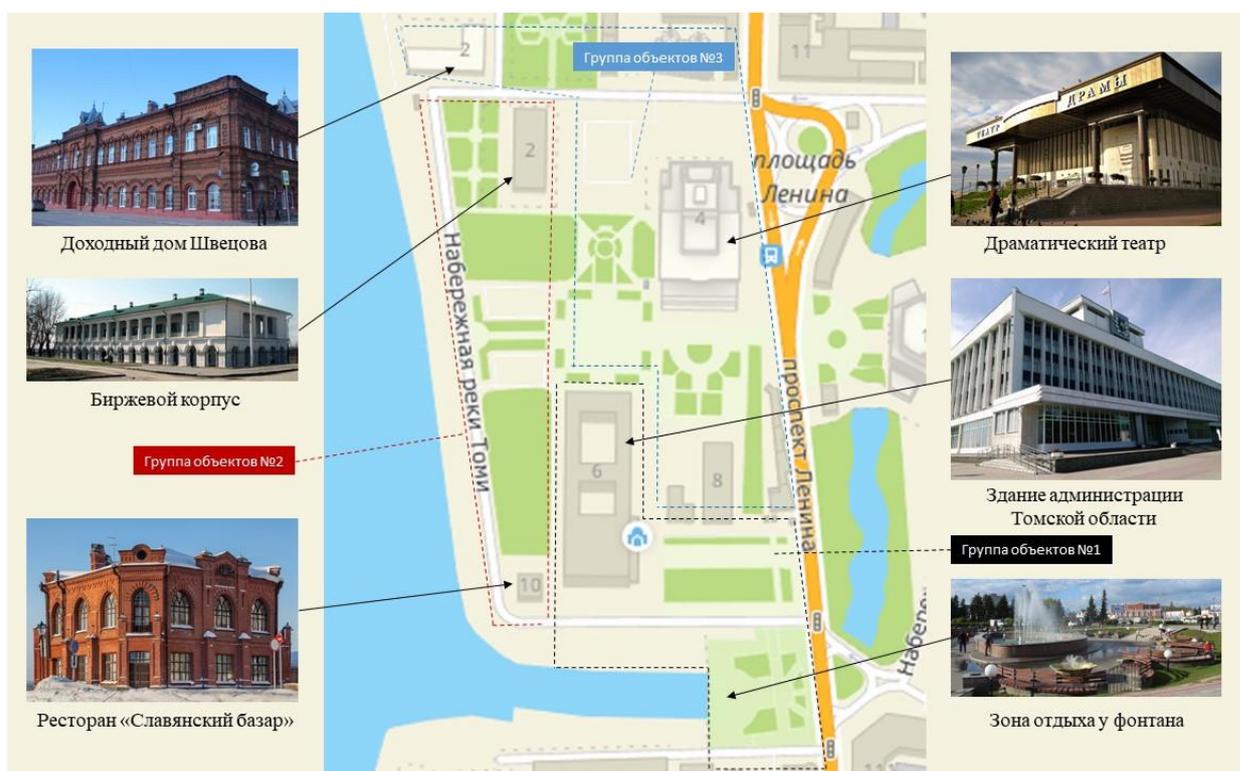


Рисунок 1.7 – Функциональное зонирование набережной города Томска

Дизайн городских пространств во многом определяется малыми архитектурными формами (МАФ), которые на них используются. Дизайн-проекты благоустройства Томска доработаны с учетом предложений горожан: по некоторым из них специалисты администрации города и проектировщики предусмотрели зеленые насаждения и решили класть меньше тротуарной плитки. В данном случае, актуальным становится вопрос о разработке проекта ландшафтного освещения территории [11].

Для создания туристической привлекательности объекта исследования, в числе приоритетных задач предусматривается развитие системы пешеходных пространств. Среди важных параметров комфорта и эстетической привлекательности среды – создание качественного уличного освещения, гармонирующего с архитектурным освещением фасадов, а также соответствующее принятым нормам [12]. Элементы освещения отвечают различным функциям благоустроенного пространства набережной.

Во-первых, качественное освещение влияет на комфорт и безопасность при передвижении по территории в темное время суток. Во-вторых, правильно

организованная система освещения, может выступать в качестве инструмента по повышению туристической привлекательности объектов, расположенных на данной территории, а архитектурное освещение фасадов зданий является основным фактором, формирующим облик городов в ночное время.

### **1.3 Создание комфортного светового пространства в зависимости от типа функциональных зон**

В современном городе большая часть активного времени жителей приходится на вечернее время, что способствует развитию наружного освещения, являющегося неотъемлемым аспектом благоустройства городской световой среды. Организация наружного освещения зданий, улиц, площадей оказывают влияние на изменение критериев качества жизни, а также на развитие городской инфраструктуры в целом.

Искусственная световая среда (ИСС) – это второе образное состояние архитектуры, сопоставимое по значимости и альтернативное по впечатлению дневной [13].

#### **1.3.1 Критерии анализа наружного освещения городской среды**

«LUCI» – международная организация по освещению (объединение мэрий городов), в которую входят 50 городов мира – Париж, Шанхай, Торонто, Лондон, Мехико, Москва и др. совместно с Росгоссветом разработали пять критериев, которым должна соответствовать искусственная световая среда. Данные критерии приведены в сводной таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Критерии анализа наружного освещения городской среды

№	Критерий	Назначение
1	Видимость	Соответствие количественных и качественных параметров освещения соответствующим нормативным документам для обеспечения нормальных зрительных условий для участников движения (водителей и пешеходов).

### Продолжение таблицы 1.2

2	Безопасность	Данный критерий неразрывно связан с уровнем личной безопасности, так как качественное освещение ведет к снижению количества противоправных действий и ДТП.
3	Эстетика	Привлекательность объекта в вечернее время напрямую связано с выполнением данного критерия. Так как существует огромное многообразие видов и средств освещения, необходимым является экономичность и целесообразность светового решения.
4	Экономика	При разработке осветительных установок учитываются не только капитальные затраты, но и затраты на ремонт и эксплуатацию, что, в свою очередь, оказывает влияние на рентабельность проекта.
5	Общественная функция освещения	Понятие гармоничной световой среды предполагает создание благоприятного психологического климата, оказывающего положительное влияние на реализацию общественных функций, и является предпосылкой для оживления городской жизни. [14]

#### **1.3.2 Принцип объединения общественных исторических пространств в последовательное светопространство**

Общественные пространства города объединяют в себе не только пешеходные улицы города, но и различные парки, скверы, площади и т.д., где все сомаштабно человеку. Искусственное освещение пешеходных зон способно превратить среду в них в комфортную и привлекательную для массы жителей и гостей города.

Взаимодействие «сценариев видимости», задаваемых последовательными светопространствами, и тягой человека к чувству «опоры» и «защищенности», создаваемой архитектурной средой является важным аспектом социальной активности и «уличной жизни» [14]. Наиболее удачным сценарием в пешеходных зонах для человека является условие видения им окружающей среды, в то время как сам он находится в

тени [15]. Таким образом, наиболее интенсивное освещение должны иметь транзитные пространства. Для зон отдыха рекомендуется применять сдержанный свет, обеспечивающий необходимые условия видимости. Для этого может быть применена декоративная подсветка деревьев и МАФ, различные варианты витринного освещения, а также световые инсталляции и самосветящиеся светоформы.

Для входных групп рекомендуется применять более насыщенное освещение, чтобы привлекать людей на территорию. Однако, если рассматривать зоны отдыха, то здесь лучше отказаться от чрезмерно яркой подсветки в пользу более сдержанного светового оформления. Отмечается, что зрительный дискомфорт вызывают СП с высокой габаритной яркостью, установленные на уровне глаз человека, которые создают слепящее действие, а также влияют на формирование инвертированных теней и искажение черт лица. Данные факторы оказывают отрицательное воздействие на формирование комфортного светового пространства и побуждают пешеходов скорее его покинуть.

Объединение общественных исторических пространств в последовательное светопространство отвечает всем критериям создания качественной световой среды [15].

## **Заключение по Главе 1**

В первой главе данной работы были приведены сведения, касающиеся объекта исследования. В качестве объекта исследования была выбрана территория томской набережной, для которой будут разработаны ОУ.

В первой части данной главы была приведена историческая справка по объектам, расположенным на территории набережной. При проведении литературного обзора было выявлено, что все здания, расположенные на данной территории относятся к памятникам архитектуры регионального или федерального значения, что необходимо учитывать в дальнейшем при проектировании архитектурного освещения, так как существуют специальные требования, предъявляемые к освещению памятников архитектуры.

Во второй части приведена информация о функциональном зонировании в целом, и в частности, разработана концепция функционального зонирования территории, в соответствии с которой на территории томской набережной были выделены функциональные пространства, а также транзитные зоны, которые являются связующим звеном между ними.

В третьей части данной главы были определены критерии анализа наружного освещения городской среды, а также принципы объединения общественных исторических пространств в последовательное световое пространство в зависимости от типа функциональных зон. Опираясь на результаты функционального зонирования необходимо в разрабатываемой концепции освещения необходимо учесть взаимодействие сценариев видимости, что позволит создать комфортное световое пространство и повысит привлекательность данной территории в вечернее время.

## Глава 2 Анализ осветительной установки набережной г. Томска

Система освещения территорий служит для поддержания оптимального уровня освещенности объектов в темное время суток, и эстетической гармонии всей территории в целом.

Для освещения разных зон требуются различные виды светильников. Существующая на данный момент концепция освещения набережной представлена, в основном, двумя типами СП (рис. 2.1):

- 1) пушкинские фонари (в основном, представлены в группе 1, табл. 1.1);
- 2) шары из опалового стекла (группа 2, табл. 1.1).



Рисунок 2.1 – Световые приборы, установленные на набережной г. Томска

В таблице 2.1 приведено количество СП, а также описаны некоторые особенности конструкции. Номера пунктов соответствуют порядковому номеру СП, приведенного на рисунке 2.1.

Таблица 2.1 – Световые приборы, установленные на томской набережной

№	Наименование	Количество, шт	Особенности конструкции
1	Фонарь уличный («Пушкинский»)	10	Плафон матовый
2		8	
3		7	Плафон матовый
4		8	
5		8	Количество плафонов: 2
6	Светильник уличный – Шар из опалового стекла	7	
7		30	
8		4	
9		12	
10	Утилитарные светильники	9	Опоры с двумя светодиодными светильниками: Sveteco 24 по 48 Вт (на тротуар) Sveteco 46 по 92 Вт (на проезжую часть)

Уличные фонари "Пушкинской" серии выполнены в стиле романтического историзма и предназначены для освещения старинных и современных парков, скверов, набережных и т.д. В современном городе применение светильников данной конструкции приобретает массовый характер, так как используя данные конструкции фонарей можно не только подчеркнуть историческую значимость объектов, но и создать достаточно комфортную световую среду. Светильник устанавливается на вертикальную торшерную опору. Конструкция СП обеспечивает комфортное светораспределение. Наличие крышки позволяет перенаправить световой поток от источника преимущественно в нижнюю полусферу.

Фонари с плафонами из опалового стекла соответствуют общей концепции освещения города. Их можно встретить в парках, на улицах, площадях, где долгое время не проводилась реконструкция ОУ. Данный тип СП обладает некоторыми недостатками, основным из которых является распространение большей части светового потока в верхнюю полусферу, что

ведет к повышению уровня светового загрязнения, а также снижению эффективности СП.

## 2.1 Исследование осветительной установки утилитарного освещения

В рамках работы были произведены измерения освещенности на определенных участках набережной. Результаты измерений представлены в виде графиков. Полученные графики позволяют наглядно продемонстрировать распределение освещенности. Анализируются участки дорог, расположенные вдоль реки Томи (автомобильная дорога категории В2, пешеходная дорожка (группа 2, табл. 1.1)). ОУ на данном участке – односторонняя. На осветительных опорах установлены сдвоенные светильники, один из которых направлен на дорогу, другой – на пешеходную дорожку. Расстояние между опорами составляет 40 метров. Высота опоры 12 метров.

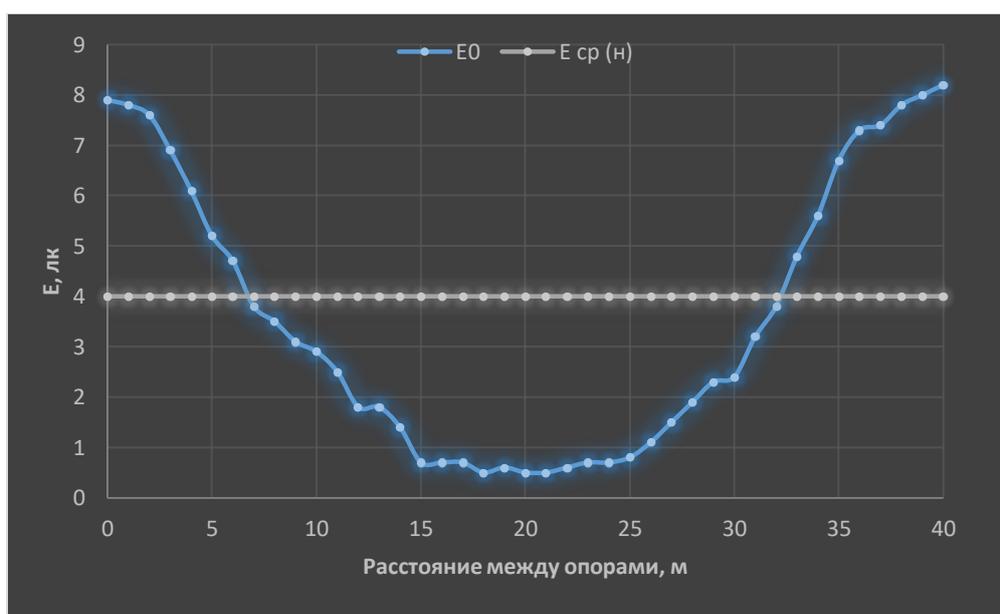


Рисунок 2.2 – Уровень освещенности на пешеходной дорожке

На рисунке 2.2 представлено распределение освещенности на пешеходной дорожке. Для тротуаров, нормируемый уровень освещенности должен соответствовать значению не менее 4 лк. Рядом с опорой со световыми приборами, уровень освещенности практически в 2 раза превышает нормируемое значение. По мере отдаления от опоры уровень освещенности снижается. Самый низкий уровень освещенности отмечен на участке,

максимально удаленном от опор (т.е. на отметке 20 м). Уровень освещенности в этой точке составляет всего 0,5 лк.

Для дорог минимальной значимости, нормируемое значение освещенности составляет 10 лк. На рисунке 2.3 наглядно представлены результаты измерения освещенности. Имеет место снижение уровня освещенности ближе к центру, т.е. между опорами. Минимальный уровень освещенности здесь составляет всего 1,8 лк.

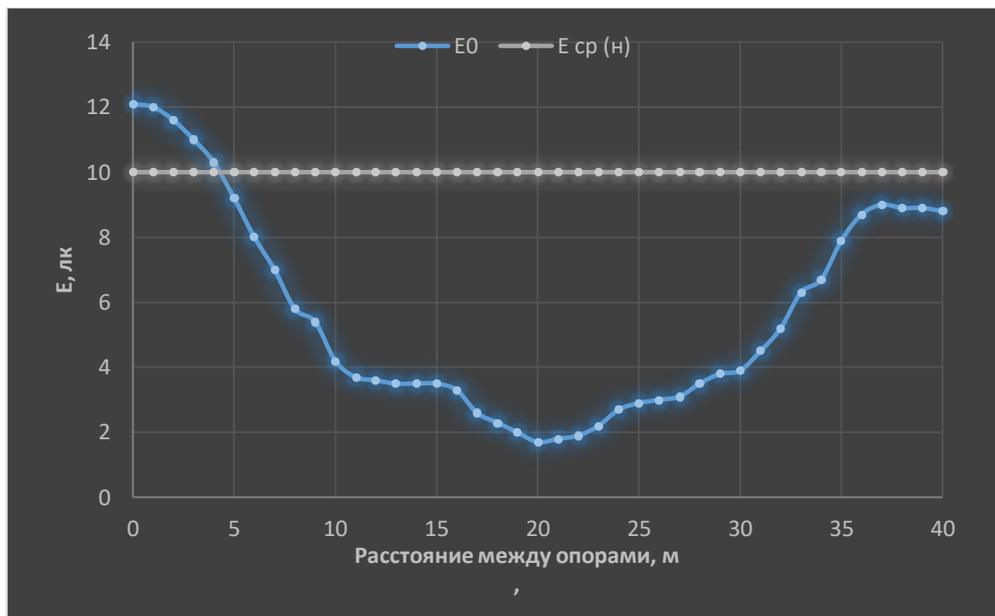


Рисунок 2.3 – Уровень освещенности на дороге (класс дороги В2)

На обоих графиках очевидно снижение уровня освещенности по мере отдаления от опоры со световыми приборами. Однако, нормированию подлежит не освещенность в точке, а средняя освещенность на участке дороги.

Помимо освещенности, на зрительный комфорт влияет яркость дорожного полотна. Для объективной оценки осветительной установки были проведены измерения яркости при помощи яркомера LS-100.

Измеренные значения яркости, рассчитанная средняя освещенность для обоих участков, а также требуемые нормированные значения, представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Оценка соответствия измеренного уровня освещенности и яркости действующим нормам

Наименование участка	Освещенность		Оценка соответствия	Яркость	Оценка соответствия
	$E_n/E_{изм, ЛК}$	$E_{min}/E_{cp}$		$L_n / L_{изм, кд/м^2}$	
Пешеходная дорожка вдоль реки Томи	4 / 3,86	0,13	+ / -	0,4 / 0,45	+
Автомобильная дорога вдоль реки Томи	10 / 5,61	0,3	- / +	0,6 / 0,43	-

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что нормы освещенности на пешеходной дорожке выполняются (отклонения могут быть связаны с погрешностью, возникшей во время проведения измерений). В то время как результаты, приведенные для автомобильной дороги, отличаются от нормированных практически в 2 раза.

Существующая на данном участке ОУ представлена световыми приборами Sveteco 24 (L-Street 48) (на тротуар) и Sveteco 46 (L-Street 92) (на проезжую часть). В светильниках серии L-street применяется широкая уличная диаграмма.

По данным, приведенным на сайте компании LEDEL, СП на данном участке были установлены осенью 2009 года. За 10 лет эксплуатации, возможно, произошел спад светового потока, что послужило причиной снижения уровня освещенности на данном участке. Кроме того, характеристики СП, которые были актуальны в 2009 году, по прошествии 10 лет значительно улучшились. Если говорить о световой отдаче, то сейчас существуют СП со светоотдачей порядка 150-180 лм/Вт, что приблизительно в 2 раза эффективнее светильников, выпускаемых в 2009 году. Замена СП может быть оправдана энергоэффективностью современных светильников, что позволит, при сохранении существующих мощностей снизить энергопотребление в 2 и более раза.

Существующая система освещения дороги вдоль реки Томи выполнена в холодной цветовой температуре (5000К). В настоящее время активно проводятся исследования, позволяющие выявить воздействие той или иной

цветовой температуры на человека. Уже известно и доказано, что освещение в теплом спектре цветности излучения действует расслабляюще на организм человека, активизирует его гормоны отдыха. Освещение в нейтральном цвете обеспечивает комфортное выполнение текущих задач. Холодный спектр цветовых температур вызывает бодрость организма, тем самым увеличивая бдительность, координацию и время реакции. Так как рассматриваемая территория является местом отдыха, применение светильников с теплым светом будет наиболее предпочтительно.

Также был проанализирован участок дороги вдоль здания администрации томской области. ОУ на данном участке представлена СП в виде пушкинских светильников с газоразрядными лампами. Данные светильники установлены на опоры торшерного типа, высотой 4 метра.

Как и для предыдущего участка, были проведены измерения освещенности дорожного полотна. Результаты измерений представлены на рисунке 2.4 в виде пространственных изолиний. Для удобства восприятия, введены цветовые маркеры для различных уровней освещенности.

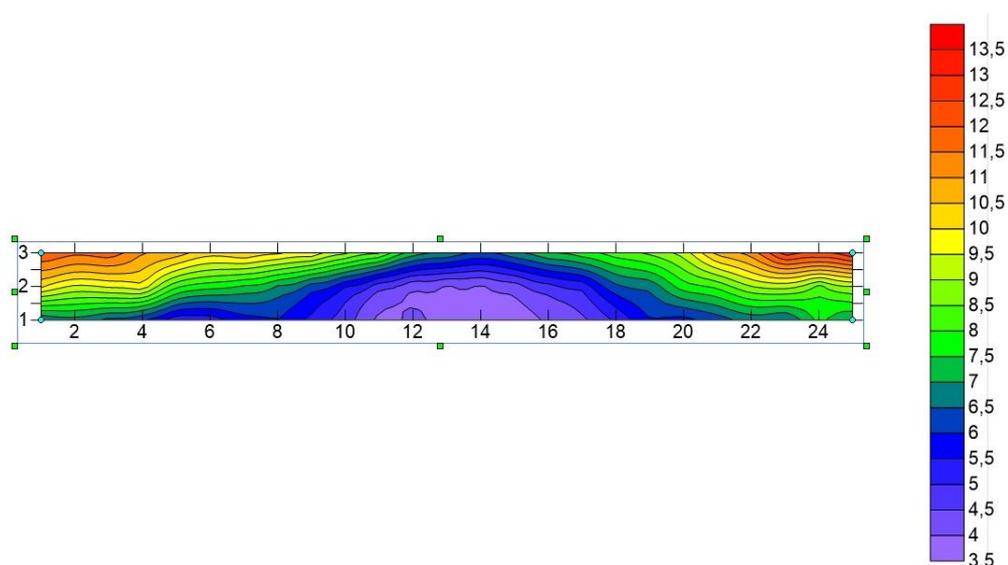


Рисунок 2.4 – Измеренные значения освещенности на участке дороги вдоль здания администрации томской области, представленные в виде пространственных изолиний

Рассчитанное среднее значение освещенности составило 7,8 лк. В целях уменьшения энергопотребления рекомендуется произвести замену источников света на светодиодные.

## 2.2 Подбор оптимальных параметров световых приборов

В программе DIALux 4.13 была смоделирована часть дорожного полотна. На рисунке 2.5 приведена схема дорожного полотна, а на рисунке 2.6 – параметры установки СП.

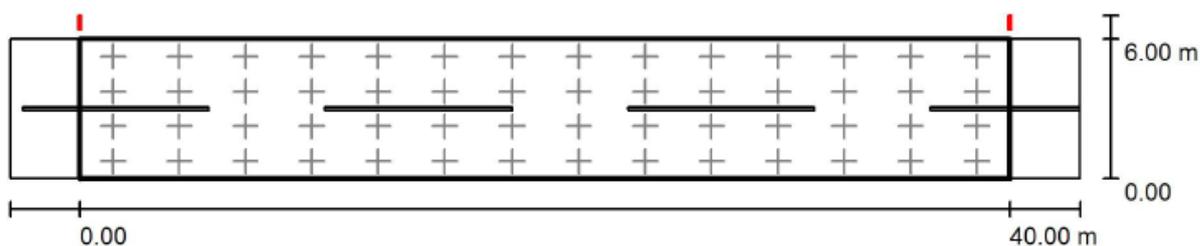
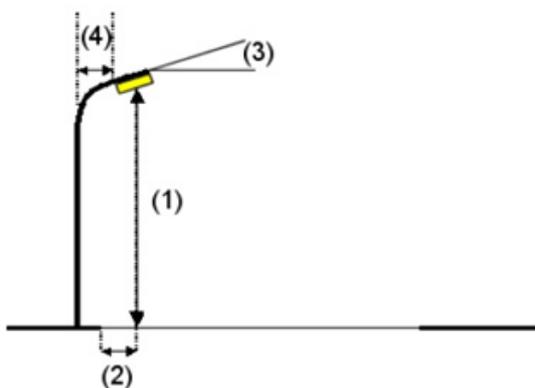


Рисунок 2.5 – Критериальное поле для расчета освещенности



Монтажная высота (1):	12.000 m
Высота световых точек:	11.903 m
Вылет (2):	-0.650 m
Наклон консоли (3):	30.0 °
Длина консоли (4):	0.500 m

Рисунок 2.6 – Параметры установки светового прибора

В соответствии с данной расстановкой СП был проведен расчет освещенности на дорожном полотне. Результаты расчета приведены на рисунке 2.7.

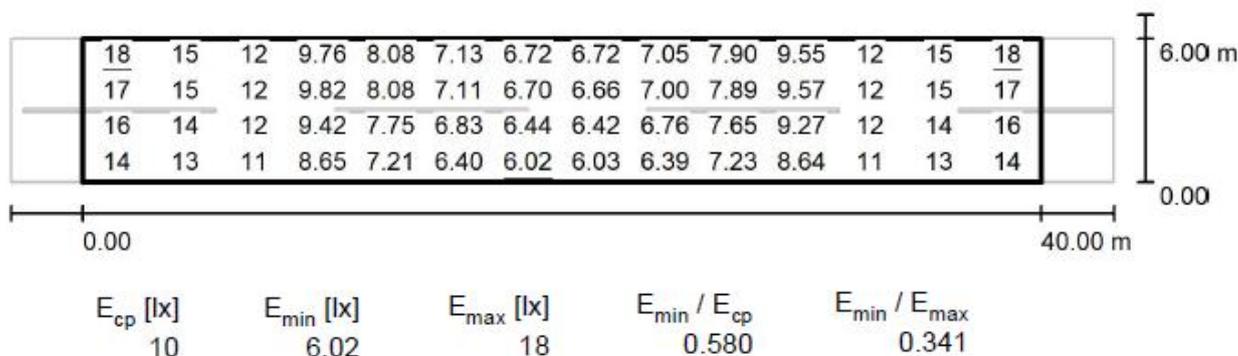
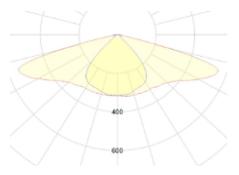


Рисунок 2.7 – Результаты расчета освещенности для дороги категории В2

Таблица 2.3 – Световые приборы в расчете

Название	Световой поток	Мощность	Энергоэффективность	КСС	Изображение светового прибора
Lighting Technologies MARK LED 100 W 4000K	12000 лм	107 Вт	112 лм/Вт		

Приведенные в таблице 2.3 СП обеспечивают требуемый уровень освещенности. Следовательно, при текущем расположении осветительных опор, при модернизации осветительной установки, следует выбирать светильники со значением светового потока порядка 12000 лм.

### **Заключение по Главе 2**

В рамках исследования осветительных установок утилитарного освещения были проведены измерения освещенности на участках дорог. Для части объектов было выявлено несоответствие фактической освещенности на действующим требованиям нормативной документации.

Для осветительной установки утилитарного освещения вдоль береговой линии набережной рекомендуется произвести замену СП на современные, обладающие более высокими техническими характеристиками, что позволит сократить энергопотребление. Также рекомендуется применять СП с цветовой температурой 3000К, так как излучение в данном спектре создает более благоприятное эмоциональное впечатление для подобных объектов.

## **Глава 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Выпускная квалификационная работа посвящена разработке благоприятной световой среды туристического маршрута города Томска. В качестве объекта исследования выступает территория набережной реки Томи. 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 (ресурсосберегающей) и экономической эффективности.

### **4.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Разработка ОУ для туристического маршрута предполагает использование светодиодного оборудования, широко применяющегося во всех отраслях освещения. Потенциальным потребителем данного проекта может являться департамент архитектуры города Томска, а также других городов РФ.

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
ООО ТМК «РосЭнерго»				
«АВАНГАРД ФМ»				
ООО "Торговый Дом "Свет"				

Таким образом, карта сегментирования позволяет сделать вывод, что из трех рассмотренных компаний в городе Томске, только одна занимается проектированием освещения. Таким образом, услуги проектирования освещения, предлагаемые в рамках данной работы, будут востребованы со стороны потенциальных потребителей и должны развиваться в этом направлении.

## 4.2 Диаграмма Исикавы

Диаграмма причины-следствия Исикавы (Cause-and-Effect-Diagram) - это графический метод анализа и формирования причинно-следственных связей, позволяющий выявить причины возникновения проблемы, возникающих во время выполнения работ, проанализировать и структурировать процессы работы, а также оценить причинно-следственные связи.

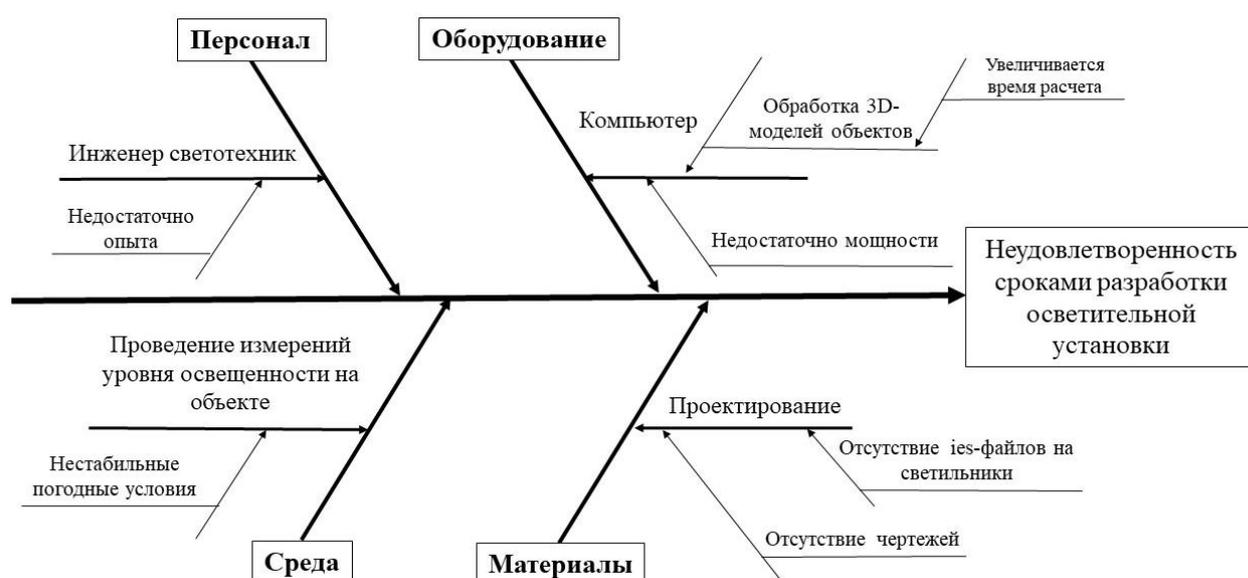


Рис. 4.1 – Причинно-следственная диаграмма Исикавы

## 4.3 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 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

Продолжение таблицы 4.2

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	2	2
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	4	4
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	1	2
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	2	2
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	2	1
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	3	3
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	2	2
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	3	1
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	2	2
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	4	2
	<b>ИТОГО БАЛЛОВ</b>	49	45

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

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i$$

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.

Анализируя таблицу 4.2, можно сделать вывод, что перспективность готовности разрабатываемого проекта к коммерциализации и уровень собственных знаний выше среднего. Для повышения готовности разработки к коммерциализации необходимо разработать бизнес-план коммерциализации, стратегию реализации и выход на международный рынок, а также проработать вопросы финансирования коммерциализации научной разработки. Следовательно, рекомендуется расширить штат специалистов и привлечь в команду проекта маркетологов и менеджеров ведущих компаний.

#### **4.4 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 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 ОУ на территории набережной города Томска, а также с проектированием систем архитектурного освещения объектов, расположенных на данной территории. Кроме того, на основе договора инжиниринга, могут быть переданы сведения о возможности усовершенствования существующей ОУ на объекте.

### Продолжение таблицы 4.3

Франчайзинг	не обосновано
Организация собственного предприятия	Предложенное в рамках работы над магистерской диссертацией решение может быть реализовано при организации разработчиком собственного предприятия.
Передача интеллектуальной собственности	не обосновано
Организация совместного предприятия	не обосновано
Организация совместных предприятий	не обосновано

## 4.5 Инициация проекта

### 4.5.1 Цели и результат проекта

Под заинтересованными сторонами проекта понимаются лица или организации, которые активно участвуют в проекте или интересы которых могут быть затронуты как положительно, так и отрицательно в ходе исполнения или в результате завершения проекта. Заинтересованные стороны проекта и их ожидания представлены в таблице 4.

Таблица 4.4 – Заинтересованные стороны проекта

<b>Заинтересованные стороны проекта</b>	<b>Ожидания заинтересованных сторон</b>
Администрация города Томска Департамент архитектуры города Томска	Разработка благоприятной световой среды набережной реки Томи с использованием светодиодного оборудования для повышения привлекательности объекта в ночное время и увеличения потока туристов на данной территории.
Рабочая группа (руководитель проекта, исполнитель)	Реализация проекта освещения по созданию благоприятной световой среды туристического маршрута города Томска

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

Таблица 4.5 – Цели и результат проекта

<b>Цели проекта:</b>	Анализ существующих ОУ туристической зоны города Томска (от торгового центра BigCity до улицы Карла Маркса) и формирование единого светового образа в вечернее и ночное время. Разработка вариантов световых решений отдельных зон набережной, а также проектирование архитектурной подсветки здания биржевого корпуса.
<b>Ожидаемые результаты проекта:</b>	Создание ОУ набережной города Томска.
<b>Критерии приемки результата проекта:</b>	Соответствие разработанной ОУ действующей нормативной документации.
<b>Требования к результату проекта:</b>	<b>Требование:</b>
	Заменить СП с газоразрядными источниками на светодиодные
	Обеспечить уровень освещенности согласно СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
	Снизить затраты на обслуживание ОУ
	Создать благоприятную световую среду для привлечения внимания туристов и жителей города Томска к данной территории

#### 4.5.2 Организационная структура проекта

Рабочая группа проекта, роль и функции каждого ее участника представлены в таблице 6.

Таблица 4.6 – Рабочая группа проекта

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО, основное место работы, должность</b>	<b>Роль в проекте</b>	<b>Функции</b>	<b>Трудовые затраты, час.</b>
1	Толкачева К.П., доцент отделения материаловедения, к.т.н., ИШНПТ НИ ТПУ	Научный руководитель	Координация деятельности исполнителя; проверка и анализ результатов проекта	160
2	Султанова И.Ю., магистрант отделения материаловедения ИШНПТ НИ ТПУ	Исполнитель	Выполнения расчётов по проекту; создание 3d-моделей; проведение измерений; анализ и оформление полученных результатов	680

Продолжение таблицы 4.6

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

## 4.6 Планирование управления научно-техническим проектом

### 4.6.1 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

#### 4.6.2 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

#### 4.6.3 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 <sub>кi</sub> , 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	15		■									
3	Проектирование 3D – моделей зданий и территории	Инженер-светотехник	30			■	■	■						
4	Расчёт параметров освещённости.	Инженер-светотехник	10						■	■				
5	Обобщение и оценка результатов	Руководитель	5							□				
		Инженер-светотехник								■				
6	Составление отчёта	Инженер-светотехник	15								■	■		
7	Утверждение проекта	Руководитель	10									□		
		Инженер-светотехник										■		
 - Инженер-светотехник				 - Руководитель										

#### 4.7 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

##### 4.7.1 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 табл. 4.9.

Таблица 4.9 – Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Марка, размер	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Бумага	SvetoCopy, A4	1 упаковка	219	219
Картридж лазерный	Cactus CS-PH3010X	1	270	270
Всего за материалы				489
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)				14,67
Итого по статье $C_M$				503,67

#### 4.7.2 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:

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

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	35000	6	680	1803
2	Люксметр «ТКА-Люкс»	13500	10	16	10
Итого:					1985

#### 4.7.3 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.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

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

$Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата.

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

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}}$$

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:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}$$

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, раб. дн. (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:

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

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

$Z_{\text{б}}$  – базовый оклад, руб.;

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

$k_{д}$  – 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);

$k_{р}$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 4.12 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{б}$ , руб.	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$ , руб	$Z_{дн}$ , руб.	$T_{р}$ , раб. дн.	$Z_{осн}$ , руб.
Руководитель	35180	0,3	0,3	1,3	27440	1115	20	22300
Инженер	26000	0,3	0,3	1,3	20280	819	85	69615

#### 4.7.4 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:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}$$

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

$k_{доп}$  – коэффициент дополнительной зарплаты;

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

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

Таблица 4.13 – Расчёт дополнительной заработной платы

Заработная плата	Руководитель	Инженер
Основная зарплата	22300	69615
Дополнительная зарплата	2676	8354
Зарплата исполнителя	24976	77969
Итого по статье $C_{зп}$	102945	

#### 4.7.5 Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

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

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

$$C_{\text{внеб}} = 27,1\% \cdot (22300 + 2676) = 6769 \text{ руб. (отчисления руководителя)}$$

$$C_{\text{внеб}} = 27,1\% \cdot (69615 + 8354) = 21129 \text{ руб (отчисления исполнителя)}$$

Отчисления на социальные нужды	Руководитель	Инженер
	6769	21129

#### 4.7.6 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:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}})$$

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

$$C_{\text{накл}} = 80\% \cdot (22300 + 2676) = 19980 \text{ руб. (отчисления руководителя)}$$

$$C_{\text{накл}} = 80\% \cdot (69615 + 8354) = 62375 \text{ руб. (отчисления исполнителя)}$$

Накладные расходы	Руководитель	Инженер
	19980	63980

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НТИ (Создание благоприятной световой среды туристического маршрута города Томска) по форме, приведенной в табл. 4.14.

Таблица 4.14 – Калькуляция плановой себестоимости НТИ

Вид работ	Статьи						
	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	Итого плановая себестоимость
1. Руководитель	-	-	22300	2676	6769	19980	51725
2. Исполнитель	504	1985	69615	8354	21129	62375	163962
Итого:	504	1985	91915	11030	27898	82355	215687

Исходя из данных таблицы, можно сделать вывод, что затраты на реализацию проекта составят 215687 руб., при этом материальные затраты, отражающие стоимость светового оборудования, не были учтены.

#### 4.8 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:

$$I_{\phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}}$$

где  $I_{\phi}^p$  - интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения; (стоимость паркового светильника с газоразрядным источником света 19570 руб.)

$\Phi_{\max}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта; (стоимость паркового светильника со светодиодным источником света 24120 руб.)

$$I_{\Phi}^p = \frac{24120}{24120} = 1; I_{\Phi}^a = \frac{19570}{24120} = 0,81$$

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

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

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.

Таблица 4.15 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения

Критерии \ ПО	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект Светодиодные источники света	Аналог 1 Газоразрядные источники света
1. Уровень новизны	0,1	5	1
2. Энергосбережение	0,3	5	3
3. Надежность	0,15	4	2
4. Обслуживание оборудования	0,15	4	3
5. Стоимость	0,2	1	3
6. Эстетика	0,1	5	4
ИТОГО	1	24	16

$$I_{тр} = 5*0,1 + 5*0,3 + 4*0,15 + 4*0,15 + 1*0,2 + 5*0,1 = 3,9$$

$$\text{Аналог 1} = 1*0,1 + 3*0,3 + 2*0,15 + 3*0,15 + 3*0,2 + 4*0,1 = 2,75$$

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

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_\phi^p}, \quad I_{финр}^a = \frac{I_m^a}{I_\phi^a}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^a}$$

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

Таблица 4.16 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Аналог	Разработка
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,81	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	2,75	3,9
3	Интегральный показатель эффективности	3,39	3,9
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,15	

## Заключение по Главе 4

Таким образом, исходя из полученных результатов в разделе ВКР «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» можно сделать следующие выводы:

1. Потенциальным потребителем проекта может являться департамент архитектуры города Томска, и других городов РФ.
2. Из карты сегментирования можно сделать вывод, что услуга по проектированию освещения в городе Томск развита довольно слабо (только одна из трех рассмотренных компаний занимается проектированием систем освещения), что означает, что продвижение проектных услуг по освещению, оказываемых исполнителем, имеет большие перспективы.
3. Диаграмма причины-следствия Исикавы позволила выявить причины возникновения проблемы, возникающих во время выполнения работ. Наибольшее влияние на возникновение проблем оказало отсутствие чертежей по объекту исследования, а также недостаточные мощности оборудования, что повлекло снижение скорости обработки данных.
4. Была проведена оценка степени готовности научной разработки к коммерциализации и выяснен уровень собственных знаний для её проведения. Степень проработанности научного проекта составила 49 баллов, уровень имеющихся знаний у разработчика – 45 баллов, что позволяет сделать вывод, что перспективность научной разработки имеет уровень выше среднего. Для повышения готовности разработки к коммерциализации необходимо разработать бизнес-план коммерциализации, стратегию реализации и выход на международный рынок, а также проработать вопросы 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 215687 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. 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 с газоразрядными лампами. 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 1,15, что позволяет сделать вывод, о финансовой и ресурсной эффективности разработки.

## Список публикаций

1. Султанова, И. Ю. Анализ осветительной установки набережной г. Томска [Электронный ресурс] / И. Ю. Султанова, К. П. Толкачёва // Высокие технологии в современной науке и технике (ВТСНТ-2018) : сборник научных трудов VII Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, г. Томск, 26–30 ноября 2018 г. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) ; под ред. А. Н. Яковлева. — Томск: Изд-во ТПУ, 2018. — [С. 138-139]. — Заглавие с титульного экрана. — Свободный доступ из сети Интернет. Режим доступа: <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/51829>