

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

Институт физики высоких технологий
Направление подготовки (специальность) 12.03.02 «Оптотехника»
Кафедра лазерной и световой техники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование уличного освещения городского проспекта

УДК

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В21	Огарков Алексей Викторович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Коржнева Т.Г.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Грахова Е.А.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Назаренко О.Б.	Д.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Яковлев А.Н.	К.Ф.-М.Н.		

Томск – 2016 г.

Планируемые результаты обучения

Выпускник ООП по подготовке бакалавров «Опtotехника» должен демонстрировать результаты обучения (освоения программы), представленные в табл.2.

Таблица 2

Планируемы результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять глубокие естественнонаучные, математические, гуманитарные, общепрофессиональные знания в области опtotехники
P2	Воспринимать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области световой, оптической и лазерной техники, оптического и светотехнического материаловедения и оптических и светотехнических технологий
P3	Применять полученные знания для решения задач, возникающих при эксплуатации новой техники и технологий опtotехники
P4	Владеть методами и компьютерными системами проектирования и исследования световой, оптической и лазерной техники, оптических и светотехнических материалов и технологий
P5	Владеть методами проведения фотометрических и оптических измерений и исследований, включая применение готовых методик, технических средств и обработку полученных результатов
P6	Владеть общими правилами и методами наладки, настройки и эксплуатации оптической, световой и лазерной техники для решения различных задач
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Проявлять творческий подход при решении конкретных научных, технологических и опытно-конструкторских задач в области опtotехники
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности

P9	Уметь эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность <i>следовать корпоративной культуре</i> организации
P10	Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам научной, педагогической и производственной деятельности
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

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

Институт физики высоких технологий
Направление подготовки (специальность) 12.03.02 «Оптотехника»
Кафедра лазерной и световой техники

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой
_____ А. Н. Яковлев

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
4B21	Огарков Алексей Викторович

Тема работы:

Проектирование уличного освещения городского проспекта	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	12.06.2016г.
--	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования: проспект Кирова, город Томск (проезжая автомобильная часть, трамвайные пути, пешеходная зона аллеи). Фотографии объекта исследования, панорамные снимки.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке	1. Аналитический обзор литературных источников на тему: критерии оценки и компоненты искусственной световой среды города. 2. Аналитический обзор литературных источников на тему: проектирование установок наружного утилитарного освещения; техника освещения городских пространств; средства наружного утилитарного освещения улиц.

	3. Проведение энергетического обследования осветительной установки (ОУ) уличного освещения объекта исследования, анализ критериев и задач реконструируемой ОУ. 4. Разработка светопланировочной структуры дорожной и парковой территории, подбор методов и средств освещения, проектирование декоративного освещения. Обсуждение результатов выполненной работы 1 раз в месяц.
Перечень графического материала	Светотехнический раздел проекта: Трёхмерная модель объекта исследования, построенная в программе Dialux; План расположения осветительных приборов и график значений освещённостей.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	
Социальная ответственность	
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	20.09.2015г.
---	--------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Подпись	Дата
Ассистент	Т.Г. Коржнева		20.09.2015г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В21	А.В. Огарков		20.09.2015г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
4B21	Огарков Алексей Викторович

Институт	ИФВТ	Кафедра	ЛИСТ
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	12.03.02 «Оптотехника»

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	При проведении проекта используется материально-техническая база города Томска. В проекте задействованы 2 человека: руководитель проекта, инженер-разработчик
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность»
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления во внебюджетные фонды – 27,1 % от ФОТ, учитывая понижающую ставку согласно п.3 п.п.16 ст.149 НК РФ

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	1. Потенциальные потребители результатов проекта 2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	1. Планирование работ по проекту (цели и результат проекта, структура и перечень работ, разработка графика проекта) 2. Бюджет проектной работы
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Оценка сравнительной эффективности осветительной установки со светодиодными источниками света в сравнении с эффективностью осветительной установки с применением газоразрядных ламп

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>
2. <i>Диаграмма Ганта</i>
3. <i>Бюджет проекта</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент. Каф. МЕН	Грахова Е. А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В21	Огарков Алексей Викторович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4B21	Огарков Алексей Викторович

Институт		Кафедра	
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	12.03.02 «Оптотехника»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Вся работа по проектированию выполнялась на компьютере в компьютерном классе.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты).	Анализ вредных и опасных производственных факторов, Производственная санитария: шум, микроклимат, электромагнитное излучение, освещенность. Электрическая безопасность.

2. Экологическая безопасность: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Охрана окружающей среды.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	Пожарная безопасность: оценка пожарной безопасности помещения, мероприятия по устранению и предупреждению пожаров.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Организационные мероприятия при работе с компьютером.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор. Каф. ЭиБЖ	Назаренко О.Б.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4B21	Огарков Алексей Викторович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 73 с., 21 рис., 17 табл., 28 источников.

Ключевые слова: проектирование, установка наружного утилитарного освещения, энергоэффективность, светодиоды, проспект Кирова, город Томск.

Объектом исследования является участок проспекта Кирова в городе Томске.

Цель работы – разработка дизайн-проекта формирования искусственной световой среды города (Проспект Кирова, г. Томск) с учетом функционального освещения дорожного покрытия в зонах транспорта и пространств в пешеходных зонах, а также художественно-декоративного освещения.

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.

Степень внедрения: проведено исследование, сделаны рекомендации.

Область применения: уличное городское пространство.

Экономическая эффективность/значимость работы: данная работа послужит основой для дальнейшего изучения в области наружного утилитарного освещения городских пространств.

В будущем планируется проводиться дополнительные работы для улучшения и разработки осветительной установки на проспекте Кирова.

Оглавление

Введение.....	13
Глава 1. Формирование искусственной световой среды города.....	15
1.1 Критерии оценки световой среды города.....	15
1.2 Компоненты искусственной световой среды города.....	18
Глава 2. Методы и техника проектирования наружного утилитарного освещения.....	22
2.1 Проектирование установок наружного утилитарного освещения.....	22
2.2 Техника освещения городских пространств	24
2.3 Средства наружного утилитарного освещения улиц	25
Глава 3. Разработка светопланировочной структуры	30
3.1 Объект исследования.....	30
3.2 Исследование осветительной установки объекта исследования	31
3.3 Используемые осветительные приборы	35
3.4 Проектирование и реконструкция осветительной установки	36
3.5 Светотехнические расчеты новой осветительной установки.....	38
Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	41
4.1 Потенциальные потребители результатов проекта	41
4.2 Анализ конкурентных технических решений	42
4.3 Планирование проекта.....	44
4.3.1 Структура работ	44
4.3.2 Определение трудоёмкости выполнения работ	45
4.3.3. Разработка графика проекта.....	47
4.4. Бюджет проектной работы	50
4.4.1 Расчет материальных затрат проекта	50
4.4.2 Расчет амортизационных отчислений.....	51
4.4.3 Основная и дополнительная заработная плата	51
4.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые	52
4.4.5 Накладные расходы.....	53

4.4.6 Формирование бюджета затрат на реализацию проекта.....	53
4.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), социальной и экономической эффективности исследования	54
Глава 5. Социальная ответственность.....	56
5.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов	57
5.2 Производственная санитария.....	58
5.2.1 Шум	58
5.2.2 Микроклимат	59
5.2.3 Электромагнитное излучение	60
5.2.4 Освещенность	61
5.3 Электрическая безопасность.....	63
5.4 Пожарная безопасность	65
5.4.1 Оценка пожарной безопасности помещения.....	66
5.4.2 Мероприятия по устранению и предупреждению пожаров	67
5.5 Охрана окружающей среды	68
Заключение	71
Список литературы	72

Введение

Жизнь современных городов нельзя представить без искусственного освещения. У большинства жителей города свободное время их общение и отдых приходится на вечернее время, а для большинства людей и рабочее время совпадает с темным временем суток.

Актуальная потребность в профессиональном искусственном освещении в формировании визуальной полноценной в вечернее и ночное время городской среды связана со следующими обстоятельствами:

1. Эстетическое качество архитектуры города оценивается, первым делом, по визуальным впечатлениям, а они могут быть только, если есть достаточное освещение;

2. Высокое качество освещения экономически и социально рентабельно. Высокое качество может быть достигнуто только совместным решением всех взаимосвязанных систем освещения в городе. При данном освещении сокращается число всевозможных происшествий на дорогах, происходит понижение преступности и вандализма на улицах, скорость движения транспорта заметно увеличивается, происходит оживление экономической жизни, повышается безопасность окружающей среды, улучшается психологическая атмосфера и визуальный комфорт, что оказывает благоприятное воздействие на работоспособность жителей и их здоровье;

3. Искусственный свет является все более содержательным носителем информации, без которой в новом тысячелетии прогресс человеческой цивилизации не может быть достигнут. Свето-информационные технологии оказывают активное влияние на архитектуру города и на создаваемую среду, и постепенно это влияние будет увеличиваться.

Целью данной работы является проектирование утилитарного освещения участка проспекта Кирова в городе Томске, так же преследуется энергоэффективность и рентабельность данной работы.

Для достижения поставленной цели выполнялись следующие задачи:

1) Обзор литературы на тему: критерии оценки и компоненты искусственной световой среды города;

2) Изучение принципов проектирования установок наружного утилитарного освещения, техники освещения городских пространств, средств наружного утилитарного освещения улиц;

3) Разработать светопланировочные структуры дорожной и парковой территории, выполнив подбор методов и средств освещения, а также проектирование декоративного освещения;

4) Разработка проекта реконструкции наружной осветительной установки проспекта Кирова, города Томска (проезжая автомобильная часть, трамвайные пути, пешеходная зона аллеи) в программном комплексе Dialux.

Объект исследования: Проспект Кирова, г. Томск (проезжая автомобильная часть, трамвайные пути, пешеходная зона аллеи).

Предмет исследования: осветительная установка проспекта Кирова.

Обозначения и сокращения к рисунку 1:

E_g , E_v , E_c , $E_{2\pi}$ – освещенность горизонтальная, вертикальная, цилиндрическая, полусферическая, лк

$L_{дн}$, L_o , $L_{ад}$ – яркость дорожного полотна, объектов адаптации, кд/м²

$T_{цК}$ – цветовая температура источников света

R_α – общий индекс цветопередачи источников света

λ – цветовой тон, нм

λ_d – доминирующая длина волны излучения, нм

P – чистота цвета, %

ΔE – цветовой контраст

СП – протяженность светопространства, м

α и H – угловой размер и высота освещаемого элемента над горизонтом, м.

Светлота пространства это количественная характеристика, а точнее это усредненная величина светлоты поля зрения в пределах освещаемого архитектурного ансамбля, определяет ощущение зрительного комфорта. Светлота городских пространств оценивается косвенно средней яркости адаптации, которая характерна для площадей и улиц определенной категории: более 2 кд/м² для категории А, от 1 до 2 кд/м² для категории Б, и менее 1 кд/м² для категории В [2]. Второй количественной характеристикой по аналогии с освещением интерьера является цилиндрическая освещенность E_c . По действующим нормам уличного освещения регулируют аналогично высчитываемую величину – среднюю полуцилиндрическую освещенность $E_{пц}$ равную не менее 6 лк, находящуюся на высоте 1,5 м над землей на пешеходных улицах [3].

Одна из качественных характеристик это доминирующая цветность освещения, она определяет условия цветовой адаптации, создаваемые спектральными особенностями источников общего функционального освещения. В случаях, при функционировании в одном едином пространстве установок освещения с источниками разного спектра, адаптирующей может

служить цветность наиболее мощной установки, освещающей наибольшую площадь территории. Чтобы охарактеризовать цветность освещения используется цветовая температура источников света $T_{цК}$ и доминирующая длина волны излучения λ , для оценки качества их цветопередачи – общий индекс цветопередачи R_a , высоким индексом считается показатель равный или более 85. Цветность освещения – это эмоциональный и визуально активный фактор, который в условиях городского пространства еще недостаточно исследован. При использовании разнспектрального света и светонасыщенности в полихромной архитектуре можно получить богатую гамму светоцветовых решений с определенными визуальными качествами и степенью психологического воздействия. В науке рассмотрены зависимости между уровнем освещенности и спектром света, с одной стороны и ощущением визуального комфорта, с другой [4].

Следующим критерием качества светового пространства является распределение света во времени, другими словами кинетика освещения, мало применяемый светокомпозиционный фактор. Существуют два режима работы осветительных установок – это статический и динамический. В основном используется статический режим в связи с технической простотой исполнения, но, не смотря на это, любой из режимов можно разделить на вечерний и ночной. Данные режимы широко используется в светоинформационном и архитектурном освещении. Допускается нормами в функциональном освещении, а именно отключение всех или части осветительных приборов после полуночи. Приznak качества освещения или распределение света, излучаемого и отраженного, в пространстве, другими словами композиция создаваемого в конкретном городском ансамбле светового поля, в котором перемещается человек. Показатель качества используется для оценки светового поля, данный показатель частично регулируется действующими нормами, такими как: неравномерность распределения света на поверхности объектов и земли, слепящее действие

Архитектурно-градостроительный компонент – это материальная и пространственная первооснова любой свето-цветокомпозиционной системы. Специфика данного компонента обусловлена тем, что в любом городе первооснова имеет свои особенности и тем, что в вечернее или ночное время суток освещаются далеко не все территории, объекты и пространства как днем, а лишь функционально используемые или композиционно необходимые фрагменты объектов. При искусственном освещении эти особенности могут иметь различное зрительное толкование.

Функциональный компонент выражает постоянное содержание среды, практически не меняющееся при переходе от светлого времени суток к темному и обозначает различное назначение участков и объектов городской среды. Специфика данного компонента определяется фактом дискретного, дифференцируемого по количественным и качественным признакам освещения, используемого в вечернее время рассчитанного на зрительное восприятие людей находящихся в городской среде, а именно пешеходов, водителей и пассажиров. Люди, находящиеся в транспорте и пешеходы движутся с разной скоростью, следовательно, они имеют разные условия визуальной адаптации, разные поведенческие намерения, возможности и действия, разный контакт с окружением. Соответственно, светопространства делятся на два основных вида – транспортные и пешеходные. Главная задача транспортных светопространств – это обеспечение необходимой видимости для водителей на проезжей части дорог, набережных, улиц. К транспортным пространствам также принадлежат открытые автостоянки со своим режимом освещения. Данная задача транспортных светопространств решается путем создания системы утилитарных светопространств с помощью установок функционального уличного освещения. Требования к ним хорошо проанализированы, а параметры регулируются национальными и международными нормами, стандартами и рекомендациями. В России магистрали, улицы и площади разделены на категории А, Б, В [1, 5, 6]. В свою очередь пешеходное пространство подразделяется на три вида –

общения, отдыха и движения. За главные критерии этих типов определены их функциональное назначение, характер визуального восприятия и поведения людей, находящихся в этих пространствах. Наиболее важный в смысловом и композиционном отношении является тип светопространства общения. Светопространства общения занимают общее положение между линейными, динамичными, дискретными и статическими светопространствами. Это среда, в которой наиболее эффективное социальное общение. Ей свойствен внутренний динамизм функциональных процессов и смысловая значимость. Светопространства движения представляют собой освещаемые пешеходные пути, часть систем городских коммуникаций, играющих важную роль в жизни города. В основном они взаимодействуют с транспортными светопространствами в виде тротуаров и площадей. Светопространства отдыха имеют социальное и функциональное назначение. Создание в их пределах визуальных условий, гарантирующих свободное, индивидуальное общение между людьми и контактировать с природой. Необходимо предполагать зрительную связь соседних светопространств отдыха или осуществлять их постепенный переход в светопространства общения или движения, чтобы избежать инстинктивного чувства боязни окружающей темноты.

Светотехнический компонент относится к управляемым элементам, он изменяем во времени, в пространстве и по спектру. Сложная структура искусственно создаваемого электрическими источниками светового поля не имеет аналогов в природе. Оно определяется общим достаточно малым уровнем освещенности окружающего пространства при наличии в поле зрения того или иного количества источников света, разных угловых размеров, с высокой контрастностью и неоднородностью освещения, с различной чрезмерной яркостью, с разнообразным направлением световых потоков разной интенсивности и цветности излучения, сложным тенеобразованием и стихийной светодинамикой. Распределение яркостей в поле зрения является главным фактором зрительного восприятия. В темное

время суток небо практически всегда является, чуть ли не самым темным элементом видимой среды, иногда занимая большую часть поля зрения. Это в итоге и определяет сложные, нестабильные условия адаптации глаза при постоянном зрительном поиске объектов различения. Взамен действующих днем позитивных силуэтных кадров с отрицательным контрастом, вечером с помощью освещения создаются негативные положительные контрасты. Разноспектральный свет усиливает неоднородность световой среды, а при хроматическом излучении источников с плохой цветопередачей, наоборот, делает ее визуально гомогенной.

Зрительный компонент отображает значимость человеческого фактора в понятии городской среды. Он практически является основным в данной схеме, потому что объединяет три других и связывает их с человеком. Человек является переменным, но обязательным объектом среды, участвующим в формировании ее облика, и одновременно субъектом, оценивающим ее качества через визуальное восприятие. Особенность этого восприятия обуславливается более сложными, чем днем, условиями работы глаза: снижением всех функций зрения, и работа в дискомфортном и не экологичном режиме ночного – сумеречного – дневного зрения, при высоких контрастах яркости и очень часто слепящем действии видимых источников света, не всегда сгармонизированном по цветности и динамике разноспектральном свете. Отрицательное впечатление от световой среды увеличивается в ситуациях с визуальным хаосом, создаваемым разнородными осветительными установками, при появлении у пешехода, иллюзии вызывающие предчувствие агрессии усиливающихся от атавистической боязни темноты или криминогенности современного окружения. Главное различие визуального восприятия окружающей среды днем и ночью в том, что при искусственном освещении резко сокращается «бассейн видимости», так как глаз замечает только выборочно освещенные пространства и объекты [1, 7].

Глава 2. Методы и техника проектирования наружного утилитарного освещения

2.1 Проектирование установок наружного утилитарного освещения

Проектирование освещения улиц, дорог состоит из светотехнической и электрической частей, а также предусматривает технико-экономическое сопоставление вариантов осветительных установок. Светотехническая часть проекта предусматривает расчет средних яркостей дорожных покрытий, средних уровней горизонтальных освещенностей непроезжих частей улиц, дорог и площадей, бульваров и скверов, определение средней полуцилиндрической освещенности в зонах пешеходного движения, расчет вертикальных освещенностей в зоне пешеходного движения, и в плоскости окон фасадов жилых и общественных зданий. Основные количественные и качественные показатели наружного освещения улиц регламентированы СНиП 23-05-95* (таблица 1, 2) [2, 8].

Таблица 1 – Нормируемые показатели для улиц и дорог городских поселений с регулярным транспортным движением с асфальтобетонным покрытием

Категория объекта	Класс объекта	Средняя освещенность дорожного покрытия Е _{ср} , лк, не менее	Равномерность распределения освещенности дорожного покрытия Е _{мин} /Е _{ср} , не менее
А	А1	30	0,35
	А2	20	
	А3	20	
	А4	20	
Б	Б1	20	0,35
	Б2	15	
В	В1	15	0,25
	В2	10	
	В3	6	

Таблица 2 – Нормируемые показатели для улиц и дорог сельских поселений

Освещаемые объекты	Средняя горизонтальная освещенность, Еср, лк
1. Центральные улицы, площади общественных и торговых центров	10
2. Улицы в жилой застройке:	
основные	6
второстепенные (переулки)	4
3. Поселковые дороги, проезды на территории садовых товариществ и дачных кооперативов	2

Электрическая часть проекта: подбор источников питания и их размещение, создание замкнутых каскадов при минимальной длине линии управления, увязка электрических сетей, определение сечения проводов, выбор аппаратуры защиты. Пункты питания для наружной установки должны монтироваться в металлических шкафах, устанавливаемых на наружных стенах трансформаторных подстанций. Расстояние от трансформаторной подстанции до пункта питания не должно превышать 200 м. В целях обеспечения надежного функционирования, оперативного контроля и управления состоянием целесообразно предусматривать каскадное включение распределительных сетей от разных пунктов питания. Схема последовательного управления сетями уличного освещения должна строиться таким образом, чтобы улицы категории А и Б входили в головной участок каскада, а также обеспечивался контроль за состоянием основных направлений сети наружного освещения. Осуществляется защита сетей в соответствии с требованиями ПУЭ. Если защитный аппарат обслуживает более 20 осветительных приборов на фазу, то ответвления к осветительному прибору нужно защищать индивидуальными предохранителями или

автоматами. Для того чтобы надежно отключить линии электрических сетей, содержащих напряжение до 1кВ с заземленной нейтралью при коротких замыканиях, необходимо чтобы ток короткого замыкания был не меньше трехкратного значения номинального тока расцепителя автоматического выключателя [8, 9].

2.2 Техника освещения городских пространств

Освещение улиц и автомагистралей.

Для освещения дорог, улиц, площадей, мостов и транспортных развязок применяются пять видов систем освещения.

- Обычная – осветительные приборы подвешиваются на тросе на высоте от 6 до 15 м, либо располагаются на опоре;
- Промежуточная – осветительные приборы устанавливаются на опорах на высоте около 20 м;
- Высокомачтовая – осветительные приборы монтируются на опоре высотой 30 – 50 м;
- Парапетная – светильники размещаются на парапетах мостов или ограждений;
- Настенная – осветительные приборы располагаются на стенах или крышах зданий, образующих улицу или площадь.

По критериям обеспечения нормируемой равномерности распределения яркости дорожного покрытия выделяют несколько схем. Односторонняя – при ширине проезжей части до 12 м, осевая – при ширине проезжей части до 18 м, двухрядная шахматная – при ширине до 48 м, двухрядная по оси улицы – при ширине до 36 м. Кроме этого, для отдельных участков могут применяться опоры с несколькими кронштейнами. Выбор конкретной схемы освещения зависит от геометрии освещаемого участка.

Освещение парков, аллей и бульваров. Для парков, аллей и бульваров нормируется средняя освещенность на поверхности земли и различных дорожных покрытий, будь то асфальт, брусчатка или земля. Также для этих

объектов уровень освещенности выбирается в зависимости от их значимости для города, все категории можно просмотреть в СНиП 23-05-95*. В отличие от проезжих улиц здесь не требуется ограничивать светораспределение светильников, так как слепящее действие играет решающее значение [8, 10].

Освещение трамвайных путей. При освещении трамвайных путей так же следуют нормам СНиП 23-05-95*. Норма средней горизонтальной освещенности и равномерности освещенности трамвайных путей, расположенных на проезжей части улиц, должна соответствовать норме освещения улицы, соответственно ее категории. Средняя горизонтальная освещенность обособленного от проезжей части трамвайного пути должна быть не менее 10 лк. Высота подвеса светильников над контактной сетью трамвая должна составлять не менее 8 м от уровня головок рельсов, при расположении над контактной сетью троллейбуса — не менее 9 м от уровня проезжей части [8, 11, 12].

В современном светодизайне Запада вносят новые тенденции по сокращению количества света в пространстве города при требуемой эстетизации светодизайнерских решений. Запад борется с экологическим световым «загрязнением» ночного неба. Евросоюз пересматривает нормы наружного освещения в сторону сокращения интенсивности. Эстетику света пытаются соединить с эстетикой тьмы. Это обеспечит необходимые контрасты для искусства светодизайна [13].

2.3 Средства наружного утилитарного освещения улиц

В современных светильниках лампы располагаются в глубине отражателя, это делается для максимизации падающего на отражатель светового потока и, следовательно, уменьшается энергопотребление. Применение выпуклых рассеивателей позволяет избежать эффекта внутреннего отражения, что повышает коэффициент полезного действия светильника [14]. Для наружного освещения применяется большое количество разных источников света. Основными характеристиками для

источников света, используемых для наружного освещения, являются: тип, мощность, световой поток, световая отдача, цветопередача, спад светового потока во времени, срок службы, габаритные размеры, диапазон рабочих температур. Для наружного освещения большое значение имеет световая отдача источника, так же важен температурный диапазон работы источника света, так как это определяет область применения источника света. Требования к цветопередаче в условиях уличного освещения снижаются.

Основные требования к источникам света для наружного освещения.

Светотехническими требованиями является обеспечение нормируемого уровня яркости дорожного покрытия при необходимой равномерности распределения и при ограничении слепящего действия. Определение эффективности кривой силы света (КСС) светильников, критерием эффективности является обеспечение количественных и качественных показателей осветительной установки при минимальных затратах на электроэнергию. Чаще всего для светильников наружного освещения используют широкие и полуширокие КСС в вертикальной плоскости. Также можно сказать, что все светильники для уличного освещения имеют ограниченные или полуограниченные КСС, при этом использование таких светильников практически полностью исключает слепящее действие. Но создать с помощью таких светильников равномерную яркость дорожного полотна сложнее. Чтобы добиться равномерного распределения яркости, необходима определенная форма кривой силы света, форма кривой силы света зависит от ширины проезжей части. Выделяют четыре типа: круглосимметричную, боковую, осевую и четырехстороннюю [8, 15]. Электротехнические требования к светильникам. Большинство светильников для уличного освещения изготавливаются с классом защиты 1. Для светильников, устанавливаемых на грунт, применяется класс 2, в соответствии с ГОСТом 12.2.007.0 [16]. Климатические требования к осветительным приборам определяют их климатическое использование и категорию их размещения. Основные отличия светильников для наружного

освещения от любых других в том, что все они предназначены для использования на открытом воздухе, и имеют категорию размещения 1 по ГОСТу 15150-69 [17]. Защита от воздействия окружающей среды, степень защиты светильников от прикосновений к токоведущим частям, попадания в них твердых тел и воды в соответствии с ГОСТом 14254-96. Все светильники наружного освещения обязательно должны иметь защиту от влаги и пыли. Закрытые светильники со степенью защиты не менее IP53 имеют значительное преимущество перед открытыми светильниками, со степенью защиты менее IP53, не смотря на то, что они дороже. Это объясняется тем, что чистку открытых светильников нужно производить, как минимум, в два раза чаще, и эксплуатация такого светильника в течение всего срока службы обходиться дороже, чем закрытого. Далее приведена таблица 3, в которой наглядно показаны коэффициенты снижения светового потока вследствие загрязнения [18].

Таблица 3 – Коэффициенты снижения

Степень защиты	Среда	Снижение светового потока за период горения, месяцы				
		12	18	24	30	36
IP2X	Чистая	0,9	0,82	0,79	0,78	0,75
	Средняя	0,62	0,58	0,56	0,53	0,52
	Грязная	0,53	0,48	0,45	0,42	0,41
IP5X	Чистая	0,92	0,91	0,9	0,89	0,88
	Средняя	0,9	0,88	0,86	0,84	0,82
	Грязная	0,89	0,87	0,84	0,8	0,76
IP6X	Чистая	0,93	0,92	0,91	0,9	0,89
	Средняя	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87
	Грязная	0,91	0,9	0,88	0,86	0,83

Основные элементы светильников.

Оптическая система для светильников наружного освещения должна перераспределять весь излучаемый источником световой поток в нижнюю полусферу, создавая концентрацию светового потока с коэффициентом усиления 4 – 6 под большими углами до 70 градусов. В состав оптического блока входит источник света, патрон, отражатель и защитное стекло. Защитные стекла выполняют функцию защиты оптического отсека, так же если на него нанесены просветляющие или рассеивающие покрытия, то оно может быть одновременно и частью оптической системы. Защитные стекла в основном выполняются из различных видов пластмасс, выпуклой формы, так как пластик намного легче силикатных стекол и при применении поликарбоната намного прочнее. Защищенные светильники могут изготавливаться в двух вариантах: защитное стекло закрывает весь светильник снизу или перекрывает только оптический отсек. В случае, когда стекло закрывает весь светильник, все его узлы объединены под одной крышкой, что обеспечивает высокую степень защиты и упрощает обслуживание. Минус данного варианта в том, что ухудшается тепловой режим пускорегулирующей аппаратуры. Большая степень защиты оптического отсека достигается при неразъемном соединении защитного стекла и отражателя и промазывание стыков герметикам. Еще один из элементов это корпус светильника, который включает в себя оптический отсек, отсек пускорегулирующей аппаратуры и узел крепления. Форма корпусов очень разнообразна, но каждый светильник имеет корпус-отражатель или отдельно встроенный отражатель. В первом случае корпус имеет обтекаемую гладкую форму, изготавливается из алюминиевого листа методом штамповки, что снижает трудоемкость и материалоемкость изготовления. Самый большой недостаток такой системы является то, что при выходе из строя отражателя приходится утилизировать полностью весь светильник. Во втором случае, когда отражатель встроенный, имеется большой простор для разнообразия форм светильника, отражатель может

быть ступенчатый, составной или просто зеркальные вставки. Данные светильники могут также совмещать все узлы в одном отсеке либо разделяться на оптический и отсек для пускорегулирующей аппаратуры. Опоры уличного освещения. Разделяются на две основные группы, на осветительные и опоры контактной сети. В городских условиях опоры осветительных установок являются многофункциональными элементами. Они не только несут на себе световые приборы, но также и другие элементы, такие как провода воздушной сети, рекламные щиты, контактную сеть трамваев и троллейбусов, дорожные знаки. Опоры уличного освещения различаются по габаритным параметрам, диаметру, высоте, сечению. Так же они могут быть выполнены из разных материалов: из дерева, стали или железобетона [8, 15, 18].

Глава 3. Разработка светопланировочной структуры

3.1 Объект исследования

Объектом исследования в данной работе является часть проспекта Кирова в городе Томске, в частности это проезжая автомобильная часть, трамвайные пути и пешеходная зона аллеи. На данном объекте в вечернее время суток преобладает молодая категория граждан. На проезжей части повышается количество транспортных средств, так как большинство рабочего населения отправляются с работы домой. Данный участок очень часто используется жителями города, и при таком освещении снижается уровень безопасности. На представленных далее фотографиях изображены объекты исследования.

На рисунке 3 изображена пешеходная зона проспекта Кирова.



Рисунок 3 – Пешеходная зона проспекта Кирова

Далее на рисунке 4 представлена проезжая часть.

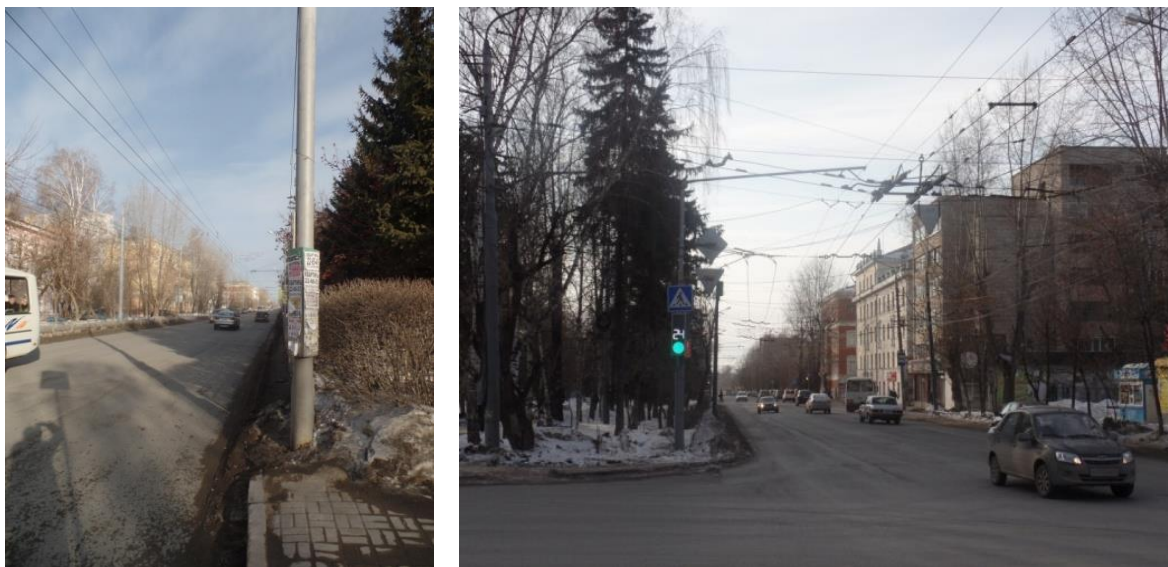


Рисунок 4 – Проезжая часть

На изображениях 5 продемонстрированы трамвайные пути.

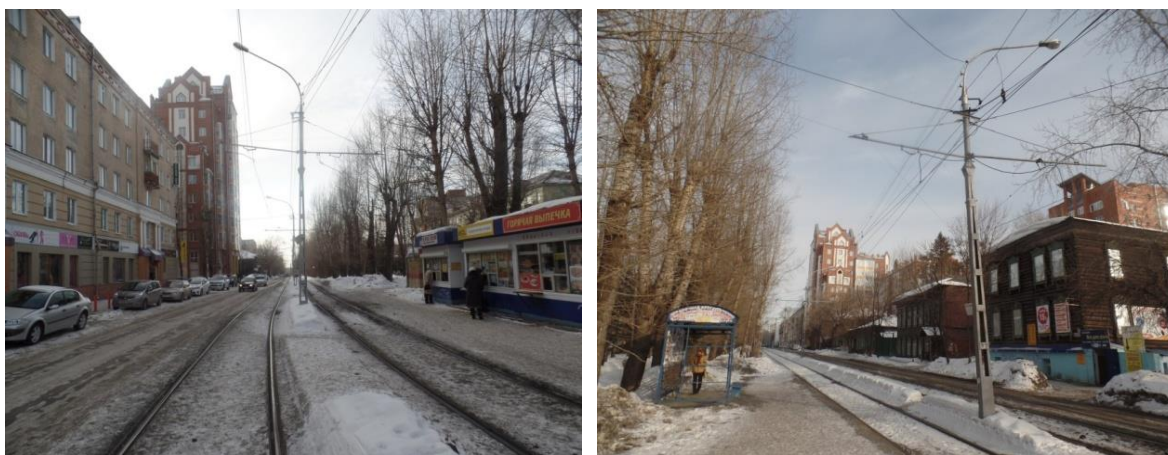


Рисунок 5 – Трамвайные пути

Протяженность участка, на котором планируется спроектировать освещение, составляет около 720 метров, на котором используются газоразрядные и люминесцентные источники света.

3.2 Исследование осветительной установки объекта исследования

Проезжая часть.

В ходе исследования осветительной установки изучаемого объекта, было выделено несколько общих качественных и количественных критериев

для всех участков, а именно проезжей части, пешеходной зоны и трамвайных путей, по которым проходило оценивание реконструируемой осветительной установки.

Осветительная установка проезжей части выполнена по двухрядной прямоугольной системе освещения (рисунок 6), осветительные приборы установлены на высоте 8 метров.

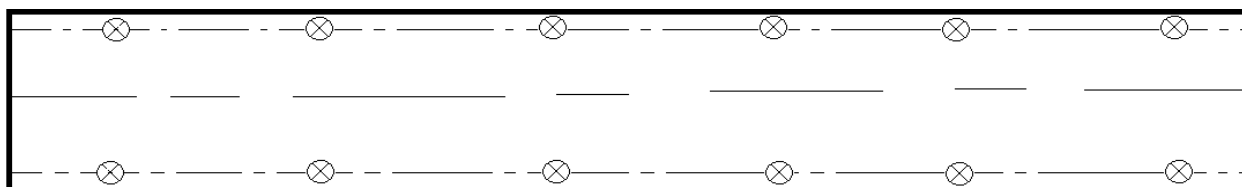


Рисунок 6 – Осветительная установка проезжей части

В теории данная система хорошо справляется с поставленными задачами и соответствует нормам и стандартам, но по результатам измерения освещенности дорожного полотна, среднее значение освещенности не превышает 14 лк, что не соответствует нормам, так как данное значение для дорог категории А3 должно составлять 20 лк. Замеры освещенности производились на высоте 10 см. по сетке (рисунок 7). На рисунке 8 представлены результаты измерений в виде изолиний. Равномерность распределения освещенности дорожного покрытия вычисляется по формуле:

$$\frac{E_{\text{мин}}}{E_{\text{ср}}} = \frac{2,8}{14,06} = 0,199 \quad (1)$$

Полученное значение равномерности так же не соответствует СНиПу 23-05-95*, в котором сказано, что значение равномерности распределения освещенности должно составлять не менее 0,35.

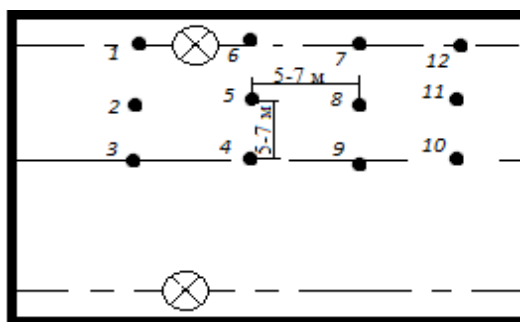


Рисунок 7 – Схема расположения контрольных точек

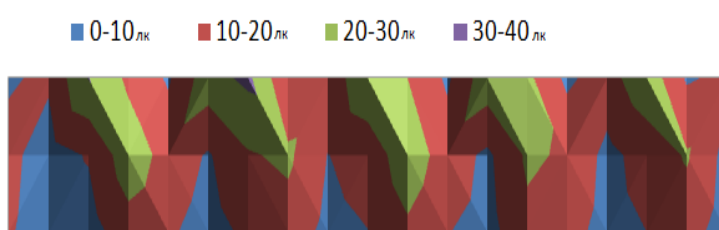


Рисунок 8 – Изолинии проезжей части

Также при переходе, в ночное время, от одной осветительной опоры до другой нужно проходить затемненный участок, что неприемлемо, так как из-за этого может увеличиться количество дорожно-транспортных происшествий. Данный эффект создается по нескольким причинам: это слишком большое расстояние между опорами, которое составляет порядка 65 метров, и значительно малое значение равномерности освещения.

Пешеходная зона.

На участке пешеходной зоны установлено обычное заливающее освещение и установлены парковые световые приборы, в шахматном порядке (рисунок 9) на высоте двух метров. На данном участке очень плохое освещение и большое количество осветительных приборов, которые выведены из строя. Не смотря на это, был выбран не большой участок, на котором работали осветительные приборы, и можно было произвести измерения. Среднее значение освещенности наиболее яркого участка аллеи составило 0,8 лк, что ни коем образом не соответствует норме в 6 лк, и значение равномерности распределения освещенности также мало и составляет 0,12 при норме 0,25. Измерения производились по той же схеме и так же представлены в виде изолиний на рисунке 10. Данное освещение может отрицательно сказаться на безопасности отдыхающих, может возрасти процент преступность и вандализма.

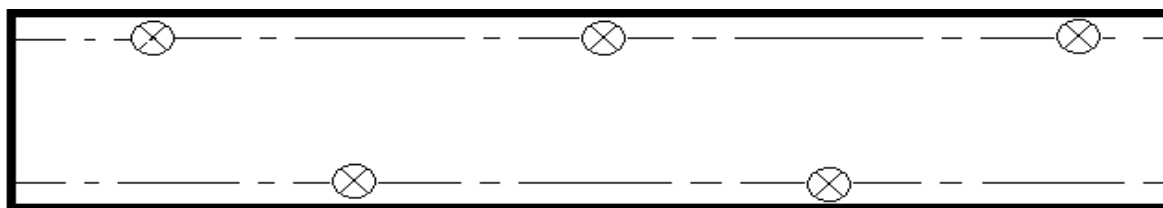


Рисунок 9 – Осветительная установка пешеходной зоны

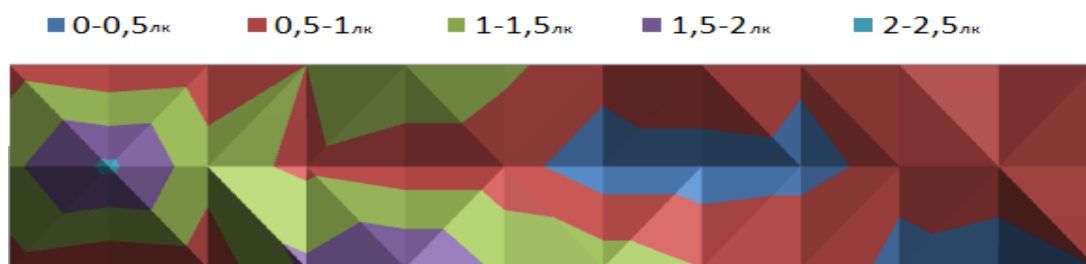


Рисунок 10 – Изолинии пешеходной зоны

Далее на участке с трамвайными путями была исследована осветительная установка. Она выполнена по осевой системе (рисунок 11), осветительные приборы установлены на высоте 8 метров. Также были произведены замеры освещенности, и в ходе них было рассчитано ее среднее значение, которое не отвечает требованиям СНиП, и равно 6,2 лк вместо требуемых 10 лк, а значение равномерности составляет 0,2. Проведенные измерения предоставлены в виде изолиний на рисунке 12. Плохое освещение негативно влияет на работу машиниста, и при таком освещении он может не заметить переходящего через пути человека, что приведет к ДТП.

В ходе реконструкции и разработки новых осветительных установок для каждой зоны будут учитываться и устраняться все минусы и недостатки старых осветительных установок.

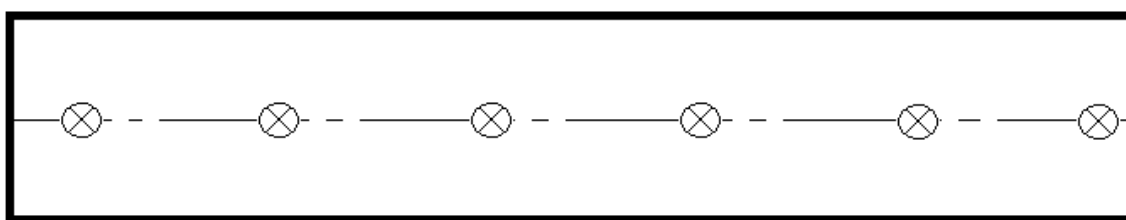


Рисунок 11 – Осветительная установка трамвайных путей



Рисунок 12 – Изолинии трамвайных путей

На участках проезжей части и трамвайных путей используются ртутные газоразрядные лампы высокого давления мощностью 250 Вт, в количестве 22 и 12 штук соответственно. Расстояние между опорами на проезжей части составляет 65 метров, а на трамвайных путях 40 метров. На участке пешеходной зоны световые приборы установлены на расстоянии 25 метров в количестве 28 штук и включают в себя по три компактные

люминесцентные лампы холодного и теплого свечения, мощностью 25 Вт.

Исходя, из этих данных рассчитали потребляемую мощность каждой зоны.

Осветительная установка на проезжей части потребляет 5,5 кВт.

Осветительная установка трамвайных путей потребляет 3 кВт.

Осветительная установка пешеходной зоны потребляет 2,1 кВт.

3.3 Используемые осветительные приборы

В ходе разработки новых осветительных установок были выбраны новые, гораздо энергоэффективные световые приборы. Все световые приборы были выбраны из каталога одной фирмы. Это было сделано для облегчения реализации проекта, так как при реализации проекта и при заказе приборов были лишние затраты на заказ и доставку. Для новой осветительной установки проезжей части был выбран осветительный прибор УСС-80 CATANA-Ш2 мощностью 80 Вт и световым потоком 10600 лм (рисунок 13а). Осветительный прибор для новой осветительной системы трамвайных путей называется УСС-130 Эксперт Ш3 и имеет мощность 130 Вт, а световой поток 17000 лм (рисунок 13б). Для новой осветительной установки пешеходной зоны было выбрано два световых прибора: ПСС-30-N шар мощностью 28 Вт и световым потоком 1600 лм (рисунок 13в) и ПСС-30 колобок-К1 мощностью 30 Вт и световым потоком 3700 лм (рисунок 13г). Все выбранные осветительные приборы светодиодные и они гораздо надежнее газоразрядных световых приборов, которые сейчас используются.



а) УСС-80 CATANA-Ш2



б) УСС-130 Эксперт Ш3



в) PSS-30-N шар



г) PSS-30 колобок-K1

Рисунок 13 – Используемые световые приборы

3.4 Проектирование и реконструкция осветительной установки

Для реконструкции исследуемой осветительной установки были заменены источники света и видоизменены схемы расположения осветительных приборов. Был создан поперечный разрез проспекта, для того, чтобы наглядно продемонстрировать, как будет распределяться свет от каждого осветительного прибора в поперечном сечении (рисунок 14).

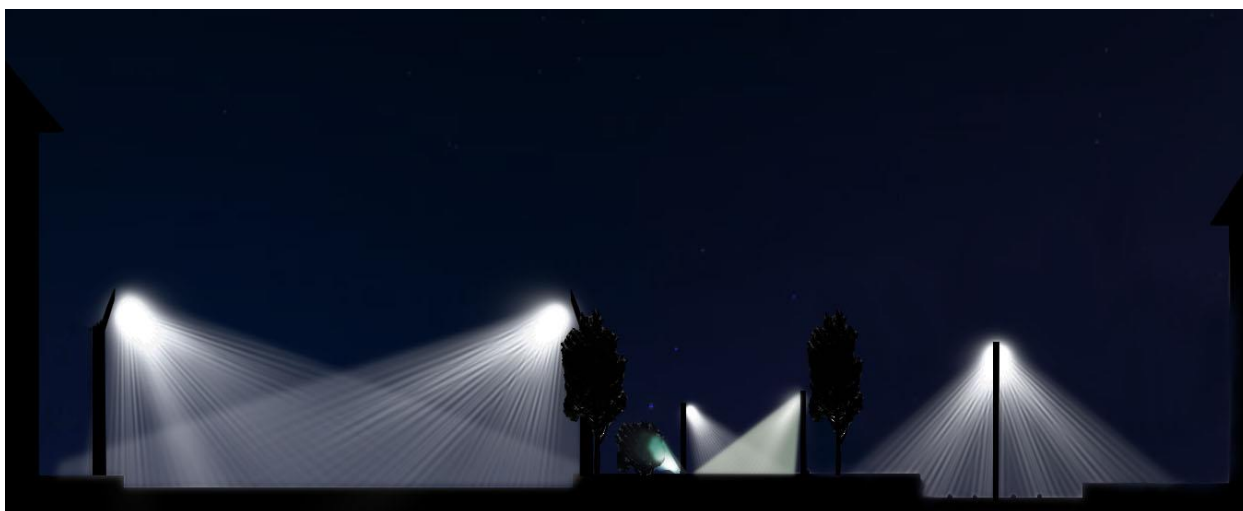


Рисунок 14 – Поперечный разрез – схема распределения света

Далее создана 3D модель объекта, в программе Dialux. В построенной модели были реконструированные осветительные установки (рисунок 15). На проезжей части схема расположения осветительных приборов изменена с двурядной прямоугольной на шахматную с шагом в 30 метров. Для данной осветительной установки был выбран светодиодный светильник УСС-80 SATANA-III2 (рисунок 15а). Для трамвайных путей схема расположения осталась прежней лишь с небольшими изменениями. Изменилось расстояние

между осветительными приборами до 40 метров. Изменился вид крепления, с консольного на крепление скобой к тросу. Были использованы светодиодные светильники УСС-130 Эксперт ШЗ (рисунок 15б). При проектировании осветительной установки для пешеходной зоны, были использованы два вида светодиодных светильников (рисунок 15в, г). Светильник ПСС-30 колобок-К1, использовался для декоративного освещения локальных зон позади скамеек, создавая у сидящего чувство защищенности и спокойствия. Следующий светильник ПСС-30-N шар располагается по двум сторонам в шахматном порядке на высоте двух с половиной метров и осуществляет функцию общего – заливающего освещения.



а) Модель пешеходной зоны



б) Модель проезжей части



в) Модель трамвайных путей

Рисунок 15 – 3D модели новых осветительных установок

3.5 Светотехнические расчеты новой осветительной установки

После построения освещения в 3D модели были произведены расчеты освещенности и построены изолинии для проезжей части (рисунок 16), пешеходной зоны (рисунок 17) и трамвайных путей (рисунок 18). В ходе расчетов было получено, что среднее значение освещенности для каждой зоны соответствует санитарным нормам и правилам.

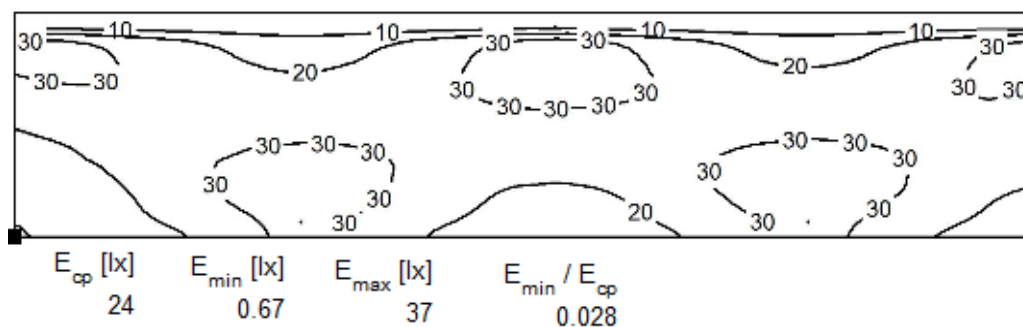


Рисунок 16 – Результаты расчетов проезжей части

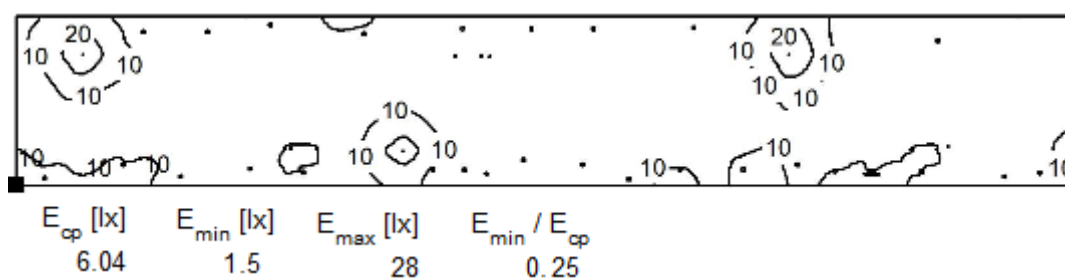


Рисунок 17 – Результаты расчетов пешеходной зоны

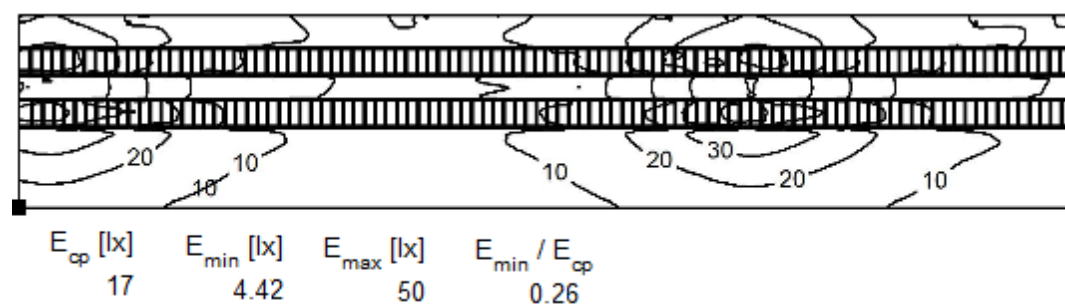


Рисунок 18 – Результаты расчетов трамвайных путей

Для наглядности и общей визуализации распределения освещенности представлено изображение объекта в фиктивных цветах (рисунок 19). Здесь можно более подробно рассмотреть распределение освещенности на всех зонах сразу.

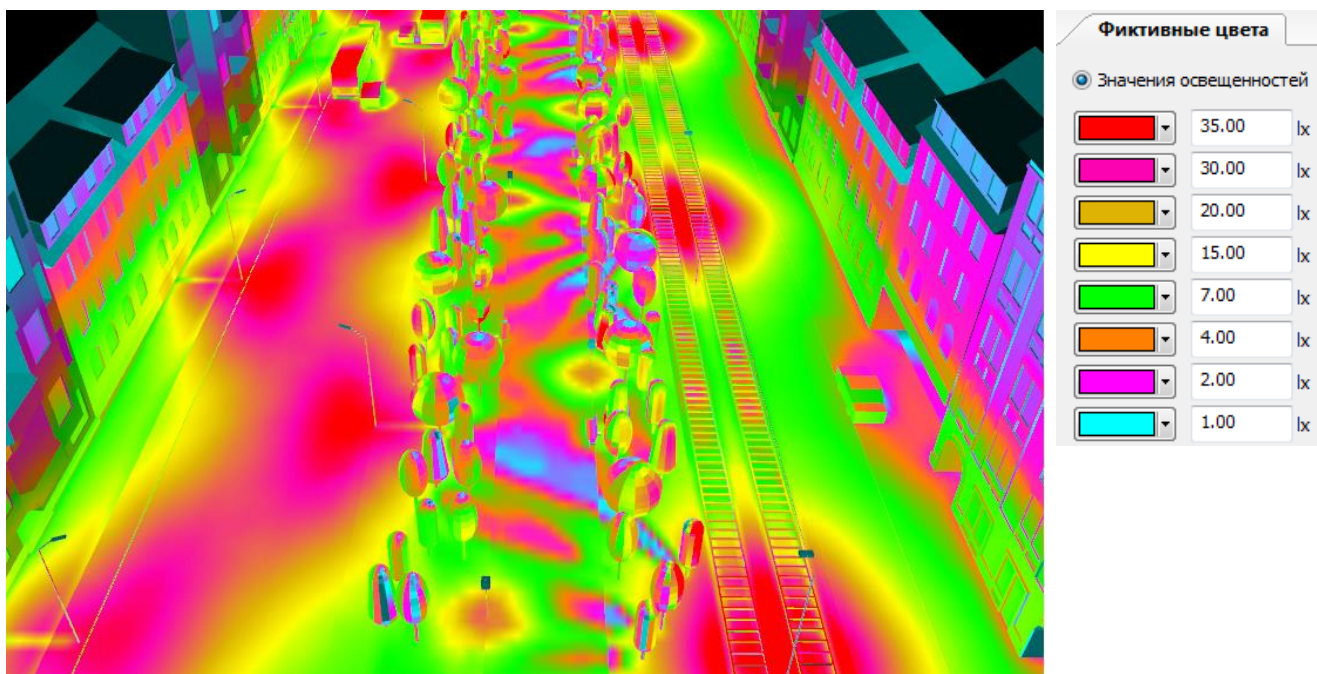


Рисунок 19 – Модель объекта в фиктивных цветах

В общей сложности на освещение данного участка проспекта Кирова потребуется 112 световых приборов суммарной мощностью 6,3 кВт, в то время как старая осветительная установка насчитывает 68 осветительных приборов и потребляет 7,1 кВт, что гораздо больше. Для того чтобы выявить преимущества и недостатки новой осветительной установки, составим сравнительную таблицу (таблица 4).

Таблица 4 – Сравнительные параметры

Технические параметры	Старая осветительная установка			Новая осветительная установка		
	Дорога	Аллея	Пути	Дорога	Аллея	Пути
Количество светильников, шт	22	28	12	24	70	18

Продолжение таблицы 4

Срок службы ламп, тыс. час	10000			60000		
Установленная мощность, кВт	5,5	2,1	3	1,92	2,028	2,34
Среднее значение освещенности, лм	14	0,8	6,2	24	6,04	17

Из данных значений можно сделать выводы, что новая спроектированная осветительная установка превосходит старую по уровню освещенности и по сроку службы ламп. Увеличив освещенность также получилось уменьшить установочную потребляемую мощность, что говорит о том, что разработанная осветительная установка более энергоэффективнее старой.

Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Данный раздел выпускной квалификационной работы предназначен для оценки коммерческого потенциала и перспектив реализации проектов, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения, планирования, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

Достижение цели обеспечивается решением ряда следующих задач:

- оценка коммерческого и инновационного потенциала проекта;
- составление календарного плана и графика работ;
- оценка стоимости материально-технических, человеческих и финансовых ресурсов для исполнения проекта;
- формирование сметы на реализацию проекта;
- оценка ресурсной (ресурсосберегающей) и экономической эффективности.

4.1 Потенциальные потребители результатов проекта

Деятельность ВКР связана с проектированием осветительных установок для освещения парковых, пешеходных и проезжих частей и в рамках работы над данным разделом необходимо провести анализ потребителей.

Проектная организация осуществляет ряд услуг в направлении производственного и промышленного освещения, соответственно, можно провести сегментацию рынка потребителей по критерию оказываемых услуг. В области производственного освещения наиболее часто осуществляются такие виды деятельности как создание новой осветительной установки, подготовка технических отчётов, а также замена осветительной техники. На рисунке 20 можно увидеть процентное соотношение востребованности услуг.

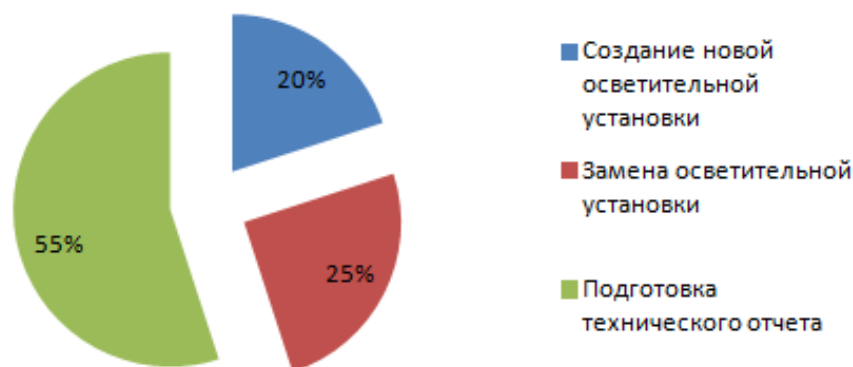


Рисунок 20 – Диаграмма востребованности услуг в области производственного освещения

И для того, чтобы понять в каком направлении деятельности нужно развиваться создаётся карта сегментирования (таблица 5).

Таблица 5 – Карта сегментирования

	Создание новой осветительной установки	Замена осветительной техники	Подготовка технического отчета
ООО «Светопроект»			
ООО «ЛЕДПРОМ»			
ООО «ГОРСЕТИ»			
ВКР			

По результатам сегментирования можно считать, что услугами проектной организации может воспользоваться администрация города. Из карты сегментирования можно видеть, что развитие проекта стоит проводить в направлении «Создание новой осветительной установки».

4.2 Анализ конкурентных технических решений

Конкурентом предложенной осветительной установки с использованием светодиодных источников света является осветительная установка с газоразрядными источниками излучения. Для сравнения конкурентных технических решений составим оценочную карту (таблица 6).

Таблица 6 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Газоразрядные источники	LED	Газоразрядные источники	LED
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
Энергоэффективность	0,1	3	4	0,3	0,4
Удобство в эксплуатации	0,09	3	4	0,27	0,36
Надежность	0,1	2	2	0,2	0,2
Уровень шума	0,01	2	3	0,02	0,03
Безопасность	0,12	1	4	0,12	0,48
Простота эксплуатации	0,11	2	4	0,22	0,44
Экономические критерии оценки эффективности					
Конкурентоспособность продукта	0,1	4	2	0,4	0,2
Уровень проникновения на рынок	0,09	4	2	0,36	0,18
Цена	0,09	4	1	0,36	0,09
Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	3	5	0,3	0,5
Послепродажное обслуживание	0,09	2	5	0,18	0,45
Итого:	1	30	36	2,73	3,33

По результатам анализа сведений, представленных в таблице 6, можно сделать вывод, что современные светодиодные светильники – новый этап развития светотехнической отрасли. Конечно, заинтересовать потенциального потребителя низкими ценами на продукцию не получится, но показав возможности энергоэффективности и длительный срок службы

данных источников света, возможно, это и будет эффективным способом привлечения внимания потребителей.

4.3 Планирование проекта

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

4.3.1 Структура работ

Для выполнения научных исследований формируется группа, в состав которой входит научный руководитель и дипломник (таблица 7).

Таблица 7 – Перечень этапов, основных работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Составление задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Изучение необходимой литературы по проекту	Научный руководитель, инженер
	3	Календарное планирование работ	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	4	Изучение необходимой литературы	Инженер
	5	Изучение осветительной установки на объекте	Инженер
	6	Моделирование и реконструкция осветительной установки на объекте	Инженер, научный руководитель

Продолжение таблицы 7

Обобщение и оценка результатов	7	Обработка полученных результатов после проведения реконструкции и моделирования	Научный руководитель, инженер
	8	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель, инженер.
Составление отчета	9	Разработка 3D-модели	Инженер
	10	Оформление отчета проекта	Инженер
Защита отчета	11	Защита проекта	Инженер

4.3.2 Определение трудоёмкости выполнения работ

Наиболее ответственной частью экономических расчетов является расчет трудоемкости работ, так как трудовые затраты составляют основную часть стоимости проекта.

Под трудоемкостью работ понимают допустимые затраты труда в человеко-днях на выполнение проекта с учетом организационно технических мероприятий, обеспечивающих наиболее рациональное использование выделенных ресурсов.

В данном случае удобно использовать опытно-статистический метод, который можно реализовать двумя путями:

- методом аналогов;
- вероятностным методом.

По методу аналогов трудовые затраты определяются по работам, проведенным ранее, с помощью нескольких коэффициентов, таких как коэффициент новизны данного вида работ и коэффициент сложности данного вида работ. Значения данных коэффициентов определяются экспертным путем руководителями научно-исследовательских работ путем сопоставления с ранее законченными исследованиями и разработками. В связи с тем, что данная

работа относится к числу поисковых работ, применение системы аналогов практически невозможно ввиду новизны работ, поэтому для определения ожидаемого значения продолжительности работ $t_{ож}$ применяется вероятностный метод – метод двух оценок t_{min} и t_{max} .

Таким образом, исходными данными являются следующие вероятностные оценки продолжительности каждой работы:

- оптимальная или минимальная (t_{min}) оценка продолжительности работы в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств;
- пессимистическая или максимальная (t_{max}) оценка продолжительности работы в предположении, что она будет выполняться при наиболее неблагоприятных условиях.

На основании вероятностных оценок усредняют продолжительности работ (метод усреднения), и вероятностные графики рассматриваются как детерминированные. При этом в качестве детерминированных оценок продолжительности работ используются их ожидаемые (средние) значения $t_{ож}$, которые определяются по формуле:

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

где:

t_{min} – минимальная трудоемкость работ, чел.-дни;

t_{max} – максимальная трудоемкость работ чел.-дни.

Сроки t_{min} и t_{max} устанавливаются методом экспертных оценок.

Для выполнения перечисленных в таблице 7 работ требуются специалисты:

- инженер (И);
- научный руководитель (НР).

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (3)$$

где:

T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

Для удобства построения календарного план-графика, длительность этапов в рабочих днях переводится в календарные дни и рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k, \quad (4)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения одной работы, календ. дн.;

T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

k – коэффициент календарности, предназначен для перевода рабочего времени в календарное.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{T_{кг}}{T_{кг} - T_{вд} - T_{пд}}, \quad (5)$$

где $T_{кг}$ – количество календарных дней в году;

$T_{вд}$ – количество выходных дней в году;

$T_{пд}$ – количество праздничных дней в году.

Определим длительность этапов в рабочих днях и коэффициент календарности:

$$k = \frac{T_{кг}}{T_{кг} - T_{вд} - T_{пд}} = \frac{365}{365 - 104 - 10} = 1.45, \quad (6)$$

Тогда следует учесть, что расчетную величину продолжительности работ T_k нужно округлить до целых чисел.

4.3.3. Разработка графика проекта

В качестве графика выполнения проекта используется диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме

представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения запланированных работ.

Для удобства построения графика длительность каждого этапа работ следует перевести в календарные дни.

Необходимые данные для построения графика приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Временные показатели проведения научного исследования

Номер этапа	Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, $t_{\text{раб}}$
		t_{min} , чел.-дни	t_{max} , чел.-дни	$t_{\text{ож}}$, раб. дни		
1	Составление задания	1	2	1,4	1	1
2	Выбор направления проекта	1	2	1,4	1	1
3	Теоретические и экспериментальные исследования	17	23	19,4	1	20
4	Обобщение и оценка результатов	17	20	18,2	2	16
5	Составление отчета	43	63	51	1	51
6	Защита отчета	1	2	1,4	1	1
Итого:						90

По расчетным данным строится диаграмма Ганта (таблица 9).

Таблица 9 – Диаграмма Ганта

Номер этапа	Этап работы	Исполнители	T_{ki} , раб. дн.	Продолжительность выполнения работ										
				Март			Апр.			Май			Июнь	
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление задания	Р	1											
2	Выбор направления исследований	Д	1											
3	Теоретические и экспериментальные исследования	Р	20											
		Д												
4	Обобщение и оценка результатов	Р	16											
		Д												
5	Составление отчета	Р	51											
		Д												
6	Защита отчета	Д	1											
Примечание: Д – дипломник, Р - руководитель – работа руководителя, – работа дипломника														

Из линейного графика видно, что проект будет завершен к середине июня.

4.4. Бюджет проектной работы

4.4.1 Расчет материальных затрат проекта

При планировании бюджета проекта должно быть полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям.

В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий, необходимых для выполнения проекта. Материальные затраты данного проекта представлены в таблице 10.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15% от стоимости материалов.

Таблица 10 – Материальные затраты

Наименование Единицы измерения	Единицы измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
Светильник ПСС-30 колобок К1	шт	34	8 600	292 400
Светильник ПСС-30-N шар	шт	36	12 500	450 000
Светильник УСС-130 эксперт ШЗ	шт	18	30 600	550 800
Светильник УСС-80 катана Ш2	шт	24	20 400	489 600
Кабель ВВГнг 5×4 мм ²	метр	2 000	98	196 000
Канат для подвеса светильников	метр	1 000	35	35 000
Итого:				2 013 800
Транспортно-заготовительные расходы (15%)				302 070
Итого по статье C_m				2 315 870

4.4.2 Расчет амортизационных отчислений

Годовые амортизационные отчисления рассчитываются на основе норм амортизации:

$$A_{\text{год}} = K \cdot \frac{H_A}{100}, \quad (7)$$

где: K – капитальные вложения в светотехническое оборудование;

H_A – проценты отчислений на амортизацию.

Проценты на амортизацию для светильников принимаем 5 %, тогда сумма годовых отчислений на амортизацию равна:

$$A_{\text{год}} = 0,05 \cdot 1782800 = 89140 \text{ рублей} \quad (8)$$

4.4.3 Основная и дополнительная заработная плата

Основная заработная плата состоит из тарифной платы работников непосредственно связанных с созданием проекта, включая премии и доплаты.

Заработная плата исполнителей рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{зп}} = 1,3 \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (9)$$

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

$З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата;

1,3 – районный коэффициент для г. Томска.

Дополнительная заработная плата ($З_{\text{доп}}$) исполнителей равна 15 % от основной заработной платы.

Проведем расчет заработной платы относительно того времени, в течение которого работал руководитель и дипломник (таблица 11). Принимая во внимание, что за час работы руководитель получает 450 рублей, а студент 100 рублей (рабочий день 8 часов), но если проект реализовывать от лица НИ ТПУ, кафедры Лазерной и световой техники, то за восьмичасовой рабочий день руководитель проекта получает порядка 727,72 рублей, а студент 325 рублей.

Таблица 11 – Расчет заработной платы

Исполнители	Кол-во дней	З _{день} , руб./день	З _{осн} , руб.	З _{доп} , руб.	З _{зп} , руб.
Руководитель	40	727,72	29 109	4 366	43 518
Дипломник	90	325	29 250	4 388	43 729
Итого	87 247 рублей				

4.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды – это обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФР) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников. В 2016 году общие тарифы страховых взносов (ставки ПФР, ФСС, ФФОМС) не изменятся по сравнению с 2015 годом, и их суммарный процент будет равен 30. Взносы в ТФОМС в 2016 году также проводиться не будут, так как заменены на платеж в ФФОМС.

Таблица 12 – Ставки

Ставки	2015 г.	2016 г.
Ставки ПФР	22%	22%
Ставки ФСС	2,9%	2,9%
Ставки ФФОМС	3,1%	5,1%
Ставки ТФОМС	2%	0%

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30 %. На основании пункта 1 ст. 58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году вводится пониженная ставка – 27,1 %.

Таблица 13 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	З _{зп} , руб.	З _{внеб} , руб.
Руководитель проекта	43 518	11 793,38
Студент-дипломник	43 729	11 850,56
Итого		23 643,94

4.4.5 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$З_{\text{накл}} = (\sum \text{статей}) \cdot K_{\text{нр}}, \quad (10)$$

где $K_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Таким образом, наибольшие накладные расходы равны:

$$З_{\text{накл}} = 4\,413\,707,19 \cdot 0,16 = 706\,193,15 \text{ рублей} \quad (11)$$

4.4.6 Формирование бюджета затрат на реализацию проекта

Полная смета затрат на исполнение проекта приведена в таблице 14.

Таблица 14 – Расчет бюджета затрат на проект

Наименование статьи	Сумма, рублей	Примечание
Материальные затраты	2 315 870	Таблица 10
Затраты на оплату труда исполнителей	87 247	Таблица 11
Отчисления во внебюджетные фонды	23 643,94	Таблица 13
Накладные расходы	706 193,15	16 % от всех статей
Амортизационные отчисления	89 140	5 % от стоимости светильников
Бюджет затрат	3 222 694,09	Общая сумма статей

Общая сумма расходов на осуществление проекта составляет 3 222 694,09 рублей. Наибольшие расходы приходятся на закупку необходимых светотехнических приборов.

4.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), социальной и экономической эффективности исследования

Ресурсоэффективность технического проекта можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (12)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

b_i – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путём по выбранной шкале оценивания.

Для нормального функционирования данного проекта необходимо принять ряд критериев. В данном случае целесообразно применить следующие критерии, имеющие непосредственное отношение к проекту:

- уровень новизны;
- энергосбережение;
- надежность;
- возможность реализации;
- стоимость.

После выбора критериев оцениваем их по пятибалльной шкале и определяем интегральный показатель, с помощью которого делаем вывод об эффективности использования технического проекта.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (таблица 15).

Таблица 15 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исслед. Критерии	Весовой коэффициент параметра	Светодиодные источники	Газоразрядные источники
1. Уровень новизны	0,1	5	1
2. Энергосбережение	0,4	5	3
3. Надежность	0,2	4	2
4. Возможность реализации	0,1	4	5
5. Стоимость	0,2	1	3
ИТОГО	1	3,9	2,8

$$I_{p-\text{светодиодные}} = 0,1 \cdot 5 + 0,4 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 1 = 3,9 \quad (13)$$

$$I_{p-\text{газоразрядные}} = 0,1 \cdot 1 + 0,4 \cdot 3 + 0,2 \cdot 2 + 0,1 \cdot 5 + 0,2 \cdot 3 = 2,8 \quad (14)$$

Показатель ресурсоэффективности проекта 3,9 по пятибалльной шкале, это достаточно хорошо и говорит об эффективности использования технического проекта. Однако, у предложенного проекта слишком высокая стоимость световых приборов по сравнению с уже имеющимися при одинаковых показателях осветительной установки.

Таким образом, подводя итоги раздела, следует отметить:

1. При планировании проекта была построена ленточная диаграмма Ганта, которая позволяет отслеживать и координировать работу исполнителей в ходе реализации проекта.
2. Составлена смета, из которой следует, что для выполнения проекта потребуется 3 222 694,09 рублей, учитывая заработную плату исполнителей проекта, а также различные отчисления.
3. Оценка ресурсоэффективности выявила ряд значительных преимуществ проекта по сравнению с имеющимся на объекте освещением, однако, высокая стоимость световых приборов делает проект менее рентабельным. Тем не менее, он является целесообразным и имеет коммерческий и инновационный потенциал.

Глава 5. Социальная ответственность

Изучение и решение проблем, связанных с обеспечением здоровых и безопасных условий, в которых протекает труд человека – одна из наиболее важных задач в разработке новых технологий и систем производства.

Безопасность жизнедеятельности человека зависит от следующих причин: характер труда и его организация, организация рабочего места, наличие опасных и вредных факторов на рабочем месте, а также взаимоотношение с трудовым коллективом.

Изучение и выявление возможных причин производственных несчастных случаев, профессиональных заболеваний, аварий, взрывов, пожаров и разработка мероприятий и требований, направленных на устранение этих причин позволяют создать безопасные и благоприятные условия для труда человека.

Анализ санитарно-гигиенических условий труда будет проводиться применительно к рабочему месту студента, на котором разрабатывается проект выпускной квалификационной работы. Основным рабочим местом служила аудитория Томского политехнического университета (№248, к. 16 в). На время выполнения проекта студент выполняет функции инженера-проектировщика.

Большая часть работ выполняется на персональном компьютере, что приводит к дополнительным, вредным воздействиям целой группы факторов, снижающих производительность труда.

Длительная работа на ПЭВМ может отрицательно воздействовать на здоровье человека. ПЭВМ, а особенно монитор персонального компьютера, является источником электростатического поля; слабых электромагнитных излучений в низкочастотном и высокочастотном диапазонах (2 Гц – 400 кГц); рентгеновского излучения; ультрафиолетового излучения; излучения видимого диапазона и инфракрасного излучения.

5.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов

Работа инженера-проектировщика связана в основном с умственной деятельностью, нежели с физической, поэтому основная нагрузка падает на центральную нервную систему. Следовательно, условия труда оказывают влияние на деятельность мозга, органов зрения и слуха, кровообращение и дыхание человека. Для нормального функционирования организма человека и его жизнедеятельных процессов необходимы определенные условия.

Обеспечение безопасности жизнедеятельности человека в значительной мере зависит от правильной оценки опасных и вредных производственных факторов (таблица 16), которые могут привести к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья и заболеванию или снижению работоспособности [19].

Таблица 16 – Опасные и вредные факторы при проектировании осветительных установок

Наименование вида работы	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Проектирование осветительной установки проспекта Кирова	1. Отклонение показателей микроклимата в помещении; 2. Повышенный уровень шума на рабочем месте; 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 4. Нервно-психические перегрузки.	1. Поражение электрическим током; 2. Пожаро-безопасность; 3. Региональная безопасность	СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 СНиП 41-01-2003 СанПиН 2.2.548-96 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 СНиП 23-05-95 ГОСТ 12.1.005-88

На практике вышеперечисленные факторы могут приводить к нарушению зрения, костно-мышечным нарушениям, возможности

заболеваний кожи лица, нервным и психическим заболеваниям, нарушениям в функционировании биологических систем организма.

Таким образом, обеспечение условий высокопроизводительного и безопасного труда заключается в организации рабочего места и создании нормальных условий труда. При этом должны быть предусмотрены меры по предупреждению или снижению утомляемости работника. Основными параметрами, характеризующими условия труда, являются микроклимат, освещенность, шум, ПЭВМ, электричество.

5.2 Производственная санитария

5.2.1 Шум

Требования к уровню шума регламентируются СП 51.13330.2011 и уровень шума для помещения, в котором работает инженер-проектировщик, не должен превышать 50 дБА [20].

Одним из наиболее распространенных в производстве вредных факторов является шум. Он создается работающим оборудованием, преобразователями напряжения, работающими осветительными приборами искусственного света, а также проникает извне. При повышенном действии шума и вибрации ухудшаются условия труда, оказывает вредное воздействие на организм человека. Действие шума различно: он затрудняет разборчивость речи, вызывает снижение работоспособности, повышает утомляемость, вызывает необратимые изменения в органах слуха человека. Шум воздействует не только на органы слуха, но и на весь организм человека через центральную нервную систему. Ослабляется внимание, ухудшается память, снижается реакция, увеличивается число ошибок при работе.

Основным источником шума в кабинете являются вентиляторы блоков питания ЭВМ. Уровень шума колеблется от 35 до 40 дБА. По СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 при выполнении основной работы на ПЭВМ уровень звука на рабочем месте не должен превышать 50 дБА. Следовательно, можно считать, что кабинет соответствует рекомендуемым нормам.

5.2.2 Микроклимат

Одним из необходимых условий здорового и высокопроизводительного труда инженера-проектировщика в помещении является обеспечение необходимых микроклиматических условий, являющихся важной характеристикой санитарно-гигиенических условий труда.

Проанализируем микроклимат в помещении, где располагается рабочее место проектировщика. Микроклимат определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Работа проектировщика по интенсивности общих энергозатрат организма в ккал/ч (Вт) относится к категории Ib [21]. В таблице 17 в соответствии с [22] приведены оптимальные и допустимые значения характеристик микроклимата.

Таблица 17 – Оптимальные и допустимые значения характеристик микроклимата

Период года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура воздуха, °C		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Фактич. значение	Допустим. значение		Фактич. значение	Допустим. значение
Холодный	Iб	24...27	26,1...27	40	0,1	0,1
Теплый	Iб	22...25	24,1...28	50	0,14	0,18

Параметры микроклимата в помещении, где находится рабочее место, регулируются системой центрального отопления, естественной приточно-вытяжной вентиляцией, и имеют следующие значения: относительная влажность 50%, скорость движения воздуха 0,14 м/с летом и 0,1 м/с зимой, температура летом 22 – 25 °C, зимой 24 – 27 °C.

В рабочем помещении отсутствует принудительная вытяжная вентиляция. Имеется лишь естественная, то есть воздух поступает и

удаляется через вытяжное вентиляционное отверстие, щели и дверь, а в летний период через окна. Основной недостаток такой вентиляции в том, что приточный воздух поступает в помещение без предварительной очистки и нагревания.

5.2.3 Электромагнитное излучение

Любые электрические приборы, а также мониторы и системные блоки производят электромагнитное излучение. Большая часть его происходит не от экрана монитора, а от видеокабеля и системного блока. В портативных компьютерах практически все электромагнитное излучение идет от системного блока, располагающегося под клавиатурой. Современные машины выпускаются заводом-изготовителем со специальной металлической защитой внутри системного блока для уменьшения фона электромагнитного излучения.

Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений приведены в [23].

При защите от внешнего облучения, возникающего при работе с дисплеем, проводятся следующие мероприятия:

- установка регламентированных перерывов в работе – при 8-часовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы;
- установка дисплея на расстоянии от оператора не менее 60 – 70 см;
- использование дисплеев со встроенными защитными экранами.

В рабочем помещении все мониторы расположены на отдельных столах. Поэтому можно считать, что расположение компьютеров удовлетворяет требованиям СанПиН. При выполнении выпускной квалификационной работы использовался ЖК-монитор – TFT LCD. ЖК-мониторы потребляют значительно меньше энергии и практически полностью безопасны.

5.2.4 Освещенность

К современному производственному освещению, в том числе освещению помещения, предъявляются высокие требования как гигиенического, так и технико-экономического характера. Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, снижает нагрузку на органы зрения, оказывает положительное психологическое воздействие на работников, содействует повышению производительности труда.

Самые лучшие условия для полного зрительного восприятия создает солнечный свет (естественное освещение). Оно бывает боковым, верхним и комбинированным. В кабинете реализовано одностороннее естественное боковое освещение через один световой проем. Однако с помощью естественного бокового освещения помещение освещается крайне неравномерно и только в светлое время суток, поэтому в остальное время необходимо использовать общее искусственное освещение. В помещении применяется общее равномерное искусственное освещение. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300-400 лк, также предполагается установка светильника местного освещения для подсветки документов, но с таким условием, чтобы оно не создавало бликов на поверхности экрана и не увеличивало освещенность экрана более чем на 300 лк [24].

В качестве источников искусственного освещения на рабочем месте используются люминесцентные лампы, которые попарно объединены в светильники. Эти светильники располагаются над рабочими поверхностями в равномерно-прямоугольном порядке (рисунок 21).

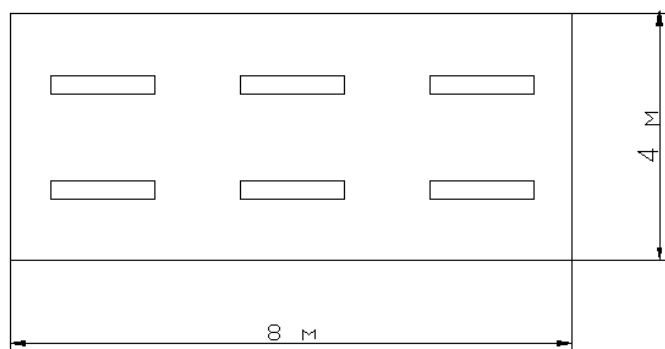


Рисунок 21. План расположения светильников в помещении

Произведем расчет искусственного освещения помещения методом коэффициента использования.

Для освещения 248 аудитории применяются открытые двухламповые светильники с люминесцентными лампами.

Основные характеристики ламп ЛБ:

Мощность 40 Вт;

Ток лампы 0,43 А;

Световой поток 3200 лм.

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}, \quad (15)$$

где A - длина помещения, м; B - ширина помещения, м; h - высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м.

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{8 \cdot 4}{2 \cdot (8 + 4)} = 1,33 \quad (16)$$

В нашем случае коэффициент отражения стен $\rho_c = 50\%$.

Выбор освещенности помещения осуществляем согласно СНиП 23-05-95 [24], из которых минимальная освещенность $E_{\min} = 300$ лк. Учитывая, что в помещении 6 светильников и в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп $N=12$. Тогда световой поток лампы равен:

$$\Phi = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 32 \cdot 1,1}{12 \cdot 0,48} = 2750 \text{ лм} \quad (17)$$

Сравниваем полученную величину светового потока с серийной, которая составляет 3200 лм.

$$-10 \leq \frac{\Phi_{\text{станд}} - \Phi_{\text{расч}}}{\Phi_{\text{станд}}} \cdot 100\% \leq 20; \quad (18)$$

$$-10 \leq \frac{3200 - 2750}{3200} \cdot 100\% \leq 20; \quad (19)$$

Получаем $-10 \leq 14,06 \leq 20$, что соответствует стандартным нормам освещения помещений, где установлены компьютеры, с освещённостью 300 лк.

5.3 Электрическая безопасность

Электрический ток представляет для человека большую потенциальную опасность, так как его трудно определить в токопроводящих и непроводящих частях оборудования, которые являются хорошими проводниками электричества.

В зависимости от условий в помещении опасность поражения человека электрическим током увеличивается или уменьшается. Не следует работать с ПЭВМ в условиях повышенной влажности (относительная влажность воздуха длительно превышает 75%), высокой температуры (более 35°C), наличии токопроводящей пыли, токопроводящих полов и возможности одновременного соприкосновения к имеющим соединение с землей металлическим элементам и металлическим корпусом электрооборудования. Таким образом, работа с ПЭВМ может проводиться только в помещениях без повышенной опасности, и возможность поражения током может быть только при прикосновении непосредственно с элементами ПЭВМ.

Инженер-проектировщик работает с электроприборами: компьютером (дисплей, системный блок, манипулятор «мышь» и клавиатура), принтером, источником бесперебойного питания и сетевым фильтром. В данном случае существует опасность поражения электрическим током:

- при непосредственном прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ПЭВМ;
- при прикосновении к нетокоевущим частям, оказавшимся под напряжением (в случае нарушения изоляции токоведущих частей ПЭВМ);
- при соприкосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением;
- имеется опасность короткого замыкания в высоковольтных блоках: блоке питания и блоке дисплейной развертки.

Все помещения, в зависимости от условий, делятся на помещения:

- особо опасные;
- с повышенной опасностью поражения электрическим током;
- без повышенной опасности поражения электрическим током.

В целом, кабинет №248 в 16в корпусе – помещение сухое, непыльное, с нормальной температурой воздуха и поэтому согласно вышеприведенной классификации относится к классу помещений без повышенной опасности: переключатели, кнопки и разъемы, клавиатура изолированы, пол покрыт электроизоляционным покрытием. Корпус ЭВМ изготовлен из металлического листа, обладает высокой механической прочностью и высокими экранирующими свойствами, покрыт токонепроводящими полимерными пластмассами. Машина подключена к заземляющему контуру.

В кабинете №248 используются приборы, потребляющие напряжение 220В переменного тока с частотой 50Гц. Это напряжение опасно для жизни, поэтому обязательны следующие меры предосторожности:

- перед началом работы нужно убедиться, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголенных токоведущих частей;
- убедиться в подключении заземляющего проводника к общей шине заземления и проверить его целостность;
- при обнаружении неисправности оборудования и приборов необходимо не делая никаких самостоятельных исправлений сообщить ответственному за электрохозяйство;

– запрещается загромождать рабочее место лишними предметами.

При возникновении несчастного случая следует немедленно освободить пострадавшего от действия электрического тока, вызвать врача, оказать ему первую медицинскую помощь.

К защитным мерам от опасности прикосновения к токоведущим частям электроустановок относятся:

- изоляция (надежная изоляция проводов от земли и корпусов электроустановок создает безопасные условия для персонала);
- ограждение (кожухи, крышки, шкафы, закрытые панели и т.п.);
- блокировка (автоматически снимается напряжения с токоведущих частей электроустановок при прикосновении с ним);
- пониженные напряжения (42, 36 и 12 В);
- электрозащитные средства (изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками, диэлектрические перчатки и боты, калоши, коврики, указатели напряжения);
- сигнализация (звуковая и световая);
- плакаты и знаки безопасности.

Повышение электробезопасности в установках достигается применением защитного заземления, защитного зануления и защитного отключения [25].

5.4 Пожарная безопасность

Пожарная безопасность – состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

5.4.1 Оценка пожарной безопасности помещения

В зависимости от характеристики используемых в производстве веществ и их количества, по пожарной и взрывной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В, Д.

Горючими компонентами в кабинете являются: мебель, двери, полы, изоляция кабелей и др.

Источниками зажигания в кабинете могут быть электронные схемы от ПЭВМ, приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, кондиционирования воздуха, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов.

Для кабинета №248 корпуса 16В установлена категория пожарной опасности В [26].

Возможными причинами пожара могут быть:

- короткие замыкания;
- опасная перегрузка сетей, которая ведет за собой сильный нагрев токоведущих частей и загорание изоляции;
- высокая плотность размещения электронных схем;
- нередко пожары происходят при пуске оборудования после ремонта;
- несоблюдение правил пожарной безопасности (курение не в установленном месте, горение случайно брошенной спички и т.п.).

Для предупреждения пожаров от коротких замыканий и перегрузок необходимы правильный выбор, монтаж и соблюдение установленного режима эксплуатации электрических сетей, дисплеев и других электрических средств автоматизации.

Следовательно, необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий технического, эксплуатационного, организационного плана.

5.4.2 Мероприятия по устранению и предупреждению пожаров

Для предупреждения возникновения пожара необходимо соблюдать следующие правила пожарной безопасности [27]:

- исключение образования горючей среды (герметизация оборудования, контроль воздушной среды, рабочая и аварийная вентиляция);
- применение при строительстве и отделке зданий негорюемых или трудно сгораемых материалов.

Необходимо проводить в кабинете следующие пожарно-профилактические мероприятия:

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

Организационные мероприятия:

- противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- обучение персонала правилам техники безопасности;
- издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия:

- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- обеспечение свободного подхода к оборудованию;
- содержание в исправности изоляции токоведущих проводников.

Технические мероприятия:

- соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения.
- профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

Здание должно быть оснащено первичными средствами пожаротушения, пожарными кранами, системой пожарной сигнализации и планом эвакуации людей при пожаре [28].

5.5 Охрана окружающей среды

Развитие научно-технического прогресса при всех его плюсах оказывает отрицательно воздействие на окружающую среду, что создает предпосылки для развития экологических кризисов. Сегодня в современном обществе основной задачей является защита окружающей среды. Защита окружающей среды – это комплексная проблема, требующая усилий всего человечества. Наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредных воздействий является разработка и совершенствование инженерно-технических средств защиты окружающей среды, создание замкнутых, безотходных и малоотходных производств, создание экологически чистых заводов (комплексов, комбинатов) по переработке и утилизации продукции, разработка, создание и совершенствование ЭВМ и компьютерной технологии.

Наиболее приоритетной проблемой экологии во всем мире является охрана атмосферного воздуха и озонового слоя, т.к. атмосфера оказывает интенсивное воздействие не только на человека, но и на гидросферу, почвенно-растительный покров, геологическую среду, здания, сооружения и другие техногенные объекты.

На жизнедеятельность человека огромное влияние оказывает качество атмосферного воздуха. В процессе разработки проекта при вентиляции помещения в атмосферу удаляется подогретый оборудованием, содержащий продукты дыхания воздух кабинета, а в помещение поступает воздух с улицы. Соответственно, производственные помещения должны быть оборудованы воздушными фильтрами, по возможности увлажнителями и ионизаторами воздуха. Контроль за состоянием воздуха производится инспекцией государственного экологического контроля и анализа.

Немаловажной проблемой является потребление электроэнергии. С каждым годом количество компьютерной и офисной техники, используемой в производственной сфере, научной деятельности, проектных организациях, бытовой сфере и других сферах жизни человека, увеличивается, а,

следовательно, растет количество потребляемой ими электроэнергии, что в итоге влечет за собой увеличение мощностей электростанций и их количества. А это в свою очередь не обходится без нарушения экологической обстановки. В данном направлении основное внимание необходимо уделять проблеме обезвреживания и утилизации ядерных отходов, разработке систем (или мероприятий) по предотвращению аварий в ядерных реакторах и на АЭС в целом. Кроме того, для снижения вреда, наносимого окружающей среде при производстве электроэнергии, необходимо искать принципиально новые виды производства электроэнергии.

При разработке автоматизированных систем возникает необходимость утилизировать производственные отходы, в качестве которых в данном случае выступают бумажные отходы (макулатура) и неисправные детали компьютерной и офисной техники, неподдающиеся ремонту. Бумажные отходы должны передаваться в соответствующие организации для дальнейшей переработки во вторичные бумажные изделия. Неисправные комплектующие компьютерной и офисной техники должны передаваться либо государственным организациям, осуществляющим вывоз и уничтожение бытовых и производственных отходов, либо организациям, занимающимся переработкой отходов. Сегодня переработка отходов является перспективным направлением развития технологии, что позволяет защитить окружающую среду и сберечь природные ресурсы.

На сегодняшний день многие компании наладили выпуск компьютерной и офисной техники нового поколения. При производстве данного вида техники используются экологически чистые вещества и материалы. В процессе эксплуатации техника нового поколения способна потреблять в разы меньше количества электроэнергии, чем прежде. Низкий фон электромагнитного и ионизирующего излучений, низкий уровень шума и использование экологически чистых материалов позволяют повысить производительность труда, сохранить здоровье сотрудников и защитить окружающую среду.

Кроме того, возможными мерами по сбережению энергии может стать использование светодиодных ламп вместо ламп накаливания и люминесцентных ламп. У светодиодных источников света энергопотребление в 10 раз меньше, чем у ламп накаливания и в 3 раза меньше, чем у люминесцентных ламп. Светодиодные лампы являются экологически-чистым источником излучения по сравнению с люминесцентными лампами, где применяется ртуть. Но стоит отметить, что сейчас существует возможность сдавать отработавшие люминесцентные лампы в специализированные центры по их утилизации, что также способствует уменьшению отходов производственной деятельности.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была подробно изучена литература, нормативные и регламентирующие документы, описывающие нормы искусственного утилитарного освещения городского пространства, а также общие требования безопасности. Было проведено исследование осветительной установки объекта и выявлено, что используемые осветительные приборы менее энергоэффективны. В связи с этим были предложены новые осветительные приборы с более высокими показателями энергосбережения. Была разработана новая осветительная установка, которая включает в себя более экономичные светодиодные источники света. Была спроектирована модель осветительных установок, построенная в программе Dialux, и произведены светотехнические расчеты новой осветительной установки.

В экономическом разделе выпускной квалификационной работы приводятся основания, на основе которых предлагается произвести замену предлагаемой осветительной установки.

В главе социальной ответственности приведены и рассмотрены вопросы техники безопасности на рабочем месте инженера–проектировщика.

Список литературы

1. Щепетков Н. И. Световой дизайн города. – М.: Архитектура-С, 2006. – 319 с.
2. СНиП 23.05-95 Естественное и искусственное освещение. – М.: Минстрой РФ, 1995. – 75 с.
3. МГСН 2.06-99 Естественное, искусственное и совмещенное освещение. – М.: Правительство Москвы, 1999. – 14 с.
4. Оболенский Н. В. Архитектурная физика. – М.: Архитектура-С, 2007. – 448 с.
5. Иконников А. В. Художественный язык архитектуры. – М.: Искусство, 1985. – 175 с.
6. СНиП 2.05.02-85 Автомобильные дороги. – М.: Госстрой России, 1997. – 101 с.
7. Яргина З. Н. Эстетика города. – М.: Стройиздат, 1991. – 366 с.
8. Айзенберг Ю. Б. Справочная книга по светотехнике. – М.: Знак, 2006. – 972 с.
9. СНиП 3.05.06-85 Электротехнические устройства. – М.: Госстрой СССР, 1988. – 42 с.
10. СНиП 23-05-2010 Естественное и искусственное освещение. – М.: Минрегион России, 2010. – 76 с.
11. СНиП II-4-79 Естественное и искусственное освещение. – М.: Стройиздат, 1980. – 56 с.
12. СНиП 2.05.09-90 Трамвайные и троллейбусные линии. – М.: Госстрой СССР, 1990. – 68 с.
13. Научно – технический журнал «Светотехника» №2. – М.: Агентство Море, 2016. – 79 с.
14. Научно – технический журнал «Светотехника» №2. – М.: Агентство Море, 2012. – 80 с.

15. ГОСТ Р 55706-2013 Освещение наружное утилитарное. Классификация и нормы. – М.: Стандартинформ, 2014. – 12 с.
16. ГОСТ 12.2.007.0-75 Изделия электротехнические. Общие требования безопасности. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1975. – 12 с.
17. ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. – М.: Стандартинформ, 2006. – 60 с.
18. ГОСТ 14254-96 Степени защиты, обеспечиваемые оболочками. – М.: Госстандарт РФ, 1996. – 37 с.
19. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ Опасные и вредные производственные факторы. – М.: Госстандарт СССР, 1974. – 3 с.
20. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах. – М.: Госкомсанэпиднадзора России, 1996. – 21 с.
21. СанПиН 2.2.548-96 Гигиенические требования к микроклимату. – М.: Госкомсанэпиднадзор России, 1996. – 37 с.
22. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Стандартинформ, 2006. – 50 с.
23. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 Электромагнитные излучения. – М.: Госкомсанэпиднадзор России, 1996. – 47 с.
24. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение. – М.: Минрегион России, 2010. – 76 с.
25. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к ПЭВМ. – М.: Минздрав России, 2003. – 56 с.
26. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ ст. 27 Определение категории зданий, сооружений и помещений по пожарной и взрывопожарной опасности.
27. СНиП 21-01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений. – М.: Министерство строительства РФ, 1997. – 21 с.
28. ППБ 01-03 Правила пожарной безопасности. – М.: МЧС России, 2003. – 111 с.