

Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 12.03.02 Опотехника
 Отделение материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка концепции освещения дорог категории Б

УДК628.971.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В81	Лолю Амир Яргубеевич		

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
к.т.н. доцент ИШНПТ	Толкачева Ксения Петровна			

Руководитель ВКР

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсо эффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Кашук Ирина Вадимовна	к.т.н.		

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

По разделу «Социальная ответственность»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ	Степанов Сергей Александрович	к.ф.-м.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов
ОПК(У)-2	Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, интеллектуально правовых, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов и процессов
ОПК(У)-3	Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики оптических измерений
ОПК(У)-4	Способен использовать современные информационные технологии и

	программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности
ОПК(У)-5	Способен участвовать в разработке текстовой, проектной и конструкторской документации в соответствии с нормативными требованиями
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способность к формированию технических требований и заданий на проектирование и конструирование оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей
ПК(У)-2	Способность к математическому моделированию процессов и объектов оптоэлектроники и их исследованию на базе профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов
ПК(У)-3	Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов оптоэлектроники на схмотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования
ПК(У)-4	Способность к разработке технологических процессов и технической документации на изготовление, сборку, юстировку и контроль механических, оптических, оптико-электронных блоков, узлов и деталей
ПК(У)-5	Способность к внедрению технологических процессов производства, метрологического обеспечения и контроля качества изделий оптических, оптико-электронных систем, приборов, деталей, элементов и оптических покрытий различного назначения
ПК(У)-6	Способность к проектированию оснастки и специального инструмента, предусмотренных технологией изготовления оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей
ПК(У)-7	Способность к организации контроля качества выпускаемой оптической продукции

Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 12.03.02 Оптехника
 Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Степанов С.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
4В81	Лолу Амир Яргубеевич

Темаработы:

Разработка концепции освещения дорог категории Б	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	27-37/с от 27 января 2022

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность и нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т.д.); виды сырья и материалы изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта и изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т.д.).</i>	Объект исследования: участок улицы Усова в городе Томске.
--	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор литературных источников с целью выяснения достижений мировой науки и 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>Провести аналитический обзор литературных источников, концепции формирования световой среды города, нормы и требования к дорожному освещению и освещению пешеходных пространств. Провести светотехнический аудит наружного освещения исследуемых объектов, анализ данных согласно нормативным документам. Разработка новой концепции освещения дорог категории Б</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертеж объекта, светотехнический расчет</p>

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(указание разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент</p>	<p>Доцент ОСГН Кащук И.В.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Ассистент Черемискина М.С.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение</p>	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
к.т.н. доцент ИШНПТ	Толкачева Ксения Петровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В81	Лолю Амир Яргубеевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа		ФИО	
4В81		Лолю Амир Яргубеевич	
Школа	Инженерная школа новых производственных технологий	Отделение (НОЦ)	Отделения материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	12.03.02 «Оптотехника»

Тема ВКР:

Разработка концепции освещения дорог категории Б

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при эксплуатации 	<p>Объект исследования скоростная дорога категории Б Область применения концепция освещения дорог категории Б <i>Рабочая зона:</i> лаборатория <i>Размеры помещения:</i> 34,4 м².</p> <p>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: 13 персональных компьютеров, оборудование для проведения лабораторных работ, включающее фотометр, оптическую скамью, лабораторный штатив, лампу накаливания с коллиматором, блок питания, регистрирующий цифровой прибор, лазер.</p> <p>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: построение 3D-модели дороги категории Б в ПО Dialux evo, модернизация системы освещения, расчеты из ПО Dialux evo</p>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p><i>ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.</i></p> <p><i>"Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 22.11.2021) (с изм. и доп., вступ. в силу с 30.11.2021)</i></p> <p><i>ГОСТ ИСО 11064-4-2015 Эргономическое проектирование центров управления. Часть 4. Расположение и размеры рабочих мест</i></p> <p><i>СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*</i></p>
<p>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов 	<p>Вредные производственные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) недостаточная освещенность 2) нервно-психические перегрузки 3) показатели микроклимата в помещении; 4) уровень шума на рабочем месте. <p>Опасные производственные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) пожароопасность; 2) высокий уровень статического

	<p>электричества;</p> <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:</p> <p>6) устройства локализации вредных факторов;</p> <p>3) заземляющие устройства;</p> <p>1) комплект ЗИП</p> <p>5) устройства вентиляции и кондиционирования воздуха;</p> <p>8) устройства дезодорации воздуха.</p> <p>7) устройства автоматического контроля и сигнализации;</p> <p>2) комплект медицинской аптечки;</p> <p>4) источники света и осветительные приборы;</p>
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения:	<p>Воздействие на селитебную зону: отсутствует</p> <p>Воздействие на литосферу: утилизация бумажных справочных материалов</p> <p>Воздействие на гидросферу: бытовые стоки</p> <p>Воздействие на атмосферу: нагрев атмосферы во время отопительного периода, световое загрязнение</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения	<p>Возможные ЧС: пожар, наводнение, терроризм, взрыв.</p> <p>Наиболее типичные ЧС: пожар.</p>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
24.01.2022	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Черемискина Мария Сергеевна			24.01.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В81	Лолю Амир Яргубеевич		24.01.2022

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

Студенту:

Группа	ФИО
4В81	Лолю Амир Яргубеевич

Школа	ИШПНТ	Отделение школы (НОЦ)	Отделениематериаловедения
Уровень образо- вания	Бакалавриат	Направление/специальность	12.03.02 Оптотехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30%
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования
3. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)	Расчет бюджетной стоимости НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков	Оценкаресурсоэффективностиразработкипроекта.
Перечень графического материала(с точным указанием обязательных чертежей)	
1.. Оценка конкурентоспособности технических решений 2.. Матрица SWOT 3.. Временные показатели проведения научного исследования 4.. График проведения и бюджет НИИ 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИИ	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Кашук Ирина Вадимовна	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В81	Лолю Амир Яргубеевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 86 с., 12 рис., 5 табл., 20 источников, 4 приложения.

Ключевые слова: проектирование, установка наружного утилитарного освещения, светодиоды, улица Усова, город Томск.

Объектом исследования является участок улицы Усова в городе Томске.

Цель работы – разработка дизайн-проекта формирования искусственной световой среды города (Улицы Усова, г. Томск) с учетом функционального освещения дорожного покрытия в зонах транспорта и в пешеходных пространствах.

В процессе исследования проводились оценочные мероприятия по качеству освещения на объекте исследования. Был создан дизайн-проект осветительной установки с экономичными светильниками.

В результате исследования был проведен анализ установки объекта исследования, рассчитаны экономические возможности разработанной осветительной установки, со светодиодными светильниками.

Область применения: уличное городское пространство.

Определения, обозначения, сокращения

В данной работе применены следующие сокращения:

ОУ – осветительная установка

УНО – установка наружного освещения

СП – световой прибор

УО – уличное освещение

ДРЛ – дуговая ртутная люминесцентная лампа

ДНаТ – лампа натриевая высокого давления

ДРИ - дуговая ртутная лампы с излучающими добавками

ИС – источник света

КСС – кривая силы света

ОП – осветительный прибор

СУО – системы управления освещением

LED – light-emitting diode (светодиод)

СУО - системы управления освещением

АСУ - автоматизированные системы управления освещением

САУ - системы автоматического управления

GPS - спутниковая система навигации

Оглавление

Введение.....	13
1. Исследование систем наружного освещения	15
1.1 План проектирования систем наружного освещения	15
1.2 Нормативные требования, предъявляемые к наружному утилитарному освещению	17
1.3 Техника освещения городских пространств	21
1.4 Виды световых приборов, применяемые для уличного освещения ..	22
1.5 Сравнение источников света и световых приборов для дорожного освещения	23
1.6 Системы управления освещением.....	24
2. Методы и техника проектирования наружного утилитарного освещения .	27
2.1 Методика создания трехмерных объектов	27
2.2 Методика проведения измерений.....	28
2.3 Используемые световые приборы	29
2.4 Требования основных пользователей к наружному искусственному освещению улиц.....	31
2.5 Объект исследования	34
3. Светотехническое решение для освещения объекта в DialuxEvo.....	36
3.1 Инструментальное обследование объекта исследования	36
3.2 Проектирование и реконструкция осветительной установки	40
3.3 Светотехнические расчеты новой осветительной установки.....	43
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	45
Введение.....	45
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.	45
4.1.1 Анализ конкурентных технических решений	45
4.1.2 SWOT-анализ.....	47

4.2	Планирование научно-исследовательских работ	53
4.2.1	Структура работ в рамках научного исследования	54
4.2.2	Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	55
4.3	Бюджет научно-технического исследования	60
4.3.1	Расчет материальных затрат научно-технического исследования	60
4.3.2	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	61
4.3.3	Основная заработная плата исполнителей темы	62
4.3.4	Отчисления в внебюджетные фонды (страховые отчисления)	64
4.3.5	Накладные расходы	65
4.4	Определение ресурсоэффективности исследования	65
	Заключение финансового менеджмента	68
5.	Социальная ответственность	69
5.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .	69
5.2	Производственная безопасность	72
5.2.1	Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при разработке проектного решения.....	72
5.2.2	Обоснование мероприятий по защите сотрудника лаборатории от действия опасных и вредных факторов	76
5.3	Экологическая безопасность.....	77
5.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	77
	Выводы по разделу Социальная ответственность	78
	Заключение	80
	Список литературы	81
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....	83

Введение

Искусственное уличное освещение – один из важных аспектов при благоустройстве городских территорий, планировке дорог, парковок, парков. Искусственное уличное освещение делится на два типа: декоративное и утилитарное. Первое выполняет эстетическую функцию и предназначается для подсветки фасадов различных архитектурных сооружений, скульптур, зелёных насаждений, фонтанов и других элементов декора. Второе несёт в себе практическую функцию, способствует безопасности и комфортным условиям для передвижения по дороге транспортных средств и пешеходов.

Уникальность утилитарного освещения в дорожном и пешеходном пространстве состоит в поддержке такого уровня видимости, который позволил бы водителям транспортных средств и пешеходам различать различные предметы в темное время суток. С целью экономии, в УНО включают низкокачественные источники света (ИС) и световые приборы (СП), технические характеристики которых существенно снижаются во время эксплуатации [4].

Освещение проезжей части – это сложная задача, которая включает в себя большое количество процессов принятия решений, которые обычно выполняются инженерами-строителями. Компании, муниципалитеты и правительства находятся под давлением, из-за требований по достижению целей энергосбережения путём сокращения потребления энергии при соблюдении норм и стандартов освещения. Устаревшие установки увеличивают затраты на электроэнергию, а новые технологии представляют собой значительный потенциал для снижения затрат. Благодаря новым установкам существует большой потенциал экономии, поскольку используются новые адаптивные методы освещения. В целом, энергетическая и экономическая эффективности зависят от наличия хорошо

структурированных систем дорожного освещения и интеграции технологий и инноваций в процесс их управления. Сложная конфигурация дорожного освещения требует важных процессов принятия решений.

Согласно результатам исследования Международного энергетического агентства, 19 % всей потребляемой в мире электроэнергии тратится на освещение. В этом контексте представляется весьма актуальным использование современных световых технологий, которые дают возможность сэкономить до 40 % потребляемой электроэнергии [1].

Целью выпускной квалификационной работой является разработка концепции освещения дорог категории Б.

Задачи для ее реализации:

1. Ознакомится с нормами и правилами по освещению проезжей части и переходных тротуаров;
2. Ознакомиться со светотехническим оборудованием, используемым в условиях наружного освещения по тематике предстоящей работы;
3. Выполнить исследование и наблюдение месторасположения объекта, исследовать на предмет его состояния освещения в отсутствие дневного света;
4. Спроектировать модель дороги категории Б;
5. Произвести расчеты освещенности и проанализировать их;
6. Метод исследования (проектный).

1. Исследование систем наружного освещения

1.1 План проектирования систем наружного освещения

Наружное освещение – это один из основных показателей качества современной городской экосистемы. Решения в области освещения городской среды должны быть эффективными и надёжными, учитывать специфику расположения объектов и сложившуюся инфраструктуру, а главное обеспечивать безопасность и комфорт для жителей города.

Проектирование систем наружного освещения – это тема, требующая системного подхода. Нужно разобрать как освещения автотранспортных путей, так и пути передвижения пешеходов. Для грамотного подхода к решению вопросов необходимо исследование нормативных требований, а также характеристики действующих осветительных установок (ОУ) [2].

Во время конструирования и установки наружного освещения требуется обеспечить:

- надёжность работы приборов освещения;
- экономный расход электроэнергии;
- удобное обслуживание и управление устройствами;
- приведенные величины качественных и количественных характеристик осветительных установок.

Выбор опор и типа световых устройств осуществляется с учетом архитектурно-планировочных свойств освещаемого участка и его восприятия днем и вечером.

Разработка проекта дорог и проезжей части улиц представляет собой масштабную и длительную работу и выполняется в несколько этапов:

1. Исследование улицы или дороги. На этом этапе фиксируются такие детали:

- тип дорожного покрытия;
- места проезжей части, где могут оказаться люди;
- пересечения с другими улицами;
- пешеходные переходы.

2. Установление категории дороги или улицы. Разделение на группы осуществляется в зависимости от назначения, транспортных параметров, скорости перемещения транспорта и числа полос движения дороги (улицы).

Выделяют такие категории:

- А1...А4 – магистрали общегородского значения;
- Б1, Б2 – районные дороги;
- В1...В3 – местная проезжая часть.

3. Выбор освещенности. К каждому типу дороги прикреплена нормируемая яркость дорожного покрытия и степень освещенности.

4. Выбор схемы расположения приборов освещения. Размещение светильников наружного освещения осуществляется на одном этапе с расчетом освещенности. Устройства монтируют на специальных опорах освещения, опорах сети городского электротранспорта, столбах линий электропередачи или подвешивают на тросах.

5. Расчет яркости и освещенности. Параметры уличного освещения рассчитываются посредством компьютерных программ. Коэффициент запаса принимают от 1,5 до 1,7.

1.2 Нормативные требования, предъявляемые к наружному утилитарному освещению

Два очень важных требования, которые предъявляются к системе уличного освещения — энергоэффективность и регламентированность соответствующим нормативным документам (ГОСТ, СНиП и др.). Энергоэффективной системой управления уличным освещением является такая система, которая будет поддерживать нормативный уровень освещенности дорог и тротуаров при наименьших затратах электроэнергии, обеспечивая при этом качественный уровень жизни людей.

Осветительные установки пешеходных переходов, улиц и дорог, нормируются согласно требованиям, изложенным в СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*», документ устанавливает нормы естественного, искусственного и совмещенного освещения зданий и сооружений, а также нормы искусственного освещения жилых зон, площадок предприятий и мест производства работ вне зданий.

ГОСТ Р 55706-2013 «Освещение наружное утилитарное. Классификация и нормы» устанавливает классификацию и нормы освещения объектов улично-дорожной сети. ГОСТ Р 55707-2013 «Освещение наружное утилитарное. Методы измерения нормируемых параметров», устанавливает методы измерения нормируемых параметров. ГОСТ Р 55708-2013 «Освещение наружное утилитарное. Методы расчета нормируемых параметров» устанавливает методы расчета нормируемых параметров.

В соответствии с СП 52.13330.2016 улицы подразделяются на типы и подтипы: А – магистральные дороги и улицы общегородского значения, они в свою очередь делятся на 4 подтипа - А1, А2, А3 и А4; Б – магистрали и улицы районного значения, с подтипами Б1 и Б2; В – улицы и дороги

местного значения, которые подразделяются на В1, В2 и В3. В таблице 1 представлены нормируемые параметры для каждой категории улиц.

Таблица 1: Нормируемые показатели освещения улиц и дорог городских населенных пунктов с регулярным транспортным движением

Класс объекта	Средняя яркость дорожного покрытия L_{cp} , кд/м ² , не менее	Общая равномерность яркости дорожного покрытия U_0 , не менее	Продольная равномерность яркости дорожного покрытия U_1 , не менее	Пороговое приращение яркости T_1 , %, не более	Средняя освещенность дорожного покрытия E_{cp} , лк, не менее	Равномерность освещенности дорожного покрытия U_h , не менее	Коэффициент пульсации освещенности K_n , % не менее	Относительная удельная мощность при нормируемой освещенности D_p , мВт м ⁻² лк ⁻¹ , не более
A1	2,00	0,40	0,70	10	30,0	0,35	15	60
A2	1,60			10	20,0			50
A3	1,40			12	20,0			45
A4	1,20			12	20,0			45
Б1	1,20	0,40	0,60	12	20,0	0,35	15	45
Б2	1,00			15	15,0			53
В1	0,80	0,40	0,50	15	15,0	0,25	15	50
В2	0,60	0,40	0,50	15	10,0			50
В3	0,40	0,35	0,40	20	6,0			50

Предусмотрены также требования к равномерности распределения нормируемых характеристик (в ряде случаев) к вертикальной и средней полуцилиндрической освещенности. Значения средней яркости и освещенности определяются в функции двух параметров: категории улицы или дороги; наибольшей интенсивности движения транспорта в обоих направлениях.

Также огромную роль для безопасного дорожного движения оказывают осветительные установки примыкающих к дорогам территории, такие как пешеходные дорожки и тротуары. Исходя из СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*» средняя освещенность на покрытии тротуара, примыкающего к проезжей части улицы, дороги или площади, должна быть не менее половины средней освещенности на покрытии ближайшей к тротуару полосы движения.

Нужно также учитывать и пространство для движения пешеходов. Освещение пешеходных пространств следует проектировать исходя из нормы средней горизонтальной освещенности и равномерности ее распределения на дорожном покрытии. Для пешеходных улиц исторической части города среднее значение полуцилиндрической освещенности должно быть не менее 6,0 лк, а минимальное не менее 2,0 лк.

Слепящее действие светильников для освещения пешеходных улиц, парковых зон, скверов, бульваров и т.д. на зрительный аппарат пешеходов регламентируется высотой установки. Она должна быть не менее 4,5 м при световом потоке источника света до 4 клм, от 4,5 м до 6 м при световом потоке 5,5 клм и не менее 6 м при световом потоке более 7 клм, исходя из [5].

Освещенность пешеходных пространств нормируется согласно [5], данные приведены в таблице 2.

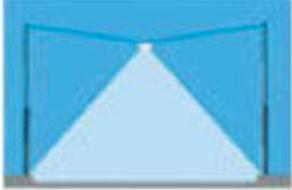
Таблица 2 – Классификация и нормируемые показатели освещенности пешеходных пространств

Класс объекта по освещению	Освещаемые объекты	Нормируемые показатели	
		Е _{ср} , лк, не менее	Е ₀ , не менее
П1	Площадки перед входами культурно-массовых, спортивных, развлекательных и торговых объектов	20,0	0,30
П2	Главные пешеходные улицы исторической части города и основных общественных центров административных округов, непроезжие и предзаводские площади и места отдыха во дворах	10,0	0,30
П3	Пешеходные улицы: главные и вспомогательные входы парков, санаториев, выставок и стадионов	6,0	0,20
П4	Тротуары, отделенные от проезжей части дорог и улиц: основные проезды микрорайонов, подъезды, подходы и центральные аллеи детских, учебных и лечебно-оздоровительных учреждений	4,0	0,20
П5	Второстепенные проезды, двory и хозяйственные площадки на территориях микрорайонов, боковые аллеи и вспомогательные входы общегородских парков административных округов	2,0	0,10
П6	Боковые аллеи и вспомогательные входы парков административных округов	1,0	0,10

1.3 Техника освещения городских пространств

В наше время существует несколько основных схем расположения опор освещения, они приводятся в таблице 3. Выбор какой-либо схемы зависит от геометрических характеристик освещаемого участка. Самая важная характеристика — это ширина проезжей части, но также нужно учитывать и другие факторы; число полос движения, наличие разделительной полосы, ширина разделительной полосы, также наличие и ширина обочины.

Таблица 3 – Схемы расположения опор освещения

№№	Ширина проезжей части, м	Схема расположения СП	Схема установки	Способ установки
1	6-18	Односторонняя		На опорах с одной стороны проезжей части
2	12-18	Осевая		На тросах по оси проезжей части
3	18-48	Двухрядная		На опорах с двух сторон проезжей части
4	24-48	Двухрядная по оси улицы		На опорах на разделительной полосе

5	18-48	Четырехрядная		На опорах с двух сторон проезжей части с дополнительными кронштейнами для освещения тротуаров
6	48-100	Четырехрядная		На опорах с двух сторон проезжей части и на разделительной полосе

1.4 Виды световых приборов, применяемые для уличного освещения

Современное уличное освещение в жизни человека имеет очень важное значение. Светильники, которые установлены на столбах, мачтах, на путепроводах значительно увеличивают общую оптическую видимость, что особенно важно в темное время суток. Достаточное количество света и фонарей необходимо на огромных улицах крупного города и во дворах относительно небольших по площади населенных пунктов [4].

Ранее в качестве эффективного уличного освещения использовались одинаковые по методу распространения света и по внешнему виду фонари.

Сейчас уличное освещение отличается разнообразием и универсальностью, а виды уличного освещения и светильники насчитывают не один десяток типов различного размера, сфер применения и используемых в них ламп [9].

Наружное освещение отличается от применимого в помещении по определенным техническим характеристикам, по методу установки, а также по внешним дизайнерским решениям. Данные приоритеты определяют основные особенности выбора современных уличных ламп. Например, в отличие от главного критерия — цветность, который принимается во внимание при выборе светильников для помещения, при выборе уличных ламп они не имеют никакого значения, только лишь мощность.

Еще одним, не менее важным показателем, который заслуживает особого внимания, является срок эксплуатации ламп. Важность этого фактора основана на том, что осуществление замены ламп уличного освещения является занятием достаточно трудоемким. Требуется привлечение специального оборудования и техники. Возможность долговременного применения источника света является преимуществом, которым просто обязаны обладать все наружные осветительные установки [12].

1.5 Сравнение источников света и световых приборов для дорожного освещения

Для УО целесообразно применение эффективных ИС, эффективность в данном случае определяется высоким значением световой отдачи и долгим сроком службы. В таблице 4 приводится сравнение ламповых ИС (сюда входят ДНАТ, ДРЛ и ДРИ) и светодиодных (LED).

Таблица 4. Сравнение ИС, применяющихся в УНО

Тип ИИ / Характеристики	ДНАТ низкого давления	ДНАТ высокого давления	ДРЛ	ДРИ	LED
Световая отдача, лм/Вт	до 200	до 150	30-60	70-95	до 160
Срок службы, ч	до 30000	до 30000	до 12000	до 15000	до 100000
Цветопередача	низкая	хорошая	хорошая	высокая	высокая
Наличие ртути	нет	минимально	есть	есть	нет
Возможность диммирования	нет	нет	нет	нет	есть

1.6 Системы управления освещением

Системы управления освещением (СУО) – гибкий инструмент по сокращению потребления энергетических ресурсов и повышению экономической эффективности УНО. Подобные системы позволяют программировать время включения и выключения ОУ, плавно регулировать световой поток ИС, способны работать как с оператором, так и без него.

Рассмотрим более подробно СУО, они подразделяются на работающие с оператором – автоматизированные системы управления освещением (АСУ) и без него – системы автоматического управления (САУ).

Обратимся к АСУ, подобные системы можно классифицировать по нескольким вариантам реализации.

Первый вариант – по заданному графику, график заранее программируется в специальном контроллере, в соответствии с астрономическими наблюдениями, что позволит управлять УО в соответствии с длиной светового дня. Основными недостатками данной системы являются:

- Отсутствует возможность приспособиться к внешним условиям;
- Исключительно ручная настройка;
- Отсутствует связь с элементом управления;

Отсутствие возможности подстраиваться под внешние условия подразумевает невозможность изменять уровень потребления электроэнергии (а вместе с тем и уровень светового потока) при увеличении или снижении уровня освещенности от прочих источников света.

Ручная настройка как недостаток АСУ, работающих по заданному графику, ограничивает возможность оперативной коррекции элемента управления ОУ, кроме того, сама процедура регулировки является сложной и требующий подхода квалифицированного специалиста.

Отсутствие связи элемента управления с контролирующим органом как негативный фактор – есть отсутствие контроля работы ОУ, который бы позволил своевременно решать возникающие проблемы.

Но несмотря на рассмотренные негативные черты, АСУ с заданным графиком обладают и своими преимуществами:

- Экономичность;
- Точность срабатывания;
- Отсутствие обратной связи.

АСУ, работающие по указаниям датчиков освещенности и/или движения. При наличии достаточной чувствительности датчиков возможна установка оптимального режима работы ОУ. Датчики срабатывают

оперативно и в режиме реального времени передают сигнал подконтрольному ИС.

Обратимся к САУ, которые иначе называются интеллектуальными системами. Каждая опора освещения оборудуется контроллером (управляющим элементом), с помощью которого, в центре управления ОУ производится регулировка светового потока, а так же включение/выключение СП.

Интеллектуальные системы управления, обязательно обладают системами обратной связи, это связано с тем, что обработка данных обязана осуществляться от каждого СП, входящего в САУ. Регулировка потребляемой мощности в подобных системах бывает двух видов – индивидуальной и групповой.

Групповая применяется при наличии одного источника питания, подобные сети так же называют неразветвленными, в них все СП в один момент времени, могут находиться либо во включенном положении, либо в выключенном. К групповым сетям, так же относят пофазное подключение СП.

Индивидуальное регулирование применяется, если необходимо управлять каждым СП, подключенным к сети. Для решения подобной задачи СП оснащают коммутационным аппаратом, который в свою очередь поможет включать или отключать данный СП, регулировать потребляемую им мощность, в независимости от прочих, входящих в сеть СП.

2. Методы и техника проектирования наружного утилитарного освещения

2.1 Методика создания трехмерных объектов

Светотехническое проектирование, на сегодняшний день, немислимо без применения компьютерных программ, которые проникли во все стадии проектирования, начиная с составления технического задания, и заканчивая оформлением всей необходимой документации по проекту.

Специализированные светотехнические программы выступают в качестве одного из основных инструментов для моделирования освещения.

Светотехническое проектирование состоит из трех этапов. Первый этап состоит в геометрическом моделировании освещаемого объекта, то есть создания трехмерной модели на основе имеющихся чертежей, фотографий и прочей информации. На втором этапе производится светотехнический расчет с выбором светового оборудования. На заключительном третьем этапе выполняется вывод расчетной документации по проекту.

Благодаря использованию современных программ автоматизированного проектирования осветительных установок (ОУ) появляется возможность не только произвести расчет параметров освещения, но визуализировать результаты данного расчета. В этом случае, освещение будет соответствовать с принятыми нормами и правилами.

В данной работе моделирование проекта и расчет его светотехнических параметров производились в программе Dialux.

2.2 Методика проведения измерений

Равномерность распределения освещенностей определяется как отношение минимального значения к максимальному и минимального к среднему.

Измерения освещенности проводятся в контрольных точках сетки, которая накладывается на дорожное полотно как показано на рисунке 1. Техническое пособие рекомендует проводить индивидуальное измерение для каждой полосы дорожного полотна, устанавливать равное расстояние между контрольными точками.

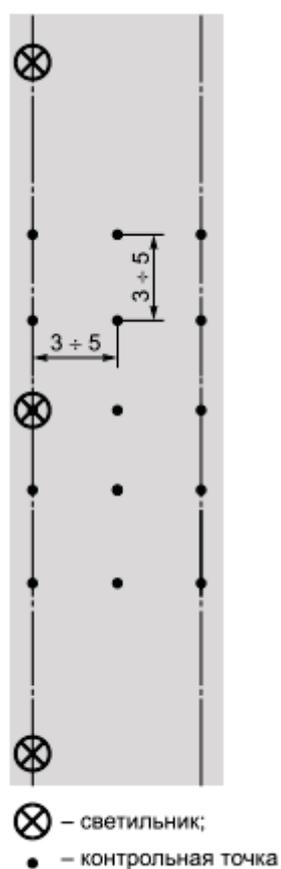


Рисунок 1 – Измерения освещенности в контрольных точках.

2.3 Используемые световые приборы

Компания «Световые Технологии» — один из ведущих производителей светотехнического оборудования в России и странах СНГ. Основная сфера деятельности — разработка и производство световых приборов общего и специального назначения [3]. Каталог торговой марки крайне разнообразен.

Компания выпускает модели светильников как для наружного освещения, так и для внутреннего. Фабрики производства расположены не только в странах СНГ, но также и в Европе и Азии. Производство по уровню и разнообразию технологического оборудования не уступает европейским производителям. Выпускаемая продукция конкурирует по качеству с лучшими европейскими аналогами. Все создаваемое световое оборудование отвечает не только российским стандартам, но и международным.

Наиболее подходящие для проектной работы, являются светодиодные светильники марки FREGAT LED мощностью 35-145Вт., FREGATLED (EXTREME) мощностью 55-110 Вт. Первый вид светильников создан для пешеходного пространства, второй для освещения дорог различных категорий. Технический паспорт изделий представлен в приложениях А и Б.



Рисунок 2. а) FREGAT LED б) FREGAT LED (EXTREME)

На системах уличного и магистрального освещения лежит большая нагрузка — ежедневная эксплуатация приборов требует больших финансовых затрат. В сравнении с традиционными источниками света наружные LED –светильники экономят до 70% электроэнергии, что представляет большую выгоду для коммунальных хозяйств [10].

К основным преимуществам светодиодных светильников для наружного освещения относится:

- **Высокая энергоэффективность.** Приборы имеют низкое энергопотребление, что позволяет подключить большее количество светоточек, не повышая мощности питающих подстанций. Кроме того, для установки наружных светодиодных светильников требуются кабели малого сечения, а это существенно снижает расходы на закупку сопутствующего оборудования;

- **Долговечность.** В течение 50 000 часов работы (гарантированного срока службы светодиодов) приборам не требуется ремонт и техническое обслуживание;

- **Широкий диапазон рабочих температур.** Светильники для наружного LED-освещения бесперебойно работают и в жару, и в сильные морозы — у отдельных моделей крайние температурные показатели составляют +/- 60°C;

- **Высокая степень защиты от влаги и пыли.** Корпус светильников герметично соединен с рассеивателем. Это обеспечивает полную защиту внутренних компонентов от негативного воздействия ветра и атмосферных осадков;

- **Оптимальная цветовая температура (4000–5000 К).** Контрастное освещение холодным белым светом позволяет водителям и пешеходам безопасно передвигаться в темное время суток [11].

2.4 Требования основных пользователей к наружному искусственному освещению улиц

Первостепенной задачей освещения является предоставление людям хороших условий для выполнения зрительных задач. Экономия электроэнергии на освещение не должна осуществляться за счет снижения уровня норм освещенности, отключения части осветительных приборов или отказа от использования искусственного освещения при недостаточном уровне естественного света, поскольку уменьшение освещенности приводит к снижению зрительной реакции, ухудшению психофизиологического состояния людей, повышению травматизма, снижению производительности труда и качества продукции.

В настоящее время можно выделить три основные группы пользователей наружного освещения улиц и дорог: водители автотранспорта, пешеходы и жители окружающих домов. В таблице 5 представлены основные их требования к искусственному освещению улиц.

Таблица 5 — требования основных пользователей к наружному искусственному освещению улиц населенных пунктов

Водители автотранспорта	Пешеходы	Жители
Хорошая видимость проезжей части, своевременное обнаружение препятствий, пространственная ориентация	Хорошая видимость маркировки, разметки, препятствий и хорошее восприятие человеческого лица	Отсутствие засветки в окнах жилых и лечебных зданий

В настоящее время одна из основных групп пользователей систем уличного искусственного освещения – это водители автотранспорта. Для

этой категории граждан улица является местом работы, что определяет ограниченную степень свободы. Следует отметить, что их восприятие дороги происходит в динамике. По сравнению с пешеходами у водителя гораздо меньше времени, чтобы распознать потенциальное препятствие и принять соответствующее решение.

Очевидно, что несвоевременное обнаружение препятствий может стать причиной самых фатальных происшествий, угрожать жизни и здоровью самого водителя и окружающих.

Опираясь на это, можно сделать заключение, что водители механизированного транспорта находятся в более тяжелых условиях, чем остальные пользователи искусственного освещения улиц.

Таким образом, обеспечение безопасности движения автотранспортных средств – первоочередная задача, стоящая при нормировании параметров наружного освещения улиц.

Основные критерии, которым должно отвечать уличное освещение [13]:

1. Видимость.

Обеспечение нормальных зрительных условий для водителей и пешеходов, а также оптимальные количественные и качественные параметры освещения, которые регламентируются действующими нормами. Более высокий уровень горизонтальной освещенности, сопровождаемый также повышением вертикальной освещенности в зонах с присутствием пешеходов, способствует лучшему визуальному восприятию пространства.

2. Безопасность.

Практика показывает, что при правильном и качественном освещении городских территорий, уровень травматизма и число ДТП снижается в несколько раз. Из данных исследований видно, что общее количество ДТП может быть уменьшено на 30%, а число происшествий на дорогах

государственного значения и в зонах особой опасности, таких как перекрёстки – на 45%. Ночное время, по статистике, намного более опасное в плане ДТП, чем дневное. Значительно снизить число ДТП можно с помощью удвоения средней яркости дорожного покрытия.

Из вышесказанного следует, что в городской среде необходимо хорошее наружное освещение. Водители при управлении автомобилем чувствуют себя более уверенно и намного быстрее могут различать препятствия, встречающиеся на дороге. Пешеходам искусственное освещение также увеличивает зону видимости, помогает вовремя заметить преграды: ступени, пандусы, лед и т. д.

3. Защищенность.

Усиление внимания к проблеме освещенности связано и с тем, что акты насилия и преступления против собственности в основном происходят в темных уединенных местах.

4. Эстетика.

Хорошее наружное освещение городов позволяет в темное время суток обеспечить выявление светом архитектуры городских ансамблей, зданий и культурно-бытовых объектов и совместно со световой рекламой и иллюминацией создать внешний облик современного города.

5. Общественная функция освещения.

Гармоничная световая среда создает благоприятный психологический климат, который оказывает позитивное воздействие на реализацию социальных функций и считается посылом для оживления городской среды.

6. Экономика.

Качество освещения высокого уровня – экономически выгодно. При качественном освещении:

- растут доходы от вечернего туризма;

- происходит развитие светотехнической отрасли, продажа ее продукции, рост занятости в сфере обслуживания;
- увеличиваются отчисления в городской бюджет от дополнительного товарооборота и расширения объемов и качества услуг в освещаемых и благоустроенных зонах.

Основные задачи, которые требуется решать при проектировании установки наружного освещения:

- обеспечение общей равномерности яркости и освещенности дорожного покрытия;
- обеспечение уровня освещенности, необходимого для достоверного и своевременного восприятия дорожной ситуации;
- обеспечение допустимого уровня прямой и отраженной блескости;
- обозначение направления движения транспорта и пешеходов.

Хорошие условия труда и здоровая среда обитания являются основой благосостояния и продуктивности современного общества. Поэтому основной проблемой, стоящей перед светотехнической промышленностью, состоит в равновесии между качеством и энергоэффективностью освещения.

2.5 Объект исследования

В 2020 году произошла реконструкция улицы Усова. На отрезке ул. Белинского до ул. Вершинина пешеходной зоны была установлена технология умного светодиодного городского освещения с системой управления и регулировкой яркости света. Всего на территории установлено 115 светильников вдоль всей пешеходной зоны: подсвечиваются крупномерные деревья, скамейки, фонари также установлены на протяжении всей пешеходной зоны для комфортного передвижения людей (рисунок 3).



Рисунок 3 – Световые приборы на пешеходном пространстве улицы Усова

Важным критерием при оценке качества городской среды является ее технологичность и эффективное расходование ресурсов. Поэтому при создании пешеходной зоны по ул. Усова были внедрены энергоэффективные уличные светодиодные светильники TownTune от компании Signify (бывшей Philips Lighting).

Кроме того, светильники оборудованы дополнительным модулем управления, который позволяет контролировать включение и выключение освещения в соответствии с заданным расписанием. На основе положения GPS модуль может автоматически определять закат и восход солнца в течение года. На основании этого устройство может включать и выключать свет. Кроме того, устройство автоматически распознает переход на летнее время для полной синхронизации с местным временем [14].

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

В этом разделе будет произведена оценка проекта с точки зрения ресурсоэффективности и ресурсосбережения, чтобы доказать перспективность разработки и ее коммерческую ценность. Раздел направлен на решение следующих задач:

- оценка коммерческого потенциала научно-исследовательской работы;
- планирование НИР;
- расчет бюджета работы;
- определение ресурсной, и финансовой эффективности исследования

Цель данного раздела – оценка полных денежных затрат, необходимых для разработки концепции освещения дорог категории Б и оценка потенциальных результатов внедрения в систему магистрального освещения автомобильных дорог, а также планирование работ по научно-исследовательскому проекту.

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

4.1.1 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку

сравнительной эффективности научной разработки и определить направления

для ее будущего повышения. В качестве объектов сравнения были рассмотрены осветительные установки:

Вариант 1 – Разрабатываемый проект ;

Вариант 2 – Осветительная установка LIGHTINGTECHNOLOGIES 1332000660 INSEL LB/R LED 80 D140 Ex 5000K

Вариант 3 – Осветительная установка INSELLB/R 80 D140 Ex 5000K

Детальный анализ конструктивного исполнения необходим, т.к. каждый тип конструктивного исполнения имеет свои достоинства и недостатки. Данный анализ производится с применением оценочной карты, приведенной в таблице 1. Экспертная оценка производится по техническим характеристикам и экономическим показателям по 5 бальной шкале, где 1 – наиболее низкая оценка, а 5 – наиболее сильная. Общий вес всех показателей в сумме должен составлять 1

Таблица 1 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Вар.1	Вар.2	Вар.3	Вар.1	Вар.2	Вар.3
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобство монтажа	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3
2. Удобство в эксплуатации	0,05	4	5	3	0,15	0,1	0,2
3. Уровень защищённости	0,1	3	2	4	0,3	0,5	0,2
4. Надежность	0,14	4	3	3	0,56	0,42	0,42

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Вар.1	Вар.2	Вар.3	Вар.1	Вар.2	Вар.3
1	2	3	4	5	6	7	8
5. Простота конструкции и ремонтпригодность	0,1	3	5	4	0,3	0,5	0,4
6. Световой поток	0,15	5	3	3	0,6	0,36	0,48
7. Безопасность	0,12	3	4	4	0,45	0,5	0,5
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена сырья	0,11	5	4	4	0,65	0,52	0,52
2.Предполагаемый срок эксплуатации	0,06	5	4	4	0,35	0,28	0,35
3. Затраты на ремонт	0,07	3	3	4	0,18	0,3	0,24
Итого	1	39	37	36	3,94	3,88	3,61

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания, определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_j$$

где K – конкурентоспособность проекта;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_j – балл показателя.

Как показал анализ конкурентных технических решений показал, что вариант устройства №1 является наиболее подходящим и является наиболее выгодным и эффективным.

4.1.2 SWOT-анализ

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде (Таблица 2).

Таблица 2 – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1: более высокая эффективность освещения в условиях тумана и нормальных условиях;</p> <p>С2: Повышенная эргономичность – улучшенная защита от бликов; С3: Улучшенная противоударная и антивандальная защита;</p> <p>С4: Гибкость в использовании благодаря различному формфактору для разных сценариев;</p> <p>С5: Экологичность за счет использования светодиодных ламп</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1: Требуется демонтаж стандартной системы освещения и замена на новую;</p> <p>Сл2: Необходимо протестировать множество вариантов установки, форм и мощностей ламп в реальных условиях;</p> <p>Сл3: Отсутствие стандартов тестирования освещения в тумане и универсальных требований к установке низкоуровневых светильников;</p> <p>Сл4: Необходима поддержка администрации для введения светильников в эксплуатацию;</p> <p>Сл5: возникает противоречие между организацией качественного пространственного освещения и освещением высокой направленности.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1: Курс правительства и администрации на улучшение безопасных условий вождения;</p> <p>В2: Применение светильников в местах с экстремальными погодными условиями;</p> <p>В3: Сотрудничество с дорожными службами;</p>		

<p>В4: Поддержка со стороны водителей;</p> <p>В5: Введение международных норм уровня освещения в условиях низкой видимости.</p>		
<p>Угрозы:</p> <p>У1: Отсутствие поддержки администрации ввиду нехватки бюджетных средств;</p> <p>У2: Сложности в поиске производства, соответствующего требованиям качества продукции;</p> <p>У3: Непринятие новой системы освещения водителями и пешеходами;</p> <p>У4: Недостаток финансового обеспечения для завершения исследования;</p> <p>У5: Препятствия со</p>		

стороны законодательства		
-----------------------------	--	--

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

Это соответствие или несоответствие помогают выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. Интерактивная матрица проекта представлена в таблице № 3.

*Таблица 3 – Интерактивная матрица проекта соотношения сильных сторон
к возможностям проекта*

	C1	C2	C3	C4	C5
B1	+	+	+	-	-
B2	+	+	0	0	-
B3	0	-	+	+	-
B4	+	+	-	-	-
B5	+	0	-	0	-

*Таблица 4 - Интерактивная матрица проекта соотношения слабых
сторон к возможностям проекта*

	Сл 1	Сл 2	Сл 3	Сл 4	Сл 5
B1	+	-	+	+	-
B2	-	+	+	-	+
B3	+	+	-	0	-
B4	-	+	-	0	+
B5	+	-	+	+	0

*Таблица №5-Интерактивная матрица проекта соотношения сильных сторон
к угрозам проекта*

	C1	C2	C3	C4	C5

У1	0	0	0	0	-
У2	+	-	+	-	-
У3	+	+	+	+	+
У4	+	-	+	-	-
У5	-	-	-	-	-

Таблица №6-Интерактивная матрица проекта соотношения слабых сторон и угроз проекта

	Сл 1	Сл 2	Сл 3	Сл 4	Сл 5
У1	+	0	0	+	-
У2	-	0	+	-	0
У3	-	-	+	0	+
У4	-	+	0	-	-
У5	+	-	+	+	0

После того как сформулированы четыре области SWOT переходят к реализации второго этапа. В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT (таблица –7).

Таблица 7 – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проект:</p> <p>С1: более высокая эффективность освещения в условиях тумана и нормальных условиях;</p> <p>С2: Повышенная эргономичность – улучшенная защита от бликов; С3: Улучшенная противоударная и антивандальная защита;</p> <p>С4: Гибкость в использовании</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1: Требуется демонтаж стандартной системы освещения и замена на новую;</p> <p>Сл2: Необходимо протестировать множество вариантов установки, форм и мощностей ламп в реальных условиях;</p> <p>Сл3: Отсутствие стандартов тестирования освещения в</p>
--	--	--

	<p>благодаря различному формфактору для разных сценариев;</p> <p>С5: Экологичность за счет использования светодиодных ламп</p>	<p>тумане и универсальных требований к установке низкоуровневых светильников;</p> <p>Сл4: Необходима поддержка администрации для введения светильников в эксплуатацию;</p> <p>Сл5: возникает противоречие между организацией качественного пространственного освещения и освещением высокой направленности.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1: Курс правительства и администрации на улучшение безопасных условий вождения;</p> <p>В2: Применение светильников в местах с экстремальными погодными условиями;</p> <p>В3: Сотрудничество с дорожными службами;</p> <p>В4: Поддержка со стороны водителей;</p> <p>В5: Введение международных норм уровня освещения в условиях низкой видимости.</p>	<p>В1С1С2С3 – Повышение спроса на разработку;</p> <p>В2В4С1С2 – Повышение безопасности вождения на автодорогах; В3С3С4 – Снижение сложности настройки и частоты ремонта;</p> <p>В5С1С2 - Задание нового стандарта магистрального освещения в России.</p>	<p>В1В5Сл3Сл4 – Потребуется убедить правительство в эффективности и необходимости разработки;</p> <p>В2Сл2Сл3Сл5 – Возникает необходимость самостоятельного выведения критериев оценки и проведения тестов; В3Сл1Сл2 – Поддержка дорожных служб поможет в тестировании и выявлении скрытых особенностей монтажа и настройки;</p> <p>В4Сл2Сл5 – Водители могут помочь провести тестирование в реальных условиях;</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1: Отсутствие</p>	<p>У2У4С1С3 – Для обеспечения высокого качества необходимо</p>	<p>У1Сл1Сл4 – В случае недостатка бюджетных</p>

<p>поддержки администрации ввиду нехватки бюджетных средств;</p> <p>У2: Сложности в поиске производства, соответствующего требованиям качества продукции;</p> <p>У3: Непринятие новой системы освещения водителями и пешеходами;</p> <p>У4: Недостаток финансового обеспечения для завершения исследования;</p> <p>У5: Препятствия со стороны законодательства</p>	<p>обеспечить производство достаточным количеством средств и найти подходящих поставщиков; У3С1С2С3С4С5 – Страха перед нововведением у людей может не возникнуть, если разработка будет достаточно качественной и продуманной;</p>	<p>средств, проект можно переориентировать на западный рынок. У2Сл3 – Необходимо предоставить производству свои критерии и методы тестирования; У3Сл3Сл5 – Потребуется доказательство эффективности системы для ее принятия водителями; У4Сл2 – Необходимо провести поиск дополнительных средств на рынке стартапов; У5Сл1Сл3Сл4 – Необходимо составить новый набор стандартов на основе данных исследования.</p>
--	--	---

Результаты SWOT-

анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Выбор направления исследования	1	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	2	Выбор направления исследований	Инженер
	3	Календарное планирование работ по теме	Инженер
Разработка технического задания	4	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Изучение литературы и патентный поиск	Инженер
	6	Составление требований к разработке	Инженер

	7	Концептуализация и эскизирование	Инженер
	8	Визуализация и макетирование	Инженер
	9	Оценка соответствия результата требованиям	Инженер
Обобщение и оценка результатов	10	Определение целесообразности проведения НИР	Научный руководитель
Разработка технической документации и проектирование	11	Разработка чертежа и твердотельной модели	Инженер
	12	Оценка эффективности модели	Инженер
	13	Составление пояснительной записки	Инженер
	14	Проверка правильности выполнения ГОСТа пояснительной записки	Научный руководитель Инженер
Оформление отчета по работе	15	Согласование выполненной работы с научным руководителем	Научный руководитель Инженер
	16	Подведение итогов, оформление работы	Научный руководитель Инженер

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

Основная часть стоимости разработки проекта составляется из трудовых затрат, поэтому важно определить трудоемкость работ всех участников разработки проекта. Несмотря на то, что трудоемкость зависит от трудно

учитываемых параметров, т.е. носит вероятностный характер, ее можно определить экспертным путем, в «человеко-днях». Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости $t_{ожі}$ определяется по формуле:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (1)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни.

Поскольку на выпускную преддипломную практику отводится срок с 15 марта по 06 июня, а предзащита проводится 11 июня, максимальная трудоемкость выпускной квалификационной работы – 64 дня при 5-ти дневной рабочей неделе, а минимальная трудоемкость – 59 дней. Ожидаемая трудоемкость – 61 человеко-день.

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой i -ой работы в рабочих днях T_{pi} , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (2)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

Ψ_i – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой (4.3):

$$T_{ki.кал} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ – календарный коэффициент.

Коэффициент календарности на 2022 год: $365/(365-118)=1,48$. Ожидаемая трудоемкость в календарных днях – 90 дней.

Таблица 9 – Временные показатели проведенного исследования

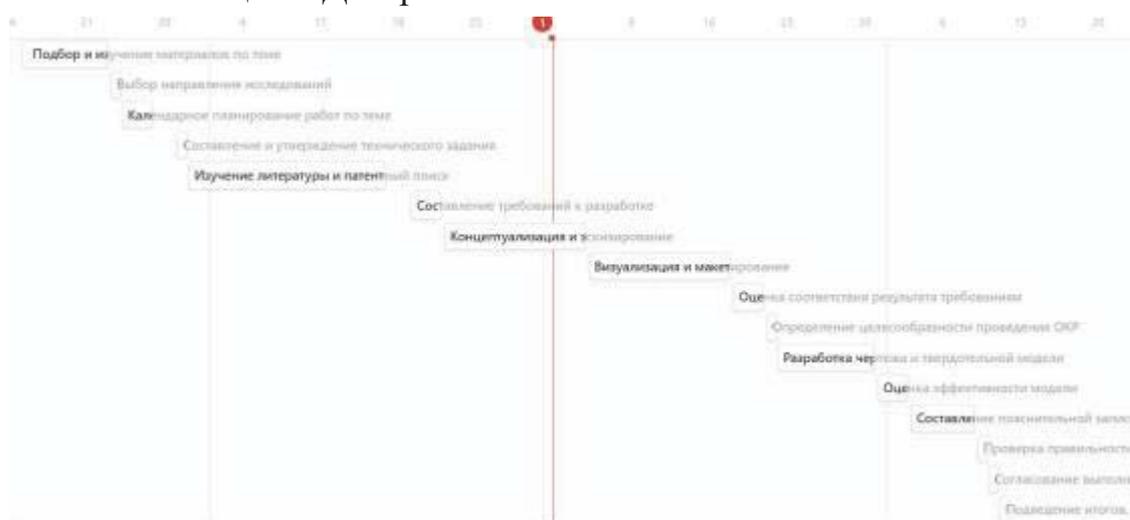
Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож}$, чел-дни					
	И	НР	И	НР	И	НР	И	НР	И	НР
Подбор и изучение материалов по теме	5	–	6	–	5.4	–	5.4	–	8	–
Выбор направления исследований	1	–	1	–	1	–	1	–	1	–
Календарное планирование работ по теме	3	–	3	–	3	–	3	–	4	–
Составление и утверждение технического задания	–	1	–	1	–	1	–	1	–	1
Изучение литературы и патентный поиск	12	–	13	–	12.4	–	12.4	–	18	–

к										
Составление требований к разработке	2	-	2	-	2	-	2	-	3	-
Концептуализация и эскизирование	8	-	10	-	8.8	-	8.8	-	13	-
Визуализация и макетирование	8	-	10	-	8.8	-	8.8	-	13	-
Оценка соответствия результатов требованиям	2	-	2	-	2	-	2	-	3	-
Определение цели соответствия проведения ОКР	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1
Разработка чертежа и твердой модели	5	-	7	-	5.8	-	5.8	-	9	-
Оценка эффективности модели	2	-	2	-	2	-	2	-	3	-
Составление пояснительной записки	4	-	4	-	4	-	4	-	6	-
Проверка правильности выполнения ГОСТа пояснительной записки	1	1	1	1	1	1	0.5	0.5	1	1

Согласование выполненной работы с научным руководителем	1	1	1	1	1	1	0.5	0.5	1	1
Подведение итогов, оформление отчета	5	1	5	1	5	1	2.5	0.5	1	1

По календарному плану, длительность работы в календарных днях составляет 86 дней. Разница с предварительной оценкой составила 4 дня и связана с погрешностью округления по дням. Календарный план-график в виде диаграммы Ганта на основании данных о работе в календарных днях позволяет визуализировать весь период разработки с разбивкой по работам. 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. График строится в виде таблицы с разбивкой по месяцам и кварталам за период времени выполнения научного проекта.

Таблица 10–Диаграмма Ганта



В результате выполнения подраздела был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оце-

нить и спланировать рабочее время исполнителей, а также рассчитано количество дней, в течение которых работал каждый из исполнителей.

4.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

- материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы НИР.

4.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты — это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

Данная часть включает затрат всех материалов, используемых при получении образца, нанесенного с покрытием Zr-Y-O. Результаты расчета затрат представлены в таблице 21.

Таблица 12–Материальные затраты

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во, ед.	Сумма, руб.
Комплекс канцелярских принадлежностей	340	2	680

Картридж для лазерного принтера	4000	1	4000
Итого:			4680

4.3.2 Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включаются затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости специального оборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

Таблица 13-Специальное оборудование для экспериментальных работ

Наименование оборудования	Количество единиц, шт.	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Компьютер с программой для 3D-моделирования	1	70000	70000
Светильники Fregat led	60	29090	1745000
Светильник Fregat led extreme	10	39178	391780
Опоры	60	27893	1673580
Опоры	10	34295	349250
Итого	4229610		

Расчет амортизации специального оборудования

Расчет амортизации производится на находящееся в использовании оборудование. В итоговую стоимость проекта входят отчисления на амортизацию за время использования оборудования в статью накладных расходов.

Таблица 14-Затраты на оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во ед.	Срок полезного использования, лет	Время использования, мес.	$N_A, \%$	Цена оборудования, руб.	Амортизация
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Компьютер с программой 3D-моделирования	1	5	0,1	20	70000	116
2.	Светильники Fregat led	60	5	0,1	20	1745000	2908
3.	Светильник Fregat led extreme	10	5	0,1	20	391780	652
4.	Опоры	60	5	0,1	20	1673580	2789
5.	Опоры	10	5	0,1	20	349250	582
Итого:		7047					

4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата $Z_{осн}$ одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (4.7)$$

где $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.; T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 15).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{он} = \frac{Z_m \cdot M}{F_o} = \frac{51285 \cdot 10,3}{246} = 2147,3 \text{ руб.}, \quad (4.8)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.; F_o – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

– при отпуске в 28 раб. дня – $M = 11,2$ месяца, 5-дневная рабочая неделя;

– при отпуске в 56 раб. дней – $M = 10,3$ месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{он} = \frac{Z_m \cdot M}{F_o} = \frac{33150 \cdot 11,2}{213} = 1743,1 \text{ руб.} \quad (4.9)$$

Должностной оклад работника за месяц:

– для руководителя:

$$Z_m = Z_{mc} \cdot (1 + k_{np} + k_o) k_p = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ руб.}$$

– для инженера:

$$Z_m = Z_{mc} \cdot (1 + k_{np} + k_o) k_p = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб.},$$

где Z_{mc} – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.; k_{np} – премиальный коэффициент, равен 0,3; k_o – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2; k_p – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 15 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	78	122
- выходные дни		

- праздничные дни		
Потери рабочего времени	56	24
- отпуск		
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	231	219

Таблица 16-Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$Z_{мс}$ руб	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$ руб	$Z_{дн}$ руб	$T_{р}$ раб.дн.	$Z_{осн}$ руб
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2147,3	5	10736,5
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1743,1	84	146420,4
Итого:								157156,9

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 10736,5 = 1073,65 \text{ руб.}$$

– для инженера:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 146420,4 = 21963,06 \text{ руб.}$$

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

4.3.4 Отчисления в внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления в внебюджетные фонды определяется по формуле: для руководителя:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3 \cdot (10736,5 + 1073,65) = 3543 \text{ руб.}$$

Для инженера:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3 \cdot (146420,4 + 21963,06) = 50514,918 \text{ руб}$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2022 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

4.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: печать ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи и т.д. Сумма 5 статьи затрат, рассчитанных выше, приведена в таблице ниже и используются для расчета накладных расходов.

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{кр} = (4680 + 7047 + 157156,9 + 23036,71 + 54057) \cdot 0,2 = 49195,8$$

где $k_{кр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

Таблица 17-Группировка затрат по статьям

Амортизация	Сырье, материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчислен на социальные нужды	Итого без накладных расходов	Накладные расходы	Итого бюджетная стоимость
7047	4680	157156,9	23036,71	54057	245977,61	49195,8	295173,41

4.4 Определение ресурсоэффективности исследования

Интегральный показатель финансовой эффективности научноисследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

В качестве вариантов исполнения были выбраны ближайшие аналоги:

- 1.Светильник SKYLINE 54 Вт

2. Проектор UM Sport2000HR8/19град. with HRSETCT1367001140

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (4.17)$$

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения.

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = 295173,41: 500000 = 0,59$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{500000}{500000} = 1$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.3}} = \frac{400000}{500000} = 0,8$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов выполнения НИР (I_{ri}) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 18).

Таблица 18 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки	Бальная оценка системы исполнения	Бальная оценка системы исполнения
			1	2

1.Безопасность прииспользованиис тановки	0,2	5	5	5
2.Стабильностьработы	0,2	5	5	5
3.Техническиехарактерис тики	0,3	4	5	3
4.Ремонтопригодность	0,15	4	4	3
5.Простотаэксплуатаци и	0,15	4	4	4
Итого:	1	4,4	4,55	3,95

Расчетинтегральногопоказателядляразрабатываемогопроекта:

$$I_{p1}=0,2\cdot5+0,2\cdot5+0,3\cdot4+0,15\cdot4+0,15\cdot4=4,4;$$

$$I_{p2}=0,2\cdot5+0,2\cdot5+0,3\cdot5+0,15\cdot4+0,15\cdot3=4,55;$$

$$I_{p3}=0,2\cdot5+0,2\cdot5+0,3\cdot3+0,15\cdot3+0,15\cdot4=3,95$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр.i}} \quad (20)$$

$$I_{исп1}=5,5$$

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}} = \frac{4,55}{5,5} = 0,83$$

Таблица 19-Сводная таблица показателей оценки ресурсоэффективности

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральныйфинансовыйпо казательразработки	0,59	1	0,8
2	Интегральныйпоказатель ресурсоэффективности разработки	4,4	4,55	3,95
3	Интегральный показательэффективности	5,5	4,55	4,25
4	Сравнительнаяэффективнос тьвариантов исполнения	1	0,83	0,71

Заключение финансового менеджмента

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации НИР как наиболее подходящего и оптимального по сравнению с другими.

2. В ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество календарных дней для выполнения работ составляет 89 дней; общее количество дней, в течение которых работал инженер, составляет 84 дней; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 5 дней;

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 295173,41руб;

4. Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,54, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,4, по сравнению с 4,55 и 3,95;

3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 5,5, по сравнению с 4,55 и 4,25, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.