

Инженерная школа энергетики
 Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
 Отделение электроэнергетики и электротехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Реконструкция сетей освещения 0,4 кВ по проспекту Ленина города Томска
УДК 621.315.1.056.7:621.3.016.34

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А5Г	Саввина Елена Григорьевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭЭ ИШЭ	Бацева Н.Л.	к. т. н., доцент		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЭЭ ИШЭ	Бацев А.А.	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Мелик-Гайказян М.В.	к. т. н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШБИП	Белоенко Е.В.	к. т. н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника	Шестакова В.В.	к.т.н., доцент		

Планируемые результаты обучения по ООП «Электроэнергетика»

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по направлению подготовки (специальности)		
P1	Использовать знания в области менеджмента для управления комплексной инженерной деятельностью в области <i>электроэнергетики</i>	Требования ФГОС ВО, СУОС (ПК-20, ПК-19, ПК-21), <i>CDIO Syllabus</i> (4.3, 4.7, 4.8), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P2	Использовать навыки устной, письменной речи, в том числе на иностранном языке, компьютерные технологии для коммуникации, презентации, составления отчетов и обмена технической информацией в областях <i>электроэнергетики</i>	Требования ФГОС ВО, СУОС (УК-4 *(ОК-5), ОПК-1, ПК-2), <i>CDIO Syllabus</i> (3.2, 4.7), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, в области <i>электроэнергетики</i>	Требования ФГОС ВО, СУОС (УК-4 *(ОК-5), УК-5 *(ОК-6)), <i>CDIO Syllabus</i> (3.1), Критерий 5 АИОР (п. 2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P4	Проявлять личную ответственность и приверженность нормам профессиональной этики и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.	Требования ФГОС ВО, СУОС (УК-5 *(ОК-6), УК-7 *(ОК-8)), <i>CDIO Syllabus</i> (2.5), Критерий 5 АИОР (п. 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P5	Осуществлять комплексную инженерную деятельность в области <i>электроэнергетики</i> с учетом правовых и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.	Требования ФГОС ВО, СУОС (УК-5*(ОК-6), УК-7 *(ОК-8), УК-8 *(ОК-9), ПК-3, ПК-4, ПК-10), <i>CDIO Syllabus</i> (4.1), Критерий 5 АИОР (п. 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P6	Быть заинтересованным в непрерывном обучении и совершенствовании своих знаний и качеств в области <i>электроэнергетики</i>	Требования ФГОС ВО, СУОС (УК-6 *(ОК-7), УК-7 *(ОК-8)), <i>CDIO Syllabus</i> (2.6), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
По профилям подготовки		
P7	Применять соответствующие гуманитарные, социально-экономические, математические, естественно-научные и инженерные знания, компьютерные технологии для решения задач расчета и анализа <i>электрических устройств, объектов и систем.</i>	Требования ФГОС ВО, СУОС (УК-1 *(ОК-1, ОК-2), УК-2 *(ОК-3, ОК-4), УК-3 *(ОК-5), УК-4 *(ОК-5), ОПК-1, ОПК-2), <i>CDIO Syllabus</i> (1.1), Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> <i>Профессиональные стандарты: 20.003, 20.012, 20.016, 20.030, 20.031, 20.032, 24.014, 25.001, 25.027, 25.038, 25.040, 25.043, 32.001, 32.003, 40.011, 40.037, 40.139, 40.160, 40.179, 40.180</i>

P8	Уметь формулировать задачи в области <i>электроэнергетики</i> , анализировать и решать их с использованием всех требуемых и доступных ресурсов.	Требования ФГОС ВО, СУОС (УК-2 *(ОК-3, ОК-4), ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3), <i>CDIO Syllabus</i> (2.1), Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> <i>Профессиональные стандарты:</i> , 20.003, 20.012, 20.016, 20.030, 20.031, 20.032, 24.014, 25.001, 25.027, 25.038, 25.040, 25.043, 32.001, 32.003, 40.011, 40.037, 40.139, 40.160, 40.179, 40.180
P9	Уметь проектировать <i>электроэнергетические системы и их компоненты</i> .	Требования ФГОС ВО, СУОС (УК-2*(ОК-3, ОК-4), ПК-3, ПК-4, ПК-9), <i>CDIO Syllabus</i> (4.4), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> <i>Профессиональные стандарты:</i> 20.003, 20.012, 20.016, 20.030, 20.031, 20.032, 24.014, 25.001, 25.027, 25.038, 25.040, 25.043, 32.001, 32.003, 40.011, 40.037, 40.139, 40.160, 40.179, 40.180
P10	Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния <i>электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики</i> , интерпретировать данные и делать выводы.	Требования ФГОС ВО, СУОС (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-12, ПК-14, ПК-15), <i>CDIO Syllabus</i> (2.2), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> <i>Профессиональные стандарты:</i> 20.003, 20.012, 20.016, 20.030, 20.031, 20.032, 24.014, 25.001, 25.027, 25.038, 25.040, 25.043, 32.001, 32.003, 40.011, 40.037, 40.139, 40.160, 40.179, 40.180
P11	Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач в области <i>электроэнергетики</i> .	Требования ФГОС ВО, СУОС (ОПК-2, ОПК-3, ПК-11, ПК-13, ПК-18), <i>CDIO Syllabus</i> (4.5), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> <i>Профессиональные стандарты:</i> 20.003, 20.012, 20.016, 20.030, 20.031, 20.032, 24.014, 25.001, 25.027, 25.038, 25.040, 25.043, 32.001, 32.003, 40.011, 40.037, 40.139, 40.160, 40.179, 40.180
P12	Иметь практические знания принципов и технологий <i>электроэнергетической</i> отрасли, связанных с особенностью проблем, объектов и видов профессиональной деятельности профиля подготовки на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях.	Требования ФГОС ВО, СУОС (ОПК-4, ОПК-5, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8 ПК-9, ПК-16, ПК-17), <i>CDIO Syllabus</i> (4.6), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> <i>Профессиональные стандарты:</i> , 20.003, 20.012, 20.016, 20.030, 20.031, 20.032, 24.014, 25.001, 25.027, 25.038, 25.040, 25.043, 32.001, 32.003, 40.011, 40.037, 40.139, 40.160, 40.179, 40.180

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Выбор опор освещения - Выбор осветительных устройств - Расчет и анализ сети освещения - Выбор и расчет электрической части сетей освещения - Техничко-экономическое сравнение вариантов освещения исследуемой области
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - План исследуемой области (от ул. Нахимова до площади Ленина)

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>к.т.н., доцент Мелик-Гайказян М.В.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>к.т.н., Белоенко Е.В.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: нет</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>28.01.2019 г.</p>
--	----------------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭЭ ИШЭ	Бацева Н.Л.	к. т. н., доцент		28.01.2019 г.
Ассистент ОЭЭ ИШЭ	Бацев А.А.	-		28.01.2019 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А5Г	Саввина Е.Г.		28.01.2019 г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
5А5Г	Саввиной Елене Григорьевне

Школа	Инженерная школа энергетики	Отделение школы	Электроэнергетики и электротехники
Уровень образования	бакалавриат	Направление	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

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

1. <i>Стоимость затрат технического проекта (ТП): на материально-технические, на заработные платы сотрудников, страховые отчисления, накладные расходы</i>	<i>Положение об оплате труда работников ТПУ Прайс-листы канцелярских товаров и услуг Страховые отчисления определяются согласно Федеральному закону от 15.12.2001 №167-ФЗ. Накладные расходы определяются на основании Сметы расходов по проектам ТПУ.</i>
2. <i>Продолжительность выполнения ТП</i>	<i>Приблизительная продолжительность выполнения ТП составляет 110 дней.</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала реализации ТП с позиции ресурсоэффективности.</i>	<i>Оценка потенциала реализации ТП осуществляется на основе SWOT-анализа</i>
2. <i>Планирование и формирование графика работ по реализации ТП</i>	<i>Для составления графика работ по ТП используется оценка трудоёмкости работ. По полученным данным строится диаграмма Ганта.</i>
3. <i>Формирование сметы затрат</i>	<i>Смета затрат формируется путём группировки затрат по статьям: • затраты на оборудование и ПО; • полная зарплата исполнителей; • страховые отчисления; • накладные расходы.</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Матрица SWOT
2. График работ по реализации ТП в форме диаграммы Ганта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	04.02.2019 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШБИП	Мелик-Гайказян М.В.	к.э.н., доцент		04.02.2019 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А5Г	Саввина Е.Г.		04.02.2019 г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5А5Г	Саввиной Елене Григорьевне

Школа		Отделение (НОЦ)	Электроэнергетики и электротехники
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Тема ВКР:

Реконструкция сетей освещения 0,4 кВ по проспекту Ленина города Томска	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования являются сети освещения проспекта Ленина города Томска. Область применения: электроэнергетика
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019) – ГОСТ 22269-76 . Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования. – ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования – ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений: Санитарные правила и нормы. - М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – Правила устройства электроустановок. Все

	<p>действующие разделы шестого и седьмого изданий с изменениями и дополнениями по состоянию на 1 февраля 2014 г.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (в редакции от 29.07.2017).
2. Производственная безопасность:	<p>Перечень опасных и вредных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Отклонение показателей микроклимата; – Превышение уровня шума; – Недостаточная освещённость рабочей зоны; – Электромагнитные излучения; – Опасность поражения электрическим током
3. Экологическая безопасность:	<p>Процесс исследования происходил за рабочим столом за ПК. Основной вред экологии происходит за счет отсутствия или неправильной утилизации частей компьютера и твердых бытовых отходов.</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>Наиболее типичные чрезвычайные ситуации: возможность возникновения пожара.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	04.02.2019 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШБИП	Белоенко Е.В.	к.т.н.		04.02.2019 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А5Г	Саввина Е.Г.		04.02.2019 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 85 с., 9 рис., 26 табл., 24 источников, 2 прил.

Ключевые слова: освещение, освещенность, световой поток, сети освещения, яркость.

Объектом исследования являются сети освещения проспекта Ленина города Томска.

Цель работы – реконструкция сетей освещения автодорожного полотна от улицы Нахимова до площади Ленина города Томска в связи с реконструкцией сетей электроснабжения коммунально-бытовых потребителей.

В процессе исследования проводились выбор опор освещения и осветительных устройств, расчет и анализ сетей освещения проспекта Ленина города Томска, выбор и расчет электрической части сетей освещения, а также технико-экономическое сравнение вариантов освещения исследуемой области.

В результате исследования был выбран вариант освещения, соответствующий техническим нормам.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: значения освещенности и яркости используемых источников освещения на дорожном покрытии.

Степень внедрения: результаты работы могут рассматриваться как реальный проект, готовый к реализации.

Область применения: результаты данной работы могут быть использованы для реконструкции сетей освещения проспекта Ленина города Томска.

Экономическая эффективность/значимость работы заключается в технико-экономическом сравнении вариантов.

В будущем планируется применять результаты работы как один из вариантов при реализации реконструкции сетей освещения проспекта Ленина города Томска.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Естественное освещение – освещение помещений светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях, а также через световоды.

Интенсивность движения, ед/ч – число транспортных средств в единицу времени, проходящих через поперечное сечение полотна дороги в часы пик в обоих направлениях.

Кабель – электрический, герметически изолированный провод для подземных и подводных линий.

Кривая силы света – характеризует распределение силы света светового прибора в пространстве. В каталогах на светильники значения силы света приводятся в пересчете для условной лампы со световым потоком 1000 лм. Для получения реальных значений силы света осветительного прибора в данном направлении необходимо значение силы света, определенное по кривой, умножить на световой поток используемой лампы в килोलюменах.

Общая равномерность яркости U_0 – отношение минимального значения яркости дорожного покрытия к её среднему значению.

Освещенность E , лк – отношение светового потока, падающего на элемент поверхности, содержащей данную точку, к площади этого элемента.

Продольная равномерность яркости U_1 – отношение минимального значения яркости дорожного покрытия к её максимальному значению по оси полосы движения, на которой расположен наблюдатель.

Равномерность освещенности U_h – отношение минимального значения освещенности на дорожном покрытии к её среднему значению.

Самонесущий изолированный провод – тип провода, предназначенного для передачи и распределения электрической энергии в воздушных силовых и осветительных сетях напряжением от 0,4/1 кВ или до 35 кВ. Он представляет собой жгут скрученный из изолированных фазных жил, сделанных из алюминия и нулевой несущей жилы. Фазные жилы оснащены изоляцией,

сделанной из светостабилизированного полиэтилена повышенного давления окрашенного в черный цвет, который обладает устойчивостью к ультрафиолетовым излучениям. В центре нулевой жилы находится стальной сердечник, скрученный вокруг алюминиевыми проволоками. Они созданы, чтобы заменить неизолированные провода, применяемые для строительства ЛЭП.

Светильник – устройство, состоящее из источника света и осветительной арматуры, предназначенной в основном для перераспределения испускаемого лампы, содержащее все необходимое для крепления и защиты лампы, а также для подключения к питающей сети.

Световой поток Φ , лм – характеризует мощность излучения источника света, оцениваемую по световому ощущению глаза человека.

Сила света I , кд – пространственная плотность светового потока источника света в данном направлении.

Средняя освещенность на дорожном покрытии $E_{\text{ср}}$, лк – освещенность на дорожном покрытии, усредненная по заданному участку дороги.

Средняя яркость дорожного покрытия $L_{\text{ср}}$, кд/м² – яркость дорожного покрытия, усредненная по заданному участку дороги.

Утилитарное наружное освещение – стационарное освещение, предназначенное для обеспечения безопасного и комфортного движения транспортных средств и пешеходов.

Яркость L , кд/м² – величина, показывающая какой световой поток поверхность излучает или отражает в направлении наблюдателя.

СОКРАЩЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ

IP – International Protect;

ВЛ – воздушные линии электропередачи;

ГОСТ – государственный стандарт;

ГОСТ Р – государственный стандарт в области строительства;

КЛ – кабельные линии электропередачи;

КСС – кривая силы света;

ПУЭ – правила устройства электроустановок;

СИП – самонесущий изолированный провод;

СН – строительные нормы;

СП – свод правил;

СанПиН – санитарные правила и нормы;

СНиП – строительные нормы и правила;

СП – опоры силовые прямостоечные трубчатые;

СПГ – опоры силовые прямостоечные граненые;

СФ – опоры силовые фланцевые трубчатые;

СФГ – опоры силовые фланцевые граненые;

ТП – технический проект;

ЧС – чрезвычайные ситуации.

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

ГОСТ 21.607-2014 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации наружного электрического освещения

ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)

ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением N 1)

ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

ГОСТ 22269-76. Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования.

ГОСТ Р 12.4.026-2001 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний

ГОСТ Р 52398-2005 Классификация автомобильных дорог

ГОСТ Р 54350-2015 Приборы осветительные. Светотехнические требования и методы испытаний

ГОСТ Р 54815-2011/IEC/PAS 62612:2009 Лампы светодиодные со встроенным устройством управления для общего освещения на напряжения свыше 50 В. Эксплуатационные требования

ГОСТ Р 55708-2013 Освещение наружное утилитарное. Методы расчета нормируемых параметров

ГОСТ Р МЭК 60598-1-2011 Светильники. Часть 1. Общие требования и методы испытаний

Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы шестого и седьмого изданий с изменениями и дополнениями по состоянию на 1 февраля 2014 г. – М.: КНОРУС, 2014– 488 с.

СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений: Санитарные правила и нормы. - М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997.

СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.

СН 541-82 Инструкция по проектированию наружного освещения городов, поселков и сельских населенных пунктов

СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003.

СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение

СП 98Л 3330,2012 «СНиП 2.05.09-90 Трамвайные и троллейбусные линии»

СП 13М3330.2012 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология» (с изменением №2)

СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.

СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».

Содержание

Введение.....	18
Раздел 1 Теоретические основы выполнения освещения городов.....	20
1.1 Освещение городов.....	20
1.2 Освещение улиц.....	21
Раздел 2 Описание существующего объекта.....	30
2.1 Сведения о топографических, инженерно-геологических, метеорологических и климатических условиях.....	30
2.2 Решения в области освещения.....	32
2.2.1 Выбор опор освещения.....	33
2.2.2 Выбор устройств освещения.....	36
2.2.3 Расчет выбранных вариантов освещения в ПК DIALux.....	40
2.2.4 Анализ сети освещения.....	42
Раздел 3 Выбор и расчет электрической части сетей освещения.....	43
3.1 Выбор и расчет кабельных линий электропередачи.....	43
3.2 Выбор и расчет воздушных линий электропередачи.....	46
Раздел 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	49
4.1 Оценка коммерческого потенциала инженерного проекта.....	49
4.2 Планирование и формирование графика работ по реализации технического проекта.....	52
4.2.1 Структура работ в рамках реализации технического проекта.....	53
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения технического проекта.....	54
4.2.3 Разработка графика проведения технического проекта.....	56
4.3 Формирование сметы затрат.....	56
4.3.1 Материальные затраты проекта.....	58
4.3.2 Расчет полной заработной платы исполнителей темы.....	58
4.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды.....	60
4.3.4 Накладные расходы.....	60
4.3.5 Формирование сметы затрат технического проекта.....	61

4.4	Определение ресурсоэффективности проекта	61
4.5	Выводы по разделу	63
Раздел 5 Социальная ответственность		64
5.1	Введение в социальную ответственность.....	64
5.2	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	65
5.2.1	Специальные правовые нормы трудового законодательства	65
5.2.2	Организационные мероприятия по компоновке рабочей зоны	66
5.3	Производственная безопасность	68
5.3.1	Отклонение показателей микроклимата	69
5.3.2	Производственные шумы.....	70
5.3.3	Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	71
5.3.4	Электромагнитные поля.....	73
5.3.5	Опасность поражения электрическим током.....	74
5.4	Экологическая безопасность.....	76
5.5	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	77
5.6	Выводы по разделу	79
Заключение		80
Список использованных источников		81
Приложение А		84
Приложение Б.....		85

ВВЕДЕНИЕ

Искусственное освещение с каждым годом приобретает все большее значение в различных областях жизни современного города, в его архитектуре и благоустройстве.

Технические средства освещения в последние годы значительно усложнились. Появились и внедрены новые типы ламп накаливания, различные типы газоразрядных источников света с использованием и без использования люминесценции, световые приборы сложной конструкции. Многообразнее стала техника управления городским освещением, использование средств автоматики и электромеханики изменили хозяйство городского освещения.

За последние несколько десятилетий искусственное освещение стало неотъемлемым элементом градостроительства при создании новых и реконструкции старых городов. Естественно, что в связи с этим появилась необходимость в теоретическом осмыслении вопросов, связанных с его проектированием в архитектурно-художественном, светотехническом и электротехническом, экономическом аспектах.

Цель и задача проекта найти электротехнические решения, экономию по освещению и электроснабжению сети освещения проспекта Ленина города Томск.

Проект реконструкции уличного освещения состоит из теоретической основы выполнения освещения городов. Электротехнические решения по реконструкции освещения улиц. В проекте предусматриваются светильники, опоры, кабельных муфты, кабеля.

Проект реконструкции уличного освещения предусматривает разные варианты выбора осветительных приборов. Трассы кабельных линий выбраны с учетом наименьшего расхода кабеля и обеспечения его сохранности при механических воздействиях. При значительной длине отдельных участков трассы с различными условиями прокладки, для каждого из них выбирается соответствующая марка кабеля.

Устройство автоматического управления обеспечивает включение и отключение уличного освещения в зависимости от уровня естественной освещенности. Предусмотрена возможность отключения части светильников в ночное время.

В связи с реконструкцией сетей электроснабжения коммунально-бытовых потребителей и автодорожного полотна от улицы Нахимова до площади Ленина города Томска возникла необходимость реконструкции сетей освещения по проспекту Ленина. В выпускной квалификационной работе рассмотрены варианты освещения автодорожного полотна и пешеходных дорожек по проспекту Ленина, а также изменение конфигурации сетей освещения.

РАЗДЕЛ 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЯ ГОРОДОВ

1.1 ОСВЕЩЕНИЕ ГОРОДОВ

В вечернее время в городе необходимо обеспечить наилучшие световые условия. Современная светотехника позволяет много сделать в этом отношении, если при выполнении осветительных установок придерживаться общих принципов устройства рационального освещения и требований, приводимых ниже для отдельных элементов наружного освещения. Осветительные установки на улицах города можно разделить на следующие группы: уличное освещение, специальное освещение фасадов зданий, освещение садов и бульваров, световая реклама и освещение витрин.

Все перечисленные группы наружных осветительных установок не изолированы друг от друга, а работают в непосредственной близости и взаимодействии друг с другом. Так, например, на фасад какого-либо здания, имеющего специальную подсветку, падает свет и от светильников уличного освещения, и от рекламных надписей и витрин, расположенных напротив, и т.д. Поэтому взаимной координации отдельных частей и единству архитектуры и светового оформления города должно быть уделено особое внимание.

Световое оформление города должно всегда создаваться как часть гармоничной композиции его вечернего облика. Для светового оформления городской магистрали необходимо, прежде всего, распределить светильники уличного освещения, выбрать их тип, высоту и конструкцию опор. Выявить возможности витринного освещения и степень его влияния на освещение тротуаров и проезжей части улицы. Следует также учесть специальное освещение фасадов отдельных зданий исторического или художественного значения. Затем необходимо создать проект световых реклам, размещенных на крышах и фасадах зданий, определить их примерные размеры и цветность.

Освещение садов и бульваров, входящих в ансамбль улицы, также

должно приниматься во внимание с учетом того, что в районах зеленых насаждений обычно отсутствуют магазины и реклама, что снижает освещенность на улице. Все источники света показывают графически на плане улицы условными знаками, а для наглядности выполняют несколько ночных перспектив улицы. Следует помнить, что архитектурное решение освещения улицы зависит не столько от уровней освещенности, сколько от гармонического сочетания и стилового единства отдельных частей осветительной установки и от степени уменьшения блескости в поле зрения.

1.2 ОСВЕЩЕНИЕ УЛИЦ

При освещении улиц как линейного объекта наибольшая доля светового потока должна быть направлена по двум противоположным сторонам вдоль улицы, создавая при этом равномерное освещение на всем ее протяжении. Практика показывает, что для оптимального решения этой задачи необходимо иметь светильники, имеющие максимумы силы света, направленные примерно под углом 65–75° к вертикали в двух противоположных направлениях. Такая трансформация светового потока лампы возможна только с помощью зеркал и преломлителей, которыми и снабжено большинство современных уличных светильников. Устройство уличного освещения регламентируется СН 541-82 – «Инструкция по проектированию наружного освещения городов, поселков и сельских населенных пунктов».

Выбор системы освещения, источников света, типа световых приборов, схемы и координат их расположения производится на основании технико-экономического анализа. Освещение улиц и дорог категорий А и Б с интенсивностью движения более 2000 единиц/ч, а также улиц и дорог в зонах высокой запыленности (более 0,4 мг/м³) должно, как правило, выполняться светильниками в исполнении IP53 (согласно ГОСТу 14254-2015). Освещение улиц и дорог с нормированной средней яркостью 0,4 кд/м² и выше или средней освещенностью 4 лк и выше должно выполняться светильниками с оптическими системами, обеспечивающими широкое

или полу широкое света распределение.

Освещение внутренних, служебно-хозяйственных и пожарных проездов, автостоянок, хозяйственных площадок и площадок при мусоросборниках в микрорайонах следует, как правило, выполнять светильниками прямого или преимущественно прямого света.

Освещение аллей, пешеходных и прогулочных дорожек, а также центральных входов в парки, сады, стадионы, выставки, больницы, госпитали, санатории, пансионаты и дома отдыха следует, как правило, выполнять светильниками рассеянного света или преимущественно прямого света. Освещение площадок массовых игр и площадок перед эстрадами, аттракционами следует осуществлять светильниками широкого света распределения. Освещение улиц, дорог и площадей территорий микрорайонов следует, как правило, выполнять светильниками, располагаемыми на опорах или тросах.

Освещение тротуаров-подъездов на территории микрорайонов допускается выполнять светильниками, располагаемыми на стенах или над козырьками подъездов зданий, если приведенные годовые затраты при этом не выше, чем при установке аналогичных светильников на опорах, а также обеспечиваются: возможность обслуживания светильников с помощью автоподъемников централизованное управление включением и отключением светильников; исключение засветки окон жилых помещений и повреждения светильников при падении с крыш снега и льда.

Схемы размещения светильников в осветительных установках улиц и дорог представлены на рисунке 1.

Светильники, устанавливаемые под козырьками подъездов зданий, не следует учитывать при расчете освещения тротуаров-подъездов и проездов микрорайона.

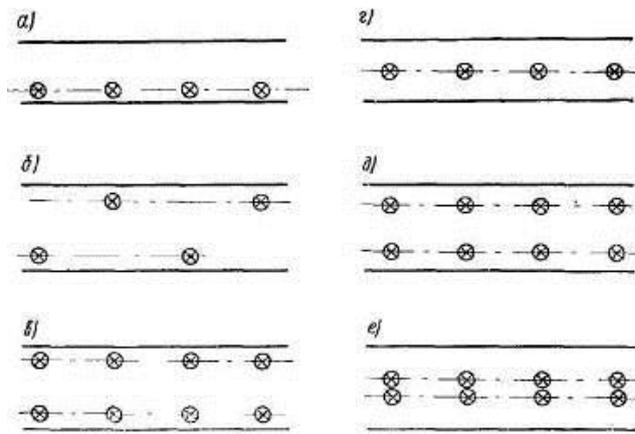


Рисунок 1 – Схемы размещения светильников в осветительных установках улиц и дорог: *а*— односторонняя; *б* — двухрядная в шахматном порядке; *в* — двухрядная прямоугольная; *г* — осевая; *д* — двухрядная прямоугольная по осям движения; *е*— двухрядная прямоугольная по оси улицы

На закруглениях улиц и дорог с радиусом в плане по оси проезжей части от 60 до 250 м светильники при их одностороннем расположении должны, как правило, размещаться по внешней стороне дороги в соответствии с рисунком 2, *а*. При невозможности размещения светильников по внешней стороне закругления допускается расположение опор по внутренней стороне с дополнительным уменьшением шага светильников согласно рисунку 2, *б*.

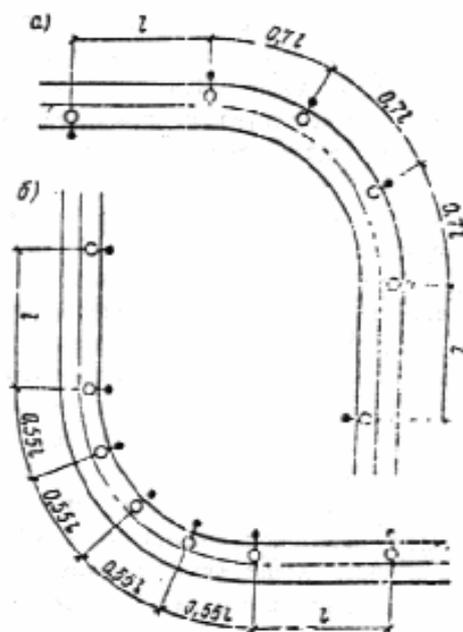


Рисунок 2 – Схемы размещения светильников на закруглениях улице дорог

Схемы размещения светильников на железнодорожных переездах, на пешеходном переходе и автоматическом шлагбауме представлены на рисунке 3.

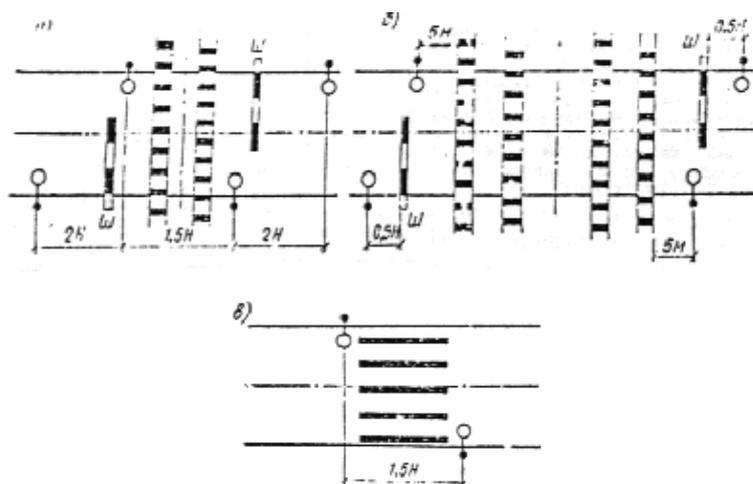


Рисунок 3 – Схемы размещения светильников:

а, б — на железнодорожных переездах;

в — на пешеходном переходе; *г* — автоматический шлагбаум

Освещение пересечений улиц и дорог в одном уровне следует выполнять в соответствии со схемами, приведенными на рисунке 4. При одностороннем расположении светильников на обеих пересекающихся улицах размещение светильников в зоне перекрестка должно соответствовать схеме рисунок 4, *а*.

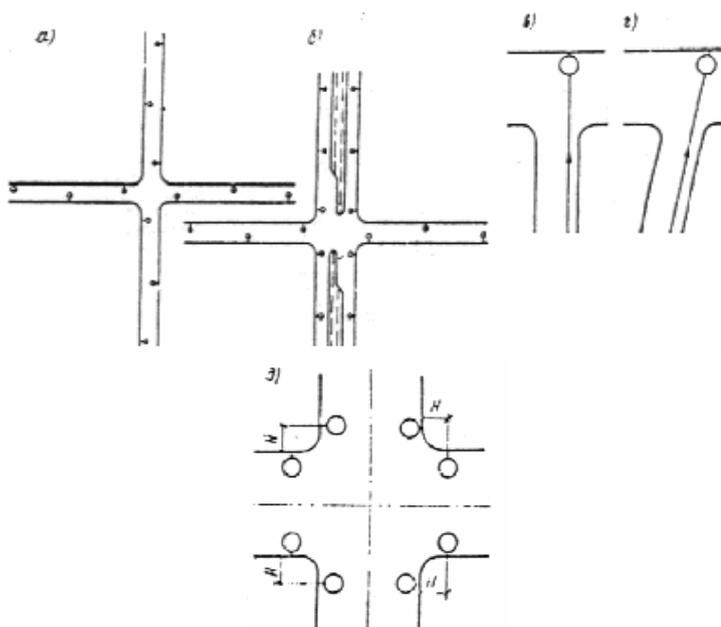


Рисунок 4 – Схемы размещения светильников на пересечениях в одном уровне:

а, б, д — на четырехсторонних пересечениях; *в, г* — на примыканиях

Типы опор наружного освещения должны приниматься в соответствии с техническими правилами по экономному расходованию основных строительных материалов.

В осветительных установках транспортных развязок и городских площадей допускается использовать высокие опоры (20 м и выше) при соответствующем технико-экономическом обосновании и обеспечении удобства обслуживания светильников.

Размещать светильники в парапетах и ограждениях мостов и эстакад на высоте 0,9—1,3 м над проезжей частью допускается только в том случае, если другие, более экономичные решения исключаются.

На улицах с трамвайным и троллейбусным движением светильники следует, как правило, размещать на опорах контактной сети.

На улицах с воздушной электрической сетью общего пользования светильники наружного освещения следует размещать на опорах этой сети на кронштейнах, устанавливаемых, как правило, выше проходов электрической сети или по другую сторону опоры на уровне проводов.

Расстояние в плане от края светильника до ближайшего провода сети общего пользования должно быть не менее 0,6 м.

Консольные светильники для освещения проезжей части улиц, дорог и площадей следует, как правило, устанавливать под углом 15° к горизонту. При размещении светильников согласно схемам б и в (рисунок 1) на улицах и дорогах с шириной проезжей части более 21 м допускается увеличивать угол их наклона, но не более 30° .

Опоры установок освещения улиц, дорог и площадей должны располагаться на расстоянии не менее 0,6 м от лицевой грани бортового камня до внешней поверхности цоколя опоры. Это расстояние на жилых улицах допускается уменьшать до 0,3 м при условии отсутствия автобусного или троллейбусного движения, а также движения грузовых машин.

Опоры освещения улиц и дорог допускается устанавливать на центральной разделительной полосе при ее ширине 5 м и более, а также на

разделительной полосе шириной 4 м при наличии стационарного ограждения и размещения опор в створе этого ограждения.

На улицах и дорогах, оборудованных кюветами, допускается устанавливать опоры за кюветом (рисунок 5, а), если расстояние от опоры до ближней границы проезжей части не превышает 4 м.

Опора не должна находиться между пожарным гидрантом и проезжей частью улицы или дороги.

При смещении линии установки опор наружного освещения от ближней границы проезжей части на расстояние, превышающее длину кронштейна светильника (например, по требованиям механизированной снегоуборки в районах с высоким объемом снега переноса), расстояние от проекции светильника на дорогу до ближней границы освещаемой полосы (Δb) не должно быть больше половины высоты установки светильников (рисунок 5, б).

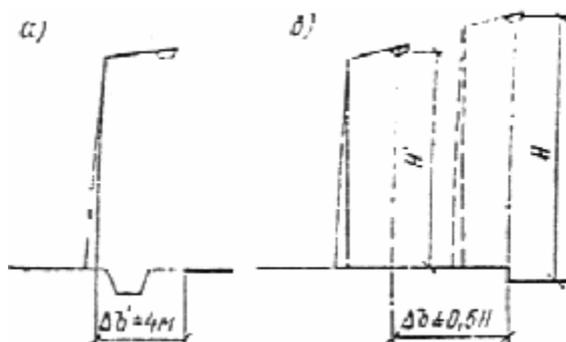


Рисунок 5 – Схемы допустимого расположения опор:

а— за кюветом; б —со смещением от проезжей части;

На рисунке 5: H – допустимая высота установки светильника на границе проезжей части по условиям ограничения слепящего действия; Δb – смещение светильника от границы проезжей части; H' – допустимая высота смещенного светильника; $\Delta b'$ – расстояние от опоры до границы проезжей части

В этом случае минимальную высоту установки светильников допускается уменьшать (но не ниже, чем до 6,5 м) в соответствии с формулой

$$H' \geq 1,5 + \sqrt{(H - 1,5)^2 - (\Delta b)^2} \quad (1.1)$$

где H - допустимая высота установки светильников согласно требованиям главы

СНиП по проектированию естественного и искусственного освещения об ограничении слепящего действия осветительных установок. Опоры на пересечениях и примыканиях улиц и дорог, как правило, должны устанавливаться не ближе 1,5 м до начала закругления тротуаров, не нарушая единого строя линии установки опор.

Расстояние между опорами и подземными коммуникациями и способы защиты опор от наезда должны приниматься согласно требованиям глав СНиП по проектированию планировки и застройки населенных мест, наружных сетей сооружений газоснабжения, производству и приемке работ по электротехническим устройствам и ПУЭ.

Опоры наружного освещения на инженерных сооружениях (мостах, путепроводах, эстакадах и т. п.) следует устанавливать в створе ограждений в стальных станинах или на фланцах, прикрепляемых к несущим элементам инженерного сооружения.

Опоры на аллеях и пешеходных дорогах должны располагаться вне пешеходной части.

Опоры с венчающими светильниками или световыми комплексами из них рекомендуется размещать по односторонней схеме при ширине пешеходной части до 10 м, а при большей ширине — по двухрядной прямоугольной или шахматной схеме. Допускается неравномерное размещение опор, а также изменение высоты крепления светильников на опорах в зависимости от принятого архитектурного решения, если обеспечивается нормируемый уровень освещенности в среднем для установки и отношение максимальной освещенности к средней увеличивается не более чем в 2 раза.

Светильники на улицах и дорогах с рядовой посадкой деревьев следует устанавливать вне крон деревьев на удлиненных кронштейнах, обращенных в сторону проезжей части улицы, или применять тросовый подвес светильников.

Тросы для подвеса светильников и электрической сети разрешается крепить к ограждающим конструкциям зданий с обязательным применением амортизаторов и проведением проверочных расчетов на прочность этих

конструкций.

Отношение шага светильников к высоте их подвеса на улицах и дорогах всех категорий должно быть не более 5:1 при одностороннем, осевом или прямоугольном размещении светильников и не более 7:1 при шахматной схеме размещения.

В проектах освещения улиц и дорог категорий А и Б с интенсивностью движения более 1000 транспортных единиц/ч в городах и поселках со средним количеством жидких атмосферных осадков более 600 мм в год необходимо учитывать особенности отражения света влажными дорожными покрытиями, предусматривая:

- применение светильников полуширокого света распределения или широкого с направлением максимальной силы света не выше 60° , если отношение ширины проезжей части к высоте установки светильников $b/H > 0,5$ при одностороннем их расположении и $> 1,5$ при двух рядном расположении;
- размещение светильников на закруглениях только с внешней стороны дороги (см. рисунок 2, а);
- окрашивание цокольной части опор белой краской.

Если количество жидких осадков превышает 700 мм в год, а интенсивность движения на указанных категориях улиц и дорог превышает 2000 транспортных единиц/ч, в дополнение к указанным мерам следует, как правило, предусматривать установку двухламповых светильников или двух светильников на опоре для обеспечения отключения в ночное время до 50% источников света.

Все освещение города должно управляться из центрального пункта с помощью автоматики или телемеханики. Схема питания и управления должна строиться таким образом, чтобы в ночные часы можно было оставить включенными 1/3 или 1/2 общего числа ламп. Нередко требуется устройство обратных сигналов о включении и выключении тех или иных узлов сети. Для цепей управления часто используются телефонные линии.

В сетях наружного освещения следует применять напряжение 300/220 В переменного тока при заземленной нейтрали.

Электроснабжение установок наружного освещения следует, как правило, осуществлять через пункты питания от трансформаторов, предназначенных для питания сети общего пользования.

Электроснабжение установок наружного освещения допускается осуществлять от отдельных трансформаторных подстанций или специальных трансформаторов, если это оправдывается технико-экономическими расчетами.

Питание светильников освещения территории микрорайона следует осуществлять непосредственно от пунктов питания наружного освещения или от проходящих рядом сетей уличного освещения (исключая сети улиц категории А) в зависимости от принятой в населенном пункте системы эксплуатации, а светильников наружного освещения территорий детских яслей-садов, общеобразовательных школ, школ-интернатов, больниц, госпиталей, санаториев, пансионатов, домов отдыха - от вводных устройств этих зданий или от трансформаторных подстанций.

Линии сети наружного освещения должны подключаться к пунктам питания с учетом равномерной нагрузки фаз трансформаторов, для чего отдельные линии следует присоединять к разным фазам или с соответствующим чередованием фаз.

РАЗДЕЛ 2 ОПИСАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ОБЪЕКТА

2.1 СВЕДЕНИЯ О ТОПОГРАФИЧЕСКИХ, ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ, МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ.

Проектируемый объект: проспект Ленина – центральная улица города Томска, являющегося административным центром Томской области, одна из главных транспортных магистралей города. Проходит по территории трёх городских районов: Кировского, Советского и Ленинского. Начинается от улицы Нахимова в районе Лагерного сада и идёт в северном направлении, параллельно реке Томи до Профсоюзной улицы на Черемошниках.

Земли относятся к категории – земли населенных пунктов.

Участок работ находится в черте города Томска, с высотной застройкой. Незастроенная территория частично покрыта древесной и кустарниковой растительностью. Природный рельеф поверхности участка изменен строительной планировкой.

Климат Томской области является переходным от умеренно-континентальной Русской равнины к резко-континентальному Восточной Сибири и определен как континентально-циклонический.

В пределах Томской области наблюдаются продолжительная снежная, морозная зима и короткое, теплое лето. Исходя из данных многолетних наблюдений, просматривается равномерное увлажнение, однако в последние годы отмечаются довольно резкие изменения элементов погоды в сравнительно короткие периоды времени нередко в течение суток. Температурный режим находится под влиянием континентально-арктических антициклонов. Среднегодовая температура воздуха $-0,6^{\circ}\text{C}$. Максимальная положительная температура $+36^{\circ}\text{C}$ отмечается в июле месяце, а минимальная отрицательная – от -30° до -40°C – в декабре-январе.

Глубина сезонного промерзания суглинистых грунтов на открытых участках колеблется от 2,0 до 2,4 м, а на заснеженных – от 0,5 до 1,5 м.

Преобладающим направлением ветра в Томске является южное, часто юго-западное, реже юго-восточное, северо-восточное, северное.

Среднегодовое количество осадков по г. Томску составляет 637 мм. Распределение осадков по территории и по сезонам года неравномерно.

Окружающая среда района работ находится под воздействием постоянного загрязнения, связанного с работой промышленных предприятий, выхлопных газов автотранспорта. Это сказывается на загрязнении воздуха, атмосферных осадков, почвы, химического состава водотоков.

В соответствии с ГОСТ Р 52398-2005 «Классификация автомобильных дорог» и основными техническими характеристиками классификационных признаков автомобильных дорог пр. Ленина имеет следующую техническую классификацию автомобильных автодорог общего пользования:

- класс автомобильной дороги – дорога обычного типа (не скоростная дорога);
- категория автомобильной дороги IV;
- общее количество полос – 4 и более;
- с обязательным нанесением центральной разделительной полосы;
- имеющая пересечения с автомобильными дорогами, велосипедными и пешеходными дорожками в одном уровне со светофорным регулированием.

В соответствии с СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» и подпунктом «Освещение улиц, дорог и площадей» проспект Ленина имеет следующую классификацию улично-дорожной сети городских поселений:

- категория объекта – Б «Магистраль и улицы районного значения»;
- класс улицы – 1 «за пределами центра города»;
- основное назначение объекта – «Основные оси районов города.

Обеспечивают связи в пределах жилых районов и производственных зон, а также между ними».

Существует 13 участков с перекрестками и 2 площади (Ново-соборная площадь, площадь Ленина). Количество тротуаров: 1 технический тротуар, 1 пешеходный тротуар и в некоторых местах расположена «зеленая зона».

На участках ул. Учебная – пр. Кирова и ул. Фрунзе – ул. Беленца дорога имеет нормативный уклон в 32°-37°.

2.2 РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ ОСВЕЩЕНИЯ

Реконструкция освещения происходит от улицы Нахимова до площади Ленина города Томска.

Разрабатывается и выполняется новое электроосвещение проезжей части, тротуаров и велодорожек.

Протяженность рассматриваемой улицы – примерно 4 км.

В соответствии с расчетом освещенности в программе DIALux приложения (А) в зону освещения новой сети освещения попадают: проезжая часть улицы, тротуары и велодорожки, а освещенность на этих участках соответствует нормам освещения.

Новое электроосвещение на участке ул. Нахимова – пл. Ленина предусматривается двухрядным прямоугольным, с четной и нечетной стороны улицы с установкой светильников с шагом 30-35 м, с расстоянием от бортового камня проезжей части не менее 0,75 м. Поскольку данный участок предусматривает троллейбусное движение, светильники следует размещать на опорах контактной сети.

Так как количество жидких осадков составляет примерно 700 мм в год, а интенсивность движения на указанной категории дороги (Б1) превышает 2000 транспортных ед/ч предусматривается установка двух светильников на опоре для обеспечения отключения в ночное время до 50% источников света.

Высота установки светильников над проезжей частью составляет 10 м.

2.2.1 ВЫБОР ОПОР ОСВЕЩЕНИЯ

Опоры освещения изготавливаются из стали, алюминия, железобетона. Высоким спросом пользуется опора освещения металлическая.

Металлические опоры освещения отличаются рядом преимуществ: прочностью, длительным сроком службы, относительно небольшим весом, в особенности, если сравнивать с железобетонными изделиями. Кроме того, этот вид опорных конструкций наружного расположения отличается повышенной высокой степенью устойчивости к влиянию негативных внешних факторов, например, сильным порывам ветра.

Основное назначение таких конструкций – крепление уличных осветительных приборов. Соответственно, опоры предназначены для наружного монтажа. Один из критериев их выбора – способность выдерживать оказываемую осветительными приборами нагрузку. Кроме того, важно, чтобы опорные конструкции наружного расположения могли противостоять негативному воздействию внешних факторов (неблагоприятные погодные условия).

Чтобы продлить срок службы металлических опор, необходимо снизить риск образования коррозии, для чего их покрывают краской или выполняется оцинковка изделий. В этом заключается основной недостаток подобных конструкций, так как металл без дополнительной обработки не прослужит долго. А железобетонные опоры освещения не требуют особого покрытия.

К преимуществам столбов из металла для наружного расположения можно отнести сравнительно небольшой вес, в результате их проще перевозить и устанавливать. А это позволяет снизить расходы на транспортировку и монтаж. В зависимости от исполнения установка данного вида опорных конструкций может быть выполнена прямо в грунт или на фундамент с фланцем.

Светильники наружного применения могут устанавливаться на металлические столбы разных видов:

- силовые;

- несилловые.

В первом случае предполагается подведение силового кабеля непосредственно к опорной конструкции. Это целесообразно делать в ситуации, когда по определенным причинам нет возможности произвести монтаж под землей.

К силовым опорам относятся такие исполнения: силовые прямостоечные трубчатые, силовые фланцевые трубчатые, силовые прямостоечные граненые, силовые фланцевые граненые. Монтаж источников света выполняется посредством кронштейнов. Несиловые опорные конструкции не предназначены для высоковольтных линий.

По целевому назначению различают:

- магистральные столбы;
- декоративные опоры.

Все виды металлических опорных конструкций имеют свои ограничения по высоте. Значение данного параметра для несилловых исполнений составляет 12 м. Средняя высота декоративных опор: 3-6 м. Однако в городе возможна установка изделий до 12 м в непосредственной близости к многоэтажным зданиям культурного назначения. Такой вид столбов, как правило, предназначен для установки нескольких светильников.

Технология установки опорных конструкций выбирается, исходя из типа столба. Монтаж предваряется подготовительными работами: составляется проект, размечается территория. Причем в самом проекте должно быть указано количество опор, мощность светильников, расстояние между уличными столбами и другая необходимая информация.

Для установки опор подготавливается яма размерами 1000x1000 мм. Ее глубина составляет 1200 мм. Определив расстояние между уличными столбами посредством нормативной документации, можно получить общее количество опор. В центре готовой ямы бурится отверстие диаметром также 100 мм и глубиной 1000 мм. Причем для беспроблемного монтажа готовое отверстие должно превосходить по размеру диаметр столба.

На дне ямы обязательно должна быть расположена песчаная подушка толщиной 150 мм. После заливки водой этот слой утрамбовывается до 100 мм.

Металлические опорные конструкции есть возможность дополнительно укрепить, для чего армировочные прутья, предварительно вбитые в стенки ямы, привариваются к опоре. Это важно, так как вся конструкция должна быть достаточно прочной, чтобы выдержать большую нагрузку при сильных порывах ветра. Далее, монтаж предполагает подготовку фундамента. С этой целью в яму заливается бетонная смесь, но не полностью. Готовая плита не должна превосходить по толщине значение 200 мм. Остальное пространство засыпается грунтом.

Таким образом, чтобы в результате получить эффективную систему освещения, необходимо правильно определить расстояние между опорными конструкциями. Делается это на основании мощности осветительных приборов, их количества, а также высоты столбов. Между столбом и бордюром также должно соблюдаться определенное расстояние, что определяется типом объекта, где планируется установка опорных конструкций.

Для данного проекта при устройстве контактной сети, обеспечивающей движение городского электротранспорта, целесообразно использование опор, на которых можно одновременно разместить и осветительные приборы, с одновременным воздушным подводом к ним, питания. Такую возможность дает применение опор граненых силовых контактной сети, сокращенно обозначаемых – ОГСКС.

Опоры для контактной сети предназначены для восприятия максимальной нагрузки (σ_{\max}) на высоте 7,5 м над уровнем фундамента. Опоры изготавливаются из листовой стали методом гибки с одним продольным сварным швом, защищены от коррозии методом горячего цинкования. Данный вид покрытия не является декоративным и носит сугубо функциональный характер. Гарантия на коррозионную стойкость – не менее 15 лет. Возможно совмещение контактной сети и воздушной линии электропередачи, выполненной проводом СИП.

Техническая информация выбранной опоры указана в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Технические параметры опоры

Номенклатура	Номинальная нагрузка T	Высота H , м	Вес m , кг	Верхний диаметр d , мм	Нижний диаметр D , мм	Размер опорного фланца A , мм	Межцентровое расстояние отверстий B , мм	Подземная часть L , м
ОГСКС-2,3-10(2,0)	2,3	10	970	365	550	750	650	2

Общий вид опоры и его габаритные размеры представлены на рисунке 6.

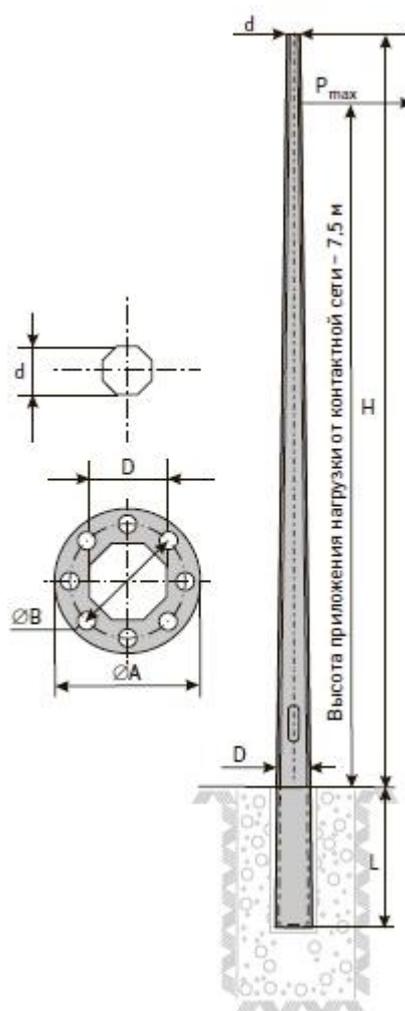


Рисунок 6 – Вид опоры

2.2.2 ВЫБОР УСТРОЙСТВ ОСВЕЩЕНИЯ

Рассматривается несколько вариантов выбора устройств освещения для их дальнейшего сравнительного анализа.

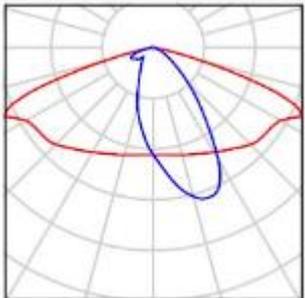
- 1) Для первого варианта были выбраны следующие светильники:
- GALAD Омега LED-40-ШБ/У50;
 - GALAD Омега LED-60-ШБ/У50;
 - Амира СКУ 24 LED-90.

Светильники типа Galad и Амира обеспечивают освещение городских улиц, дорог шириной от 2 до 6 полос, мостов, прилегающие территории школ, детских садов, торговых центров, площадей, коттеджных посёлков. Характеризуются оптимальным тепловым режимом работы, благодаря продуваемой конструкции корпуса светильника, и широким диапазоном температур, который позволяет использовать светильник в холодных климатических условиях. Светильники могут быть интегрированы в автоматическую систему управления наружным освещением.

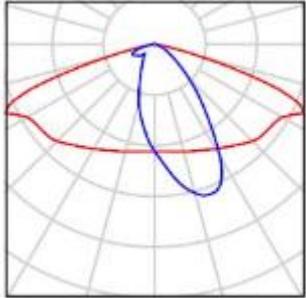
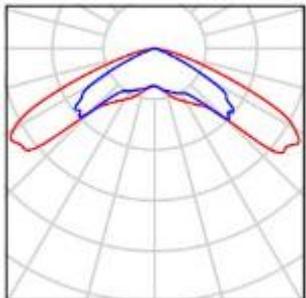
Степень защиты, обеспечиваемая оболочкой для светильников производителя Galad – IP65 (от проникновения внешних твердых предметов – пыленепроницаемое, от вредного воздействия в результате проникновения воды – действие струи), для светильников производителя Амира – IP66 (от проникновения внешних твердых предметов – пыленепроницаемое, от вредного воздействия в результате проникновения воды – сильное действие струи).

Основные параметры выбранных светильников для первого варианта приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Основные параметры светильников

Название светильника	Параметры светильника	Кривая распределения света
GALAD Омега LED-40-ШБ/У50	Световой поток: 4400 лм Мощность светильников: 40 В	

Продолжение таблицы 2.2

<p>GALAD Омега LED-60-ШБ/У50</p>	<p>Световой поток: 6600 лм Мощность светильников: 60 В</p>	
<p>Амира СКУ 24 LED-90</p>	<p>Световой поток: 7163 лм Мощность светильников: 90 В</p>	

2) Для второго варианта были выбраны следующие светильники:

- Диора-60 Street SE-Ш;
- Диора-90 Street SE-Ш;
- Диора-60 Street SE-Д.

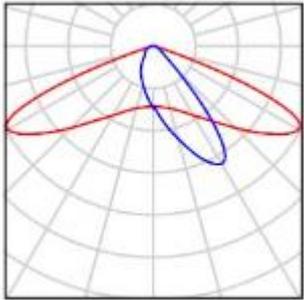
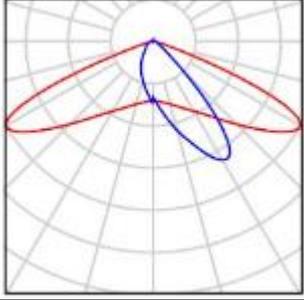
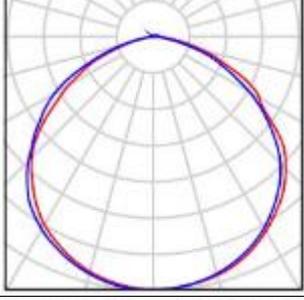
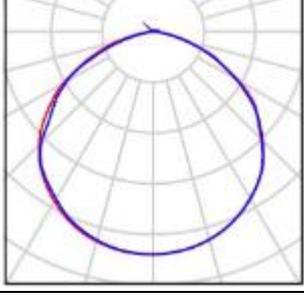
Уличные светодиодные светильники Диора Street предназначены для освещения улиц, дорог, площадей, пешеходных тротуаров, внутри дворовых территорий, открытых складов производственного назначения, а также незаменим в местах, где требуется экономия электроэнергии.

Корпус светильника изготовлен из анодированного алюминия, что позволило значительно снизить массу светильника, при этом обеспечив ему высокую прочность и надежность, а также усилить его теплоотводящие качества.

Светильник экономичный и является стойким к температурным перепадам, климатическим условиям и негативным воздействиям внешней среды. В светильниках используется новый запатентованный драйвер собственной разработки. Он гарантирует многоступенчатую защиту от перепадов температур, скачков электричества и обладает КПД в 94%.

Основные параметры выбранных светильников для второго варианта приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Основные параметры светильников

Название светильника	Параметры светильника	Кривая распределения света
Диора-60 Street SE-III арт. D60SSE-III	Световой поток: 7151 лм Мощность светильников: 58 В	
Диора-90 Street SE-III арт. D90SSE-III	Световой поток: 10152 лм Мощность светильников: 88 В	
Диора-60 Street SE-Д арт. D60SSE-Д	Световой поток: 5778 лм Мощность светильников: 45 В	
Диора-90 Street SE Д арт. D90SSE-Д	Световой поток: 8217 лм Мощность светильников: 65.0 В	

Степень защиты, обеспечиваемая оболочкой для светильников производителя Диора – IP65 (от проникновения внешних твердых предметов – пыленепроницаемое, от вредного воздействия в результате проникновения воды – действие струи).

Выбор разных светильников обусловлен различием кривой распределения освещенности.

2.2.3 РАСЧЕТ ВЫБРАННЫХ ВАРИАНТОВ ОСВЕЩЕНИЯ В ПК DIALUX

ПК Dialux - одна из самых функциональных компьютерных программ для выполнения светотехнических расчетов и инженерного проектирования внутреннего и внешнего освещения.

Программа Dialux является эффективным инструментом для решения сложных задач по расчетам как естественной, так и искусственной освещенности разнообразных наружных и внутренних сцен, улиц, дорог, рабочих мест, офисов, аварийных систем, спортивных площадок и многого другого.

По изначально заданным условиям: количество светильников, их тип, расположение, - программа Dialux способна проводить разнообразные сложные светотехнические расчеты, при которых обязательно будут учтены все факторы, связанные с мебелью, различными предметами интерьера, геометрией помещения, цветом и текстурой всех поверхностей. Программа позволяет проводить расчеты для любых видов освещенности, яркости, показателей блескости, теней и дневного света. Утилита учитывает погодные условия, географическое расположение объекта, тени от окружающих объектов и зданий.

По результатам расчета программа строит графики, изолинии и таблицы распределения освещенности, формирует для светильников ведомости с их паспортными данными, а также графически изображаются распределения освещенности по рассматриваемой поверхности.

ПК Dialux полезен как проектировщикам, так и электрикам, и дизайнерам для выполнения их работ в соответствии с регламентами по освещению. Интерфейс программы поддерживает множество языков, включая русский.

1) Для первого варианта выбранных светильников был произведен светотехнический расчет.

На рисунке 7 представлен график распределения значений освещенности в люксах для заданной расчетной области автодороги категории Б1.

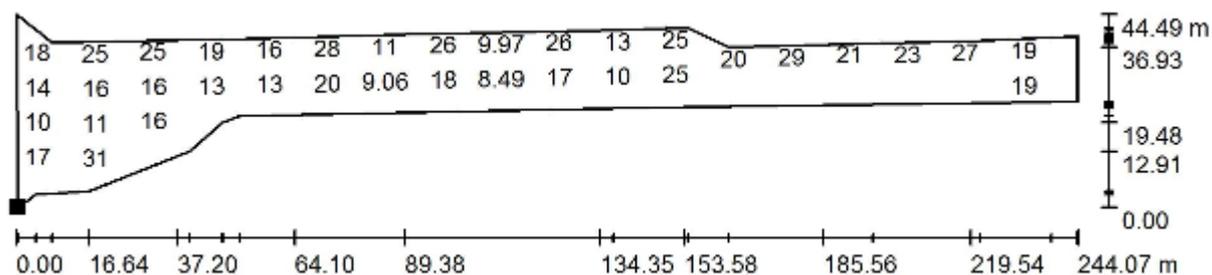


Рисунок 7 – График значений освещенности

В таблице 2.4 приведены значения освещенности для первого варианта расчета.

Таблица 2.4 – Значения освещенности

$E_{\text{ср}}$, ЛК	E_{min} , ЛК	E_{max} , ЛК	$E_{\text{min}}/E_{\text{ср}}$	$E_{\text{min}}/E_{\text{max}}$
20	6,86	39	0,367	0,175

В таблице 2.5 приведены значения яркости для первого варианта расчета.

Таблица 2.5 – Значения яркости

$L_{\text{ср}}$, кд/м ²	L_{min} , кд/м ²	L_{max} , кд/м ²	$L_{\text{min}}/L_{\text{ср}}$	$L_{\text{min}}/L_{\text{max}}$
1,78	0,66	3,75	0,367	0,175

2) Для второго варианта выбранных светильников был произведен светотехнический расчет.

На рисунке 8 представлен график распределения значений освещенности в люксах для заданной расчетной области автодороги категории Б1.

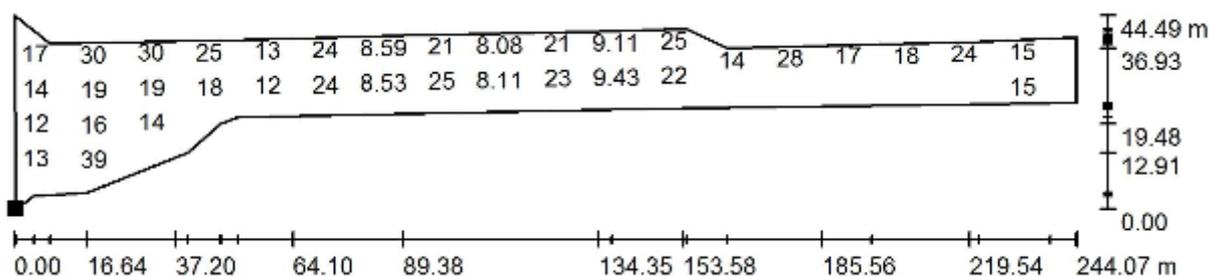


Рисунок 8 – График значений освещенности

В таблице 2.6 приведены значения освещенности для второго варианта расчета.

Таблица 2.6 – Значения освещенности

$E_{\text{ср}}$, ЛК	E_{min} , ЛК	E_{max} , ЛК	$E_{\text{min}}/E_{\text{ср}}$	$E_{\text{min}}/E_{\text{max}}$
20	6,89	42	0,358	0,164

В таблице 2.7 приведены значения яркости для второго варианта расчета.

Таблица 2.7 – Значения яркости

L_{cp} , кд/м ²	L_{min} , кд/м ²	L_{max} , кд/м ²	L_{min}/L_{cp}	L_{min}/L_{max}
1,84	0,66	4,02	0,358	0,164

2.2.4 АНАЛИЗ СЕТИ ОСВЕЩЕНИЯ

По выполненным расчетам в ПК Dialux производим анализ согласно нормируемым параметрам.

В качестве нормируемых параметров используются:

- общая равномерность яркости U_0 ;
- продольная равномерность яркости U_1 ;
- равномерность освещенности U_h ;
- средняя освещенность на дорожном покрытии E_{cp} , лк;
- средняя яркость дорожного покрытия L_{cp} , кд/м².

Нормируемые показатели освещения улиц и дорог городских поселений с регулярным транспортным движением с асфальтобетонным покрытием согласно СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» для категории объекта Б1 представлены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Нормируемые показатели освещения улиц и дорог городских поселений с регулярным транспортным движением с асфальтобетонным покрытием

Категория объекта	Средняя яркость дорожного покрытия L_{cp} , кд/м ² , не менее	Общая равномерность яркости дорожного покрытия U_0 , не менее	Продольная равномерность яркости дорожного покрытия U_1 , не менее	Средняя освещенность дорожного покрытия E_{cp} , лк, не менее	Равномерность освещенности дорожного покрытия U_h , не менее
Б1	1,20	0,35	0,15	20	0,35

Сравнивая показатели для первого и второго расчетного случая можно сказать, что светильники соответствуют нормируемым показателям.

РАЗДЕЛ 4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Технико-экономическое обоснование технического проекта (ТП) проводится с целью определения и анализа трудовых и денежных затрат, направленных на их реализацию, а также уровня их научно-технической результативности.

Целью данного раздела является определение коммерческого потенциала ТП, планирование и формирование графика работ по реализации ТП, а также формирование сметы затрат.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения инженерного проекта;
- оценка трудоёмкости работ по проекту и построение диаграммы Ганта;
- расчёт затрат ТП с последующим формированием сметы затрат ТП.

С учетом решения данных задач были сформированы структура и содержание данного раздела.

4.1 ОЦЕНКА КОММЕРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ИНЖЕНЕРНОГО ПРОЕКТА

Коммерческий потенциал характеризует уровень востребованности разработки на рынке и отражает конкурентные позиции. Проведение соответствующей оценки фокусируется на выявлении целесообразности воплощения новых технологий и их осуществимости в промышленном масштабе. При планировании проекта важно систематически производить анализ конкурирующих разработок на рынке с целью выявления наиболее подходящей и эффективной для реализации проекта. Для оценки потенциала разрабатываемого проекта применяется SWOT-анализ.

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ проекта [13].

Сильные стороны характеризуют конкурентоспособность и свидетельствуют об отличительном преимуществе проекта. Слабые стороны указывают на недостатки, препятствующие достижению целей, и являются факторами внутренней среды. Возможности и угрозы представляют факторы внешней среды.

Результаты анализа представлены в табл. 4.1.

Таблица 4.1 – Матрица SWOT-анализа инженерного проекта

	Сильные стороны проекта: С1. Экономичность и энергоэффективность потребления. С2. Долгий срок эксплуатации. С3. Наличие инженерной инфраструктуры. С4. Наличие бюджетного финансирования.	Слабые стороны проекта: Сл1. Потребность в квалифицированном персонале. Сл2. Большой срок поставок комплектующих и материалов. Сл3. Нюансы при замене, настройке и вводе в эксплуатацию.
Возможности: В1. Использование нового оборудования. В2. Развитие сетей освещения. В3. Сокращение количества несчастных случаев. В4. Автоматизация процесса управления сетями уличного освещения.	В1С1С2 В2С1С2С3С4 В3С1 В4С1С2С3	В1Сл1Сл2Сл3 В2Сл1Сл3 В3Сл3 В4Сл1Сл3
Угрозы: У1. Увеличение продолжительности исполнения проекта из-за природно-климатических условий У2. Замена всего оборудования У3. Недостаток финансирования	У1С1С2 У2С3 У3С4	У1Сл1Сл3 У2Сл1Сл2Сл3 У3Сл3

На основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации.

При построении интерактивных матриц используются обозначения аналогичные самой матрицы SWOT с дополнением знаков (+,-) для подробного представления наличия возможностей и угроз проекта («+» – сильное соответствие; «-» – слабое соответствие).

Анализ интерактивных матриц, приведенных в таблицах 4.2 и 4.3, показывает, что сильных сторон у проекта значительно больше, чем слабых. Кроме того, угрозы имеют низкие вероятности, что говорит о высокой надежности проекта.

Таблица 4.2 – Интерактивная матрица возможностей

Возможности	Сильные стороны проекта			
	C1	C2	C3	C4
B1	+	+	-	-
B2	+	+	+	+
B3	+	-	-	-
B4	+	+	+	-
	Слабые стороны проекта			
	Сл1	Сл2	Сл3	
B1	+	+	+	
B2	+	-	+	
B3	-	+	-	
B4	+	-	+	

Таблица 4.3 – Интерактивная матрица угроз

Угрозы	Сильные стороны проекта			
	C1	C2	C3	C4
У1	+	+	-	-
У2	-	-	+	-
У3	-	-	-	+
	Слабые стороны проекта			
	Сл1	Сл2	Сл3	
У1	+	-	+	
У2	+	+	+	
У3	-	-	+	

При разработке технического проекта системы электроснабжения предприятия инженер нацелен на проектирование с возможно большим внедрением сильных сторон. Это влияет, прежде всего, на качество спроектированной системы освещения.

Высокий срок эксплуатации позволит окупить вложенные затраты в данный проект. Также, наличие необходимой инженерной инфраструктуры способствует установке современных светильников, обладающих высокой светоотдачей. Это влечет за собой сокращение количества ДТП с участием пешеходов, связанных с плохим или неисправным освещением.

Несмотря на наличие инженерной инфраструктуры, она может оказаться неисправной, несоответствующей существующим нормам и требованиям, что может повлечь за собой замену всего оборудования и привести к непредвиденным затратам.

По итогам SWOT-анализа можно утверждать, что разработанный инженерный проект имеет большое количество сильных сторон и возможностей, которые уравнивают угрозы.

4.2 ПЛАНИРОВАНИЕ И ФОРМИРОВАНИЕ ГРАФИКА РАБОТ ПО РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

Планирование графика работ по реализации ТП осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках реализации ТП;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения работ.

4.2.1 СТРУКТУРА РАБОТ В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

Для реализации ТП формируется рабочая группа, в состав которой входят научный руководитель (НР) и дипломник (Д). Далее составляется перечень этапов и работ в рамках реализации ТП и производится распределение исполнителей по видам работ.

Номерам этапов соответствуют виды выполняемых работ, представленные в таблице 4.4:

№ 1 – составление и утверждение технического задания – включает в себя изучение первичной информации об объекте, формулировку требований к ТП и составление задания и плана действий по реализации ТП;

№ 2 – получение задания – ознакомление с предметом работы дипломником и согласование плана работ с руководителем;

№ 3 – поиск и изучение литературы и нормативной документации по заданной теме – изучение источников, касающихся различных сторон ТП;

№ 4 – анализ проблем освещения – отбор информации из изученной литературы, касающейся непосредственно освещения авто- и пешеходных дорог в городских условиях;

№ 5 – выбор устройств освещения – выбор устройств освещения в соответствии с нормами освещения (мощности, светового потока);

№ 6 – обозначение границ расчетной области – обозначение и анализ границ расчетной области в ПК AutoCAD;

№ 7 – расчет вариантов освещения – расчет и анализ вариантов освещения в ПК DIALux 4.13 по выбранным параметрам;

№ 8 – оценка эффективности полученных результатов – проверка соответствия выполненного проекта исходным требованиям с учетом ресурсоэффективности;

№ 9 – составление пояснительной записки – оформление результатов, полученных при работе над ТП;

№ 10 – проверка ВКР руководителем – окончательная проверка ВКР научным руководителем и в случае выявления недочётов их устранение дипломником;

№ 11 – подготовка к защите ВКР – подготовка презентации к ВКР и ответного слова на защите, консультации с руководителем для защиты ВКР перед государственной аттестационной комиссией.

Таблица 4.4 – Перечень этапов работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Планирование работ	1	Составление и утверждение технического задания	НР
	2	Получение задания	Д, НР
Подготовка к разработке ТП	3	Поиск и изучение литературы и нормативной документации по заданной теме	Д, НР
	4	Анализ проблем освещения	Д
Проведение расчетов	5	Выбор устройств освещения	Д
	6	Обозначение границ расчетной области в ПК AutoCAD	Д
	7	Расчет вариантов освещения в ПК DIALux 4.13	Д
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Д, НР
Оформление отчета по работе над ТП	9	Составление пояснительной записки	Д
	10	Проверка ВКР руководителем	Д, НР
Сдача выпускной квалификационной работы	11	Подготовка к защите ВКР	Д, НР

4.2.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

Трудоемкость выполнения технического проекта оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожi}$ используется формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5}, \quad (4.1)$$

где $t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, дн.;

$t_{\text{min}i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\text{max}i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.

Результаты расчёта ожидаемой трудоёмкости представлены в табл. 4.5.

По табл. 4.5 был построен календарный план-график, представленный в табл. 4.6.

Таблица 4.5 – Продолжительность работ

№	Название работы	Трудоёмкость работ, дни						Длительность работ, раб. дн.	
		t_{min}		t_{max}		$t_{\text{ож}}$		НР	Д
		НР	Д	НР	Д	НР	Д		
1	Составление и утверждение технического задания	1	-	1	-	1	-	1	-
2	Получение задания	1	1	1	1	1	1	1	1
3	Поиск и изучение литературы и нормативной документации по заданной теме	-	5	-	10	1	7	-	7
4	Анализ проблем освещения	-	8	-	12	-	9,6	-	10
5	Выбор устройств освещения	1	10	1	14	1	11,6	1	12
6	Обозначение границ расчетной области в ПК AutoCAD	1	12	1	18	1	14,4	1	15
7	Расчет вариантов освещения в ПК DIALux 4.13	1	19	1	23	1	20,6	1	21
8	Оценка эффективности полученных результатов	1	10	2	16	1,4	12,4	2	13
9	Составление пояснительной записки	-	12	-	20	-	15,2	-	16
10	Проверка ВКР руководителем	1	1	2	2	1,4	1,4	2	2
11	Подготовка к защите ВКР	1	10	1	14	1	11,6	1	12

4.2.3 РАЗРАБОТКА ГРАФИКА ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

Наиболее удобным и наглядным для данной работы является построение ленточного графика проведения работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, которые характеризуются датами начала и окончания выполнения данных работ [13].

График строится для ожидаемого по длительности исполнения работ в рамках ТП, с разбивкой по месяцам и декадам за период времени подготовки ВКР. План-график проведения работ по ТП строится на основе данных в таблице 4.5 и представлен в таблице 4.6.

Исходя из составленной диаграммы, можно сделать вывод, что продолжительность работ занимает 13,5 декад, начиная с первой декады февраля, заканчивая половиной второй декады июня включительно. Продолжительность выполнения ТП составит 110 рабочих дней. При этом:

- 109 дней – продолжительность выполнения работ дипломника;
- 10 дней – продолжительность выполнения работ научного руководителя.

4.3 ФОРМИРОВАНИЕ СМЕТЫ ЗАТРАТ

При планировании сметы технического проекта (ТП) должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

Смета затрат включает в себя следующие статьи:

- материальные затраты инженерного проекта;
- полная заработная плата исполнителей технического проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

4.3.1 МАТЕРИАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ ПРОЕКТА

Материальные затраты включают стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

- приобретаемые со стороны сырье и материалы;
- покупные материалы, используемые для обеспечения нормального технологического процесса и т. д.

Материальные затраты инженерного проекта сведены в табл. 4.7.

Таблица 4.7 – Материальные затраты проекта

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Картридж	шт.	1	1000	1000
Бумага для принтера	упаковка	1	300	300
Тетрадь	шт.	1	50	50
Ручка	шт.	3	30	90
Карандаш	шт.	1	20	20
Корректор	шт.	1	80	80
Старательная резинка	шт.	1	10	10
Папка-скоросшиватель	шт.	1	50	50
Итого:				1600

4.3.2 РАСЧЕТ ПОЛНОЙ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ ТЕМЫ

Полная заработная плата включает основную и дополнительную заработную плату и определяется согласно формуле:

$$Z_{\text{полн}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (4.2)$$

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

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

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) исполнителя рассчитывается, исходя из трудоемкости работ согласно формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (4.3)$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{тс}} + Z_{\text{р.к.}}}{F_{\text{д}}}, \quad (4.4)$$

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

$Z_{\text{р.к.}}$ – районная доплата, руб.;

$F_{\text{д}}$ – количество рабочих дней в месяце (26 – при 6-дневной рабочей неделе), раб. дн.

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Тарифная ставка, руб.	Районный коэффициент, руб.	Месячная заработанная плата, руб.	Среднедневная заработанная плата, руб.	Кол-во рабочих дней	Основная заработанная плата, руб.
Руководитель	33664	10099	43763	1683	10	16830
Инженер	12300	3690	15990	615	109	67035
Итого						80865

Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (4.5)$$

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

Расчёт полной заработной платы приведён в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Расчет полной заработной платы

Исполнители	$k_{\text{доп}}$	Основная заработанная плата, руб.	Дополнительная заработанная плата, руб.	Полная заработанная плата, руб.
Руководитель	0,15	16830	2470	19300
Инженер	0,12	67035	7965	75000
Итого		83865	10435	94300

4.3.3 ОТЧИСЛЕНИЯ ВО ВНЕБЮДЖЕТНЫЕ ФОНДЫ

Отчисления во внебюджетные фонды включают в себя обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется по формуле:

$$O_{\text{с/ст}} = k_{\text{внеб}} \cdot Z_{\text{полн}}, \quad (4.6)$$

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

На 2019 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2 %.

Отчисления во внебюджетные фонды составят:

$$O_{\text{с/ст}} = 0,302 \cdot 94,3 = 28,5 \text{ тыс. руб.}$$

4.3.4 НАКЛАДНЫЕ РАСХОДЫ

Накладные расходы учитывают прочие затраты проекта, не включенные в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д., и рассчитываются от общей стоимости реализации ТП. При этом доля накладных расходов в структуре затрат ТП принимается равной 16%.

4.3.5 ФОРМИРОВАНИЕ СМЕТЫ ЗАТРАТ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

Рассчитанная величина затрат ТП является основой для формирования бюджета затрат ТП, который при заключении договора с заказчиком защищается организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку технической продукции.

Смета затрат ТП представлена в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Смета затрат ТП

Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.	Структура затрат, %
1. Материальные затраты ТП	1,6	1,1
2. Затраты по полной заработной плате исполнителей темы	94,3	63,7
3. Отчисления во внебюджетные фонды	28,5	19,2
4. Накладные расходы	23,7	16,0
5. Итого	148,1	100,0

Была рассчитана продолжительность выполнения технического проекта, которая составляет 109 раб. дней для инженера и 10 для руководителя. Составлен календарный график выполнения работ. Смета затрат на разработку технического проекта составляет 148,1 тыс. руб, из которых более половины (63,7 %) составляют затраты на оплату труда.

4.4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТА

Определение ресурсоэффективности проекта можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности по формуле [13]:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (4.7)$$

где a_i – весовой коэффициент разработки;

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

Оценку характеристик проекта проведена на основе критериев, соответствующих требованиям к реконструкции сетей наружного освещения:

1. Экономичность – оптимизация затрат на стадии проектирования приводит к их уменьшению на доли процентов, в абсолютном же измерении речь идет об экономии средств.

2. Безопасность – безопасная эксплуатация и безопасное отключение при нештатных ситуациях;

3. Надежность – бесперебойное снабжение электроэнергией в пределах допустимых показателей ее качества и исключение ситуаций, опасных для людей и окружающей среды;

4. Простота и удобство в эксплуатации – эргономичность и удобный интерфейс управления системы;

5. Энергоэффективность – использование меньшего количества энергии для обеспечения установленного уровня потребления энергии в системах наружного освещения.

Критерии ресурсоэффективности и их количественные характеристики приведены в таблице 4.11.

Таблица 4.11 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Балльная оценка разработки
1. Экономичность	0,20	5
3. Безопасность	0,15	4
3. Надежность	0,20	5
4. Простота и удобство в эксплуатации	0,15	4
5. Энергоэффективность	0,30	5
Итого:	1,00	

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности технического проекта составит:

$$I_{p-исп1} = 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,1 \cdot 4 + 0,3 \cdot 5 = 4,7$$

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет достаточно высокое значение (по 5-балльной шкале), что говорит об эффективности использования технического проекта. Высокие баллы надежности и помехоустойчивости позволяют судить о надежности системы.

4.5 ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ

В результате выполнения поставленных задач по данному разделу, можно сделать следующие выводы:

- в результате выполнения данного раздела ВКР был произведён анализ потенциала разрабатываемого инженерного проекта с помощью SWOT-анализа, который помог выявить сильные и слабые стороны проекта, а также угрозы и возможности;
- при планировании и формировании графика работ по реализации ТП была определена структура работ и разработан план-график проведения работ по ТП, представленный в виде диаграммы Ганта, позволяющей оптимально скоординировать работу исполнителей;
- формирование сметы затрат ТП позволило оценить первоначальную сумму затрат на реализацию ТП, которая составила 148,2 тыс. руб, где основные затрат пришлось на заработную плату исполнителей проекта;
- оценка ресурсоэффективности проекта, проведенная по интегральному показателю, дала высокий результат (4,7 по 5-балльной шкале), что говорит об эффективности реализации технического проекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе рассмотрена система освещения улиц города. Помимо теоретического разбора наружного освещения, был произведен выбор светильников и их расчет в соответствии с их количеством и расположением вдоль выбранной расчетной области (от ул. Нахимова до пл. Ленина) в ПК Dialux. Результатом расчета были показатели освещенности и яркости. Сравнение с нормируемыми показателями показало, что выбранные светильники подходят для освещения автодороги категории Б1.

Рассматривалось два варианта освещения проспекта Ленина города Томск, для которых использовались светильники разных производителей, а также разных мощностей, световых потоков и кривых распределения света.

Для каждого из рассматриваемых вариантов был произведен технико-экономический расчет, в результате которого было решено реализовать второй вариант освещения (производитель светильников – Диора).

Для реализации выбранного варианта следует заменить опоры освещения, а также кабели и воздушные линии электропередачи.

Рассматриваемая тема является актуальной для электрообеспечения городов, тесно связана с вопросами эксплуатации электроэнергетической системы города и отвечает требованиям по энергосбережению в электроэнергетике.