

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

---

Институт физики и высоких технологий  
Направление подготовки Оптотехника  
Кафедра лазерной и световой техники

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

**Исследование и разработка осветительных установок для безопасного  
дорожного движения**

УДК 628.975:656.055

Студент

4ВМ5А	Бузмакова Дарья Александровна			
Группа	ФИО	Подпись	Дата	

Руководитель

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

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

доцент	Петухов Олег Николаевич	К.Э.Н.		
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

По разделу «Социальная ответственность»

ассистент	Задорожная Татьяна Анатольевна			
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	Полисадова Елена Федоровна	К.Т.Н.		
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВО, критериев и/или заинтересованных сторон
Профессиональные компетенции		
Р 1	Способность формулировать цели, задачи и составлять план научного исследования в области светотехники и фотонных технологий и материалов, способность строить физические и математические модели объектов исследования и выбирать алгоритм решения задачи	Требования ФГОС ВО (ОК-1, ОПК- 1, ПК-1, 2, 10) Критерий 5 АИОР (пп. 5.2.1-5.2.3), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI. Требования работодателей.
Р 2	Способность разрабатывать программы экспериментальных исследований, применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы, защищать приоритет и новизну полученных результатов исследований в области обработки, изучения и анализа фотонных материалов, корпускулярно-фотонных технологий, оптоволоконной техники и технологии, в области оптических и световых измерений, люминесцентной и абсорбционной спектроскопии, лазерной техники, лазерных технологий и оборудования, взаимодействия излучения с веществом, производства и применения светодиодов	Требования ФГОС ВО (ОПК-2, ПК- 3, 4, 5, 19) Критерий 5 АИОР (пп. 5.2.3, 5.2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI. Требования работодателей.
Р 3	Способность к исследованию и анализу состояния научно-технической проблемы, технического задания, к постановке цели и задач проектирования в области светотехники, оплотехники,	Требования ФГОС ВО (ПК- 6, 7, 10) Критерий 5 АИОР (пп. 5.2.5, 5.2.4, 5.2.8), согласованный с

	<p>фотонных технологий и материалов на основе подбора и изучения литературных и патентных источников. Способностью к разработке структурных и функциональных схем оптических, оптико-электронных, светотехнических приборов, лазерных систем и комплексов с определением их физических принципов работы, структуры и технических требований на отдельные блоки и элементы</p>	<p>требованиями международных стандартов EURACE и FEANI Требования работодателей.</p>
Р 4	<p>Способность к конструированию и проектированию отдельных узлов и блоков для осветительной, облучательной, оптико-электронной, лазерных техники, оптоволоконных, оптических, оптико-электронных, лазерных систем и комплексов различного назначения, осветительных и облучательных установок для жилых помещений, сельского хозяйства, промышленности</p>	<p>Требования ФГОС ВО (ПК- 8, 9, 10, 11) Критерий 5 АИОР (пп. 5.2.5, 5.2.4, 5.2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI Требования работодателей.</p>
Р 5	<p>Способность к разработке и внедрению технологических процессов и режимов сборки оптических и светотехнических изделий, к разработке методов контроля качества изготовления деталей и узлов, составлению программ испытаний современных светотехнических и оптических приборов и устройств, фотонных материалов.</p>	<p>Требования ФГОС ВО (ПК-9, 12, 13, 14,15, 16, 17, ПК-9) Критерий 5 АИОР (пп 5.2.2, 5.2.8), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI Требования работодателей.</p>
Р 6	<p>Способность эксплуатировать и обслуживать современные светотехнические и оптические приборы и устройства, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на производстве, выполнять требования по</p>	<p>Требования ФГОС ВО (ОПК-2, ПК- 3, 11, 15, 16, 21) Критерий 5 АИОР (пп 5.2.10, 5.2.16, 5.2.14), согласованный с требовани-</p>

	защите окружающей среды	ями международных стандартов EUR-ACE и FEANI Требования работодателей.
Р 7	Способность проявлять творческий, нестандартный подход, требующий абстрактного мышления, при решении конкретных научных, технологических и проектно-конструкторских задач в области фотонных технологий и материалов и светотехники, нести ответственность за принятые решения	Требования ФГОС ВО (ОК-1, 2, ОПК-1, 2, ПК-9) Критерий 5 АИОР (п. 5.2.7, 5.2.9), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI Требования работодателей
Р 8	Способность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	Требования ФГОС ВО (ОК-3). Критерий 5 АИОР (п. 5.2.16), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI Требования работодателей.
Р 9	Способность к инновационной инженерной деятельности, менеджменту в области организации освоения новых видов перспективной и конкурентоспособной оптической, оптико-электронной и световой, лазерной техники с учетом социально-экономических последствий технических решений	Требования ФГОС ВО (ОПК-1, ПК- 20, 22, 23), Критерий 5 АИОР (пп. 5.2.12, 5.2.14, 5.2.15), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI Требования работодателей
Р 10	Способностью к координации и организации работы научно-производственного коллектива, принятию исполнительских решений для комплексного решения	Требования ФГОС ВО (ПК- 18, 24), Критерий 5 АИОР (пп 5.2.11, 5.2.15), согласованный с требованиями меж-

	исследовательских, проектных, производственно-технологических, инновационных задач в области светотехники и фотонных технологий и материалов	дународных стандартов EURACE и FEANI Требования работодателей.
Р 11	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 инженерной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОПК-3) Критерий 5 АИОР (5.2.13), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI Требования работодателей.

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт физики высоких технологий  
Направление 12.04.02 «Оптехника»  
Кафедра лазерной и световой техники

УТВЕРЖДАЮ:

И.О. Зав. кафедрой ЛИСТ

подпись \_\_\_\_\_ дата \_\_\_\_\_ Е. Ф. Полисадова

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме

магистерской диссертации

Студенту

Группа	ФИО
4ВМ51	Д. А. Бузмаковой

Тема работы

**Модернизация осветительных установок спортивных сооружений**

утверждена приказом директора (дата, номер) 10813/с от 27.12.2016 г.

Срок сдачи студентом готовой работы:

13.06.2017 г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Справочная литература (учебники, пособия, каталоги продукции), государственные стандарты.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	1. Анализ светотехнических норм; 2. Проведение измерений освещенности; 3. Обработка полученных результатов; 4. Конструирование макета пешеходного перехода; 5. Конструирование макета остановки общественного автотранспорта.
<b>Перечень графического материала</b>	1. Фотографии уличного освещения города Томск; 2. Макет пешеходного перехода; 3. Макет остановки общественного автотранспорта.

## Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

раздел	консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	О. Н. Петухов, доцент каф. МЕН
Социальная ответственность	Т. А. Задорожная, ассистент каф. ЭБЖ

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	09.10.15 г.
------------------------------------------------------------------------------------------	-------------

### Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Уч. степень, звание	Подпись	Дата
Доц.каф.ЛИСТ	К. П. Толкачева	к.т.н.		

### Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ВМ51	Д. А. Бузмаковой		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 82 с., 24рис., 19табл., 24 источника, 2 прил.

Ключевые слова: уличное освещение, наружное освещение, дорожное освещение, утилитарное освещение

Объектом исследования являются утилитарное освещение г.Томск

Цель работы: изучить особенности эксплуатации осветительных установок наружного освещения и на основе полученных данных, при необходимости внести предложения по модернизации

В процессе исследования проводились измерения освещенностей на поверхности дорожного полотна автомагистралей г. Томска. Был спроектирован проект осветительной установки пешеходного перехода светодиодными прожекторами, смоделирован макет остановки общественного автотранспорта с применением светодиодных технологий

В результате исследования проведен анализ осветительных установок объектов исследования, рассчитан экономический потенциал осветительной установки пешеходного перехода

Степень внедрения: проведено исследование, выдвинуты рекомендации

Область применения: наружное освещение г. Томска

Модернизация установки УО приведет к уменьшению потребления электроэнергии данной установкой, а следовательно и к значительному экономическому эффекту, связанному с уменьшением потребляемой мощности, повысит жизненный тонус жителей города, что в свою очередь приведет к повышению их работоспособности и общему благосостоянию.

## Содержание

Введение.....	12
Глава 1. Исследование и проектирование систем наружного освещения.....	14
1.1. Нормативные требования, предъявляемые к наружному утилитарному освещению.....	14
1.2. Техника освещения городских пространств и методика проведения измерений показателей качества ОУ.....	17
1.3. Обзор программных продуктов для проектирования установок дорожного освещения.....	20
Глава 2. Потенциал энергосбережения в системах уличного освещения.....	22
2.1. Сравнение источников света и световых приборов для дорожного освещения.....	22
2.2. Системы управления освещением.....	22
Глава 3. Анализ ОУ г.Томск, моделирование инновационных проектных решений .....	25
3.1. Утилитарное наружное освещение. Соответствие нормативным требованиям ОУ г.Томск.....	25
3.2. Проектирование установки освещения пешеходного перехода.....	32
3.3. Проектирование остановки общественного автотранспорта.....	36
Заключение.....	40
Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	32
Глава 5. Социальная ответственность.....	48
Список литературы.....	81
Приложения А.....	73
Приложение Б.....	74

## **Определения**

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

**Модернизация:** изменение, усовершенствование в соответствии с современными требованиями.

**Инновация:** нововведение в области техники, технологии, организации труда или управления, основанное на использовании достижений науки и передового опыта.

**Вертикальная освещенность:** освещенность в плоскости, направленной перпендикулярно к месту установки телекамеры.

**Цилиндрическая освещенность:** характеристика насыщенности помещения светом. Определяется как средняя плотность светового потока на поверхности вертикально расположенного в помещении цилиндра, радиус и высота которого стремятся к нулю. Расчет цилиндрической освещенности производится инженерным методом.

**Освещённость:** поверхностная плотность светового потока, падающего на площадку заданной величины.

**Макет:** модель чего-нибудь, предварительный образец.

## **Обозначения и сокращения**

В данной работе применены следующие сокращения:

ГЛН – галогенная лампа

ДРЛ – дуговая ртутная люминесцентная лампа

ДНаТ – лампа натриевая высокого давления

ИЗУ – импульсно-зажигающее устройство

ИС – источник света

КСС – кривая силы света

ЛЛ – люминесцентная лампа

МГЛ – металлогалогенная лампа

ОУ – осветительная установка

ОП – осветительный прибор

ПЖ – прожекторная лампа

ПРА – пускорегулирующий аппарат

СП – световой прибор

СУО – системы управления освещением

УНО – установка наружного освещения

УО – уличное освещение

## **Введение**

Вопрос безопасности дорожного движения был и остается *актуальным вопросом* благоустройства городской среды. В темное время суток на 30% увеличивается количество аварий [2], повышается вероятность преступлений и хулиганства. Поэтому при проектировании осветительной установки необходимо учитывать аварийность участков дорог, а также криминальную ситуацию жилого района. Качественно выполненные УНО делают жизнь человека не только безопасной и комфортной, но так же позволяет значительно сократить расходы, приходящиеся на оплату электроэнергии.

Специфика утилитарного освещения заключается в обеспечении такого уровня видимости, который бы позволил пешеходам и автомобилистам распознавать объекты в темное время суток. С целью экономии, в УНО включают некачественные источники света (ИС) и световые приборы (СП), технические характеристики которых заметно снижаются в процессе эксплуатации.

Проектирование УНО задача многоаспектная, требующая комплексного подхода, для ее решения необходимо обеспечение надлежащего качества работы ОУ, обеспечение равномерного распределения освещенности на поверхности дорожного полотна, внимание к таким параметрам как показатель ослепленности, цветовая температура и коэффициент пульсации. Кроме того, нельзя забывать о соблюдении закона об энергосбережении [5].

Цель работы заключается в изучении вопроса УО, оценке действующих УНО г.Томска, внесении собственных предложений в модернизацию действующих осветительных установок (ОУ).

Основными *задачами* ВКР были поставлены: проведение измерений освещенности, оценка действующих УНО г.Томска и внесение предложений по модернизации ОУ.

При написании ВКР были использованы следующие *методы и средства* решения задач. При помощи люксметра «Эколайт-02» проведены измерения горизонтальной освещенности на автомагистралях города, а так же на

открытых пространствах и в зонах движения пешеходов, а при помощи современных программных продуктов для моделирования были предложены решения благоустройства пешеходных переходов и остановок общественного автотранспорта.

## **Глава 1. Исследование и проектирование систем наружного освещения**

Проектирование систем наружного освещения – это тема, требующая системного подхода. Необходимо рассмотреть как освещения транспортных путей, так и путей перемещения пешеходов. Для грамотного подхода к решению обозначенных вопросов требуется изучение нормативных требований, а так же характеристики действующих осветительных установок (ОУ).

### **Нормативные требования, предъявляемые к наружному утилитарному освещению**

ОУ улиц, дорог и площадей городских поселений, расположенных в северной строительно-климатической зоне азиатской части России нормируются согласно требованиям, изложенным в СП 52.13330.2011 [1], оценку качества следует выносить по величине средней горизонтальной освещенности проезжей части. ГОСТ Р 55706-2013 «Освещение наружное утилитарное. Классификация и нормы» устанавливает классификацию и нормы освещения объектов улично-дорожной сети [3]. ГОСТ Р 55707-2013 «Освещение наружное утилитарное. Методы измерения нормируемых параметров» устанавливает методы измерения нормируемых параметров [2]. ГОСТ Р 55708-2013 «Освещение наружное утилитарное. Методы расчета нормируемых параметров» устанавливает методы расчета нормируемых параметров [4]. В соответствии с [1] улицы делятся на типы и подтипы: А – магистральные дороги и улицы общегородского значения, к подтипам относятся А1, А2, А3 и А4; Б – магистральные улицы районного значения, с подтипами Б1 и Б2; В – улицы и дороги местного значения, которые подразделяются на В1, В2 и В3. В таблице 1 представлены нормируемые параметры для каждой категории улиц.

Таблица 1 – Нормируемые значения средней горизонтальной освещенности  $E_{ср}$  и равномерности распределения освещенности дорожного покрытия  $E_{мин}/E_{ср}$  для улиц различных категорий

Категория	Класс	Важность дороги	Пропускная способность, тыс. ед./ч	$E_{ср}$ , лк	$E_{мин}/E_{ср}$ , не менее
А	А1	Автомобильные, федеральные и транзитные трассы, основные магистрали города	Свыше 10		0,35
	А2	Прочие федеральные дороги и основные улицы	7-9		0,35
	А3	Центральные магистрали, связующие улицы с выходом на магистраль А	4 – 7	20	0,35
	А4	Основные исторические проезды центра, внутренние связи центра	3 – 5	20	
Б	Б1	Магистрали и улицы районного значения	3 – 5	20	0,35
	Б2		2 – 5	15	
В	В1	Улицы и дороги местного значения одиночные автомобили	1,5 – 3	15	0,25
	В2		1,5 – 3	10	
	В3		0,5 – 2	6	

В нормативных документах нормируются параметры «освещенность» и «яркость», далее в работе будет использоваться исключительно «освещенность». Это объясняется тем, что параметр «яркость» зависит от вида, качества и, значительно меняющих свои свойства за время эксплуатации дорожного покрытия [2], что не учитывают нормативные требования.

Не менее важное влияние на безопасное дорожное движение оказывают ОУ примыкающих к дорогам территориям – тротуары, пешеходные дорожки. Согласно [1] средняя освещенность покрытий тротуаров, примыкающих к проезжей части улиц и площадей, должна составлять не менее половины

среднего значения освещенности покрытия проезжей части этих улиц и площадей.

Существенную роль в городской застройке играют пространства для движения пешеходов. Для главных пешеходных улиц МКО предложено нормировать значение средней полуцилиндрической освещенности, характеризующей условия различения наблюдателем встречных пешеходов и других объектов. На главных пешеходных улицах полуцилиндрическая освещенность по направлению преимущественного движения, нормируется на уровне среднего значения не менее блк, а минимальная – не менее 2 лк.

Для ограничения воздействия слепящего эффекта венчающих ОП на зрительный аппарат пешеходов регламентируется высота установки. Так, она должна быть не менее 4,5 м при световом потоке источника света до 4 клм, от 4,5 м до 6 м при световом потоке 5,5 клм и не менее 6 м при световом потоке более 7 клм. [3]

Освещенность пешеходных пространств нормируется согласно [1], данные приведены в таблице 2.

Таблица 2 –Классификация и нормируемые показатели освещенности пешеходных пространств

Класс объекта	Наименование объекта	Нормируемые показатели	
		Еср, лк, не менее	Емин / Еср, не менее
П1	Площадки перед входами культурно-массовых, спортивных, развлекательных и торговых объектов	20	0,3
П2	Главные пешеходные улицы исторической части города и основных общественных центров административных округов, непроезжие и предзаводские площади, площадки посадочные, детские и отдыха	10	0,3

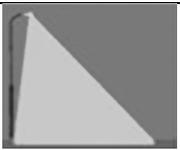
Продолжение таблицы 2

П3	Пешеходные улицы; главные и вспомогательные входы парков, выставок	6	0,2
П4	Тротуары, отделенные от проезжей части дорог и улиц; основные проезды микрорайонов, подъезды, подходы и центральные аллеи детских, учебных и лечебно-оздоровительных учреждений	4	0,2
П5	Второстепенные проезды на территориях микрорайонов, хозяйственные площадки на территориях микрорайонов, боковые аллеи и вспомогательные входы общегородских парков административных округов	2	0,1
П6	Боковые аллеи и вспомогательные входы парков административных округов	1	0,1

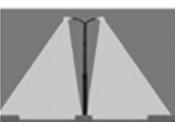
**1.1. Техника освещения городских пространств и методика проведения измерений показателей качества ОУ**

На сегодняшний день существует семь основных схем расположения опор освещения, приводятся в таблице 3. Выбор той или иной схемы зависит исключительно от геометрических характеристик освещаемого участка. Главная характеристика – ширина проезжей части, но кроме того важно так же учитывать число полос движения, наличие и ширину обочины, наличие и ширину разделительной полосы.

Таблица 3 – Схемы расположения опор освещения

№№	Схема расположения опор	Схема установки	Способ установки	Ширина проезжей части, м
1.	односторонняя		на опоре, с одной стороны проезжей части	менее 12

Продолжение таблицы 3

2.	осевая		на тросах, по оси проезжей части	менее 18
3.	двухрядная (прямоугольная/ шахматная)		на опорах, с двух сторон проезжей части в прямоугольном или шахматном порядке	менее 48
4.	двухрядная по оси улицы		на опорах, установленных на разделительной полосе проезжей части	от 24 до 48
5.	двухрядная прямоугольная или шахматная по осям движения		на опорах, установленных с двух сторон проезжей части, в прямоугольном или шахматном порядке с дополнительными кронштейнами для освещения тротуаров	менее 60
6.	Четырехрядная (прямоугольная/ шахматная)		на тросах по осям движения в прямоугольном или шахматном порядке	от 48 до 100
7.	четырехрядная по оси улицы (прямоугольная/ шахматная)		на опорах, установленных с двух сторон проезжей части и на разделительной полосе	от 48 до 100

**Методика проведения измерений**

Равномерность распределения освещенностей определяется как отношение минимального значения к максимальному и минимального к среднему. В процессе написания работы были проведены измерения на

различных участках г.Томска, сюда входят как дорожные пространства, так и пешеходные. Измерения проводились при помощи люксметра «Эколайт-02»

Измерения освещенности проводятся в контрольных точках сетки, которая накладывается на дорожное полотно как показано на рисунке 1.1 [4]. Техническое пособие рекомендует проводить индивидуальное измерение для каждой полосы дорожного полотна, устанавливать равное расстояние между контрольными точками.

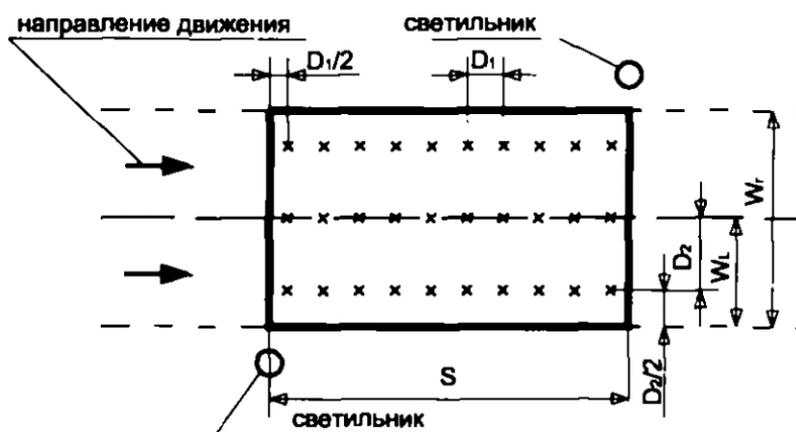


Рисунок 1.1. Выбор расчетных точек при измерении уровня освещенности для одной полосы дороги при шахматном расположении опор освещения.

Измерение горизонтальной освещенности проводится максимально приближено к поверхности дорожного полотна. Для упрощения процесса применялась «Тележка-перевозка» (рис.1.2).



Рисунок 1.2. «Тележка-перевозка» для измерения освещенности

Главное условие при проведении измерений горизонтальной освещенности – отсутствие тени на светочувствительной части измерителя. В противном случае полученные значения могут очень сильно отличаться от истинных.

## **1.2. Обзор программных продуктов для проектирования установок дорожного освещения**

Для проектирования ОУ дорожных пространств инженер-проектировщик использует специализированные программные продукты. Для данной работы были использованы Dialux и Light in night road, далее по тексту приводится их сравнение.

Работа над программным пакетом Dialux ведется немецкими разработчиками, из института прикладной светотехники, с 1994года, переведен на 16 языков, включая русский, китайский, английский, испанский и другие. Dialux обладает широким функционалом возможностей, на его платформе возможно проводить расчеты для всех видов внутренних и наружных ОУ. Dialux находится в свободном доступе, его возможно легко и быстро установить практически на любой ПК. Дополнительным преимуществом программы является то, что для расчета можно использовать файлы ies формата, которые легко получить в условиях лаборатории при производстве. При работе с Dialux на выходе можно получить не только расчет освещенности, но так же визуализацию «рабочего пространства» приемлемого качества.

Программа Light in night road разрабатывается с 2003 года, долгое время расчет было возможно проводить только с использованием светильников одного производителя. В 2016 году появилась возможность использовать при расчетах светильники других производителей в формате dfx, открылись широкие возможности для проектирования. Следует отметить, что Light in night road программа, предназначенная только для работы с установками утилитарного освещения. Несмотря на это, обладает широким функционалом, так в Light in night road имеется возможность автоматически определить оптимальный шаг расположения опор освещения, для создания надлежащего

уровня освещенности. Кроме того, возможно получить уровень засветки на примыкающих к дороге домах. Интерфейс программы достаточно простой, даже неопытный пользователь справится с созданием сложных трехмерных объектов, таких как многоуровневые дорожные развязки. Кроме того, большим преимуществом программы является возможность использования геоподосновы – участок карты в формате bmp легко вводится в рабочее пространство программы, после чего в разы ускоряется работа по созданию конкретного участка дороги.

В работе [6] приводится сравнение программных продуктов Dialux и Light in night road при работе с дорожными пространствами.

## Глава 2. Потенциал энергосбережения в системах уличного освещения

Принятие федерального закона об энергосбережении и повышении энергетической эффективности является серьезным шагом по направлению к повышению экономики страны. Данный закон устанавливает экономические и правовые основы стимулирования энергосбережения и повышения энергоэффективности. Эффективность потребления энергетических ресурсов – государственная программа, требующая внимания на уровне городской власти.

### 2.1. Сравнение источников света и световых приборов для дорожного освещения

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

Таблица 4. Сравнение ИС, применяющихся в УНО

Тип ИС / Характеристики	ДНАТ низкого давления	ДНАТ высокого давления	ДРЛ	ДРИ	LED
Световая отдача, лм/Вт	До 200	До 150	30-60	70-95	До 160
Срок службы, ч	до 30 000	до 30 000	до 12 000	до 15 000	до 100 000
Цветопередача	низкая	хорошая	хорошая	высокая	высокая
Наличие ртути	нет	минимально	есть	есть	нет
Возможность диммирования	нет	нет	нет	нет	есть

### 2.2. Системы управления освещением

Системы управления освещением (СУО) – гибкий инструмент по сокращению потребления энергетических ресурсов и повышению экономической эффективности УНО. Подобные системы позволяют

программировать время включения и выключения ОУ, плавно регулировать световой поток ИС, способны работать как с оператором, так и без него.

Рассмотрим более подробно СУО, они подразделяются на работающие с оператором – автоматизированные системы управления освещением (АСУ) и без него – системы автоматического управления (САУ) [7].

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

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

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

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

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

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

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

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

АСУ, работающие по указаниям датчиков освещенности и/или движения. При наличии достаточной чувствительности датчиков возможна установка оптимального режима работы ОУ. Датчики срабатывают оперативно и в режиме реального времени передают сигнал подконтрольному ИС.

Обратимся к САУ, которые иначе называются интеллектуальными системами. Каждая опора освещения оборудуется контроллером (управляющим элементом), с помощью которого, в центре управления ОУ производится регулировка светового потока, а так же включение/выключение СП. Подобные системы пока не нашли широкого применения, но являются перспективными.

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

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

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

### **Глава 3. Анализ ОУ г.Томск, моделирование инновационных проектных решений**

При анализе соответствия параметров действующего уличного освещения города нормативным требованиям МКО на основных магистральных улицах и дорогах можно отметить следующие характерные черты, присущие г. Томск:

1. Равномерное распределение освещенности на поверхности дорожного полотна присуща исключительно центральным улицам города (пр.Ленина, пр.Фрунзе, ул.Красноармейская).

2. Уровни освещенности на проезжей части улиц и магистралей либо находятся в пределах норм, либо незначительно отклоняются от них.

3. По обочинам дорог произрастают крупные лиственные деревья, вследствие этого к середине лета возникнет проблема недостаточной освещенности из-за затенения СП листьями деревьев. В таблице 5 приведены результаты измерений освещенности  $E_{\text{ср}}$  на некоторых улицах города. Все измерения были выполнены в соответствии с требованиями [9].

#### **3.1. Утилитарное наружное освещение. Соответствие нормативным требованиям ОУ г.Томск**

Измерение освещенности для пешеходных пространств, приводятся на картограммах приложения 1. Измерения были выполнены для следующих объектов: Сквер студенческих отрядов, площадь Ленина, Новособорная площадь, набережная реки Томь, Буфф-сад, проспект Кирова. Анализ измерений показал, что практически все ОУ обозначенных объектов соответствуют нормативным требованиям. Исключение составляет «Буфф-сад». На момент проведения измерений (20.01.16, ок. 23.00) ОУ, состоящая из 19 шт одиночных шаров молочного стекла функционировала частично – 12 шт рабочих СП, средняя освещенность при этом составила 1 лк, что является недостаточным при норме для УНО «Центральные аллеи: общегородские парки» равной 4 лк.

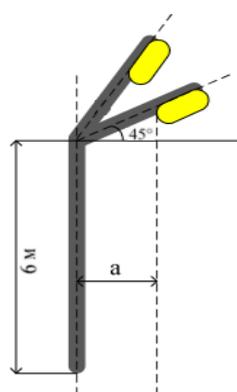
Таблица 5. Результаты измерений освещенности на дорогах, проездах и улицах центральной части города Томск

Объект	Категория, класс	Норм. средняя освещенность, Еср, лк	Средняя освещенность полотна дороги, Еср, лк	Отклонение от нормы, ΔЕср, лк	Кратность отклонения от нормы, отн.ед.	Схема расположения опор	Шаг опор, м	Тип и кол.-во СП (1 опора)
ул. Нахимова (от Лагерного сада до пл.Южная)	Б1	20	25	5 выше нормы	0,8	односторонняя	23-27	LEDx2
ул.Красноармейская (от пл.Южная до пр.Кирова)	Б2	15	18	3 выше нормы	0,83	двухрядная, прямоугольная	25	ДНАТ
ул. Красноармейская (от пр.Кирова до пр.Фрунзе)	В2	10	20 (min 4; max 30)	10 выше нормы	0,5	односторонняя	27	ДНАТx1
пр. Фрунзе (от пр.Ленина до ул. Красноармейская)	В1	15	12 (min 5; max 23)	(-3) ниже нормы	1,25	двухрядная, прямоугольная	35	ДНАТ

Продолжение таблицы 5

пр. Фрунзе (от ул.Красноармейская до пр.Комсомольский)	В1	15	15 (min 3; max 22)	норма	-	двухрядная, прямоугольная	33	ДНАТ
пр.Комсомольский (от ул.Сибирская до пр.Фрунзе)	Б1	20	14 (min 10; max 27)	(-6) ниже нормы	1,4	двухрядная, прямоугольная	30	ДНАТх2
Московский тракт (от пр.Ленина – ост. Общежитие)	Б2	15	8 (min 10; max 27)	(-7) ниже нормы	0,5	односторонняя	27	ДНАТх1
ул. Карташева	В3	6	9 (min 2; max 12)	норма	-	односторонняя	35	LEDх1
ул. Усова	В3	6	7 (min 2; max 9)	норма	-	односторонняя	25	ДНАТх1
ул. Учебная	В3	6	10 (min 6; max 13)	норма	-	односторонняя	25	ДНАТх1
пр. Кирова (от пр.Ленина до ул. Киевская)	Б2	15	12 (min 8; max 18)	(-3) ниже нормы	1,25	односторонняя	30	ДНАТх1
пр. Кирова (от ул. Киевская до ул.Елизаровых)	В3	6	8	норма	-	односторонняя	30	ДНАТх2

Например, средняя освещенность полотна дороги по ул. Нахимова от Лагерного сада до пл. Южная составляет  $E_{cp} = 25$  лк ( $E_{max} = 130$  лк;  $E_{min} = 5$  лк). Если отнести эту магистраль к дорогам категории Б1 (все виды транспорта, движение регулируемое, пересечение в одном уровне, расчетная скорость 60-70 км/ч, пропускная способность 3-5 тыс. ед./ч), то нормируемый уровень  $E_{cp} = 20$  лк. С точки зрения качественной оценки освещения по уровню освещенности качественное исполнение ОУ на этой магистрали выполнено ненадлежащим образом, не смотря на то, что движение транспорта возможно без включения света фар, а уровень видимости и различимости высокий. Основными недостатками ОУ на данном участке дороги являются высокий уровень неравномерности распределения освещенности на дорожном полотне и завышенный показатель ослеплённости. Расстояние между опорами варьируется от 23 м до 27 м, данный факт сказывается на равномерности распределения освещенности. Кроме того, на установленных СП неверно выбран тип КСС Д – косинусная, а не Ш – широкая, как рекомендуется при проектировании дорожного освещения. Так же следует отметить нарушение норм устройства опоры и угла установки светильника рисунке 3.1. Значительная часть светового потока светильников рассеивается в зоне, прилегающей к светильникам, что можно наблюдать на рисунке 3.2.



(Изображение на опорах условное)

Рисунок 3.1. Опора освещения, ул. Нахимова



Рисунок 3.2 Распределение освещенности на дорожном полотне ул. Нахимова

Рекомендуемый угол консоли для установки светильников высокой мощности – 15 град [4], в действующей УО этот угол  $\approx 45$  град., что при недостаточной высоте опоры ( $\approx 5,5$  м) создает слепящий эффект.

Измерения освещенности улиц и дорог г. Томск показали преимущественно соблюдение нормативных показателей. Освещенность некоторых улиц города (ул. Красноармейская на участке от пр.Кирова до пр.Фрунзе) превосходит нормируемый показатель освещенности. Однако в ряде случаев ситуация обратная, наблюдается отклонение от норм в сторону низких освещенностей как на пр. Кирова, участок от пр.Ленина до ул. Красноармейская, Московский тракт начиная от пр.Ленина, заканчивая ост. Общежитие СибГМУ, и пр. Фрунзе на участке от пр.Ленина до ул. Красноармейская. На участках с низким уровнем освещенности причиной отклонения от норм является сбита центрировка СП, см. рисунок 3.3, затенение ветками деревьев как показано на рисунках 3.4, 3.5.

В ночное время движение на дорогах категории В спадает и необходимости в поддержании высокого уровня освещенности нет, открываются перспективы для применения систем автоматического регулирования уровня светового потока в зависимости от наличия проезжающих автомобилей или проходящих пешеходов. Например, автоматическое регулирование с помощью датчиков движения.

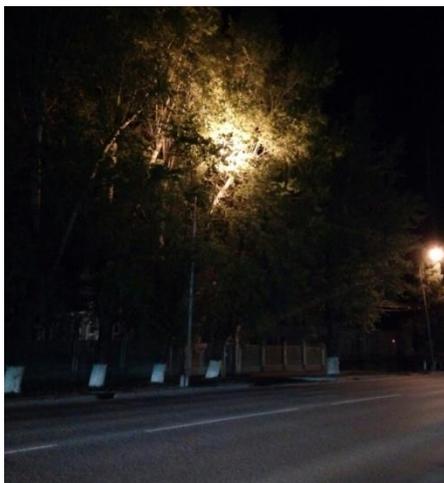


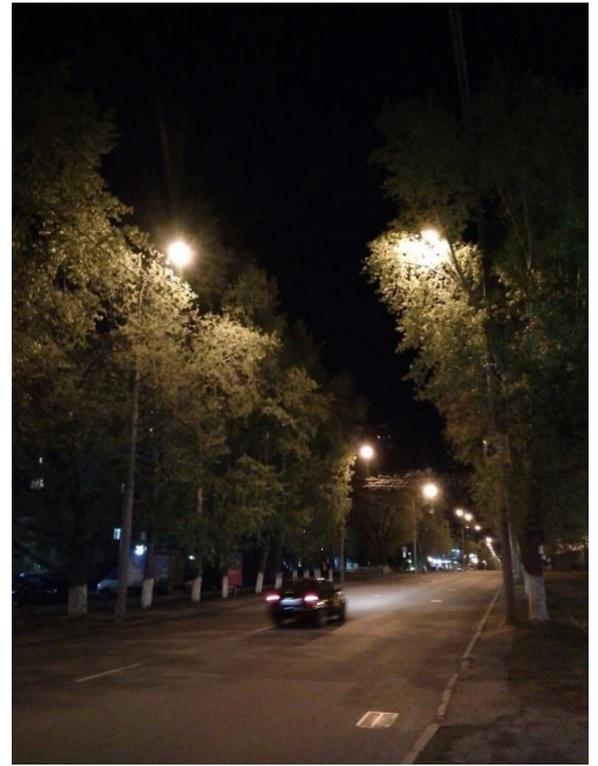
Рисунок 3.3 сбита центрировка СП



Рисунок 3.4 затенение СП кроной дерева



а)



б)

Рисунок 3.5 а). затенение СП кроной дерева ул.Красноармейская

б) затенение СП кроной дерева

Повысить энергосбережение, возможно путем снижения уровня освещенности в течение ночного времени в зависимости от интенсивности движения. На второстепенных улицах, а это, как правило, спальные районы, где в ночное время практически нет движения автотранспорта и пешеходов, целесообразно уменьшить яркость (мощность) световых точек до уровня 20%. Кроме энергосберегающего эффекта достигается дополнительный социальный эффект, т.к. устраняется паразитная засветка окон жилых помещений, создавая благоприятные условия для отдыха жителей города в ночное время.

Результаты измерений освещенности на площадях и пешеходных дорожках Кировского района г.Томск приводятся в приложении 1. Наиболее типовые СП, установленные в зонах пешеходных трасс г.Томска – это шары молочного стекла, «Пушкинские фонарики», светильники отраженного света.

Шары молочного стекла, представленные на рисунках 3.6, имеют кругло симметричное светораспределение, что является источником светового загрязнения [11], что в свою очередь влияет на перерасход электроэнергии,

негативно сказывается на астрономических наблюдениях, оказывает влияние на циркадные ритмы биологических организмов.



а)



б)



в)



г)

Рисунок 3.6. а) «Белое озеро» б). Новособорная в) ОУ «площадь перед БКЗ» г). ОУ «Аллея пивоваров»

«Пушкинские фонарики», которые можно встретить в исторических районах города, как правило, представлены в виде матового или прозрачного каркаса четырехгранной формы с массивным чугунным наконечником, имеющим декоративные элементы. В Томске, эти СП можно увидеть на рисунках 3.7 а) – в), в ОУ театра Драмы, рисунок, у здания музея истории Томска.



Рисунок 3.7. а) Фрагмент каменного моста через р.Ушайка. б) Пушкинский фонарик с цветным стеклом, ОУ «театр Драмы» в) Тройной СП в ОУ Исторического музей

### 3.2. Проектирование установки освещения пешеходного перехода

При изучении вопроса безопасного дорожного движения обязательно рассмотрение ОУ пешеходных переходов. Основная задача ОУ пешеходного перехода – сделать пешехода заметным. МКО рекомендует оснащать пешеходные переходы СП отличной цветности от цветности СП общего освещения дорожного полотна. Таким образом, для Томска, 90% дорог которого, освещены лампами ДНАТ с низкой цветовой температурой, пешеходные переходы следует освещать СП с высокой цветовой температурой. Так же следует учитывать требования [4], основное условие которых – учитывать направление движения автомобилистов, то есть направление светового потока СП должно совпадать с направлением движения автомобиля, что невозможно осуществить обычными светильниками. СП со специальной КСС представлен на рисунке 3.8.

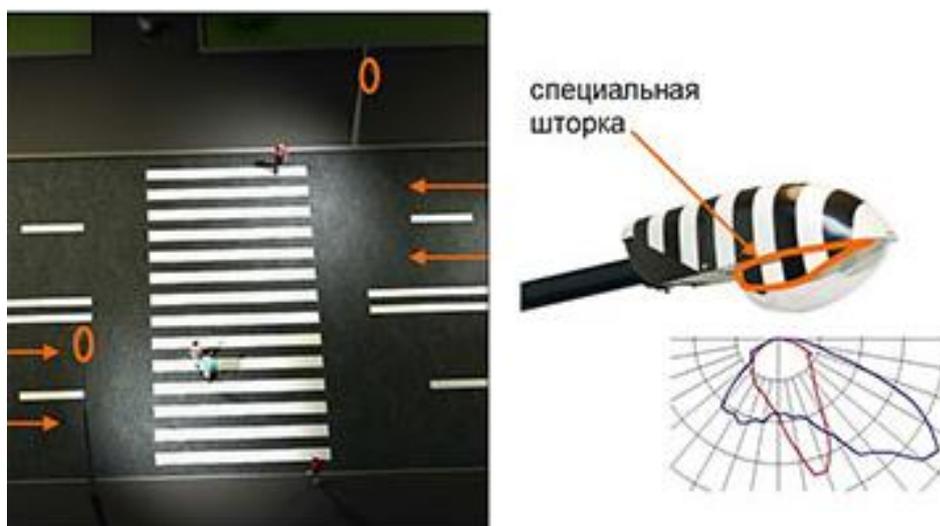


Рисунок 3.8. Светильник для пешеходного перехода «Орион», ТМ «Galad»

Создание ОУ пешеходных переходов значительно сокращает количество дорожно-транспортных происшествий, у водителей появляется дополнительное время для принятия мер по минимизации аварийных ситуаций.

Кроме размещения специализированных СП, освещение пешеходных переходов может осуществляться прочими разными способами – от размещения светильников по бокам или над проезжей частью пешеходной зоны, до создания комплексов, заблаговременно предупреждающих водителей о наличии пешеходного перехода, как показано на рисунках 3.9.



Рисунок 3.9 варианты исполнения ОУ пешеходного перехода

Основная идея спроектированной модели заключается в решении проблемы ослепленности водителей яркими светофорами или одиночными прожекторами на пешеходных переходах, как показано на рисунке 3.10.

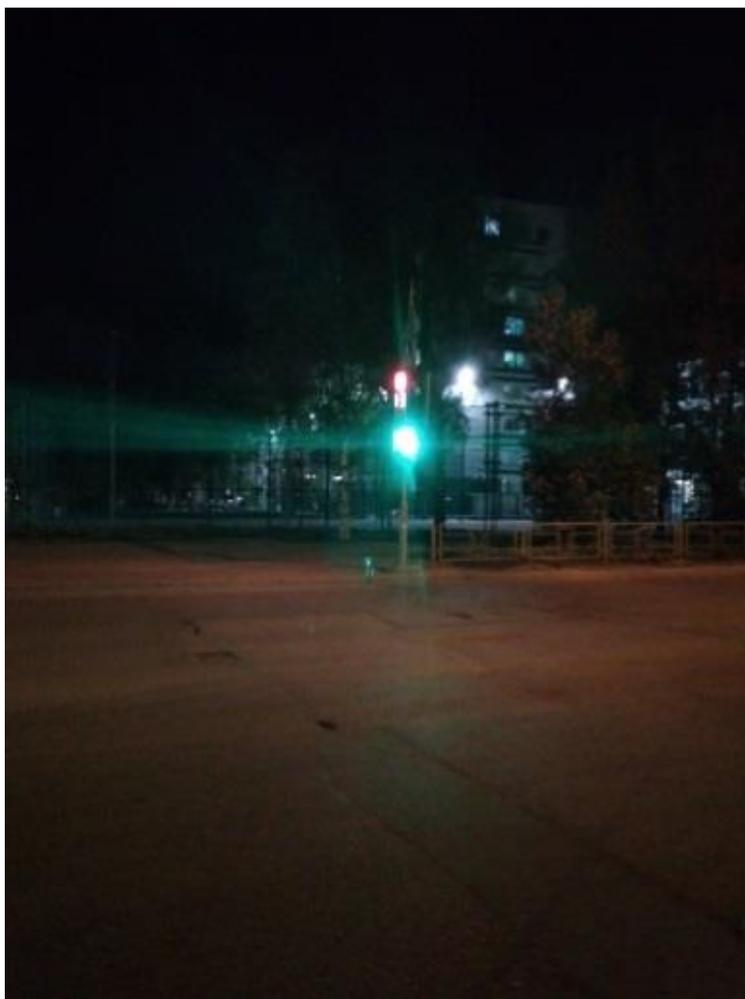


Рисунок 3.10. Светофор, оказывающий слепящее действие.

Известно, что под действием слепящего света снижается контрастная чувствительность глаза [2], а на переадаптацию требуется дополнительное время, если при этом в поле зрения водителя появится пешеход, времени, на то что бы увидеть его и предпринять меры может быть недостаточно. Ускорить процесс адаптации можно путем увеличения яркости фона – освещенности окружающего пространства. В этой связи, были поставлены следующие условия к будущей модели:

1. Не слепящая водителей индикация
2. Общая засветка прилегающей территории
3. Цветовая и вербальная индикация для пешеходов
4. Эстетичный внешний вид.

На рисунке 3.11. рассмотрим спроектированную модель пешеходного перехода.

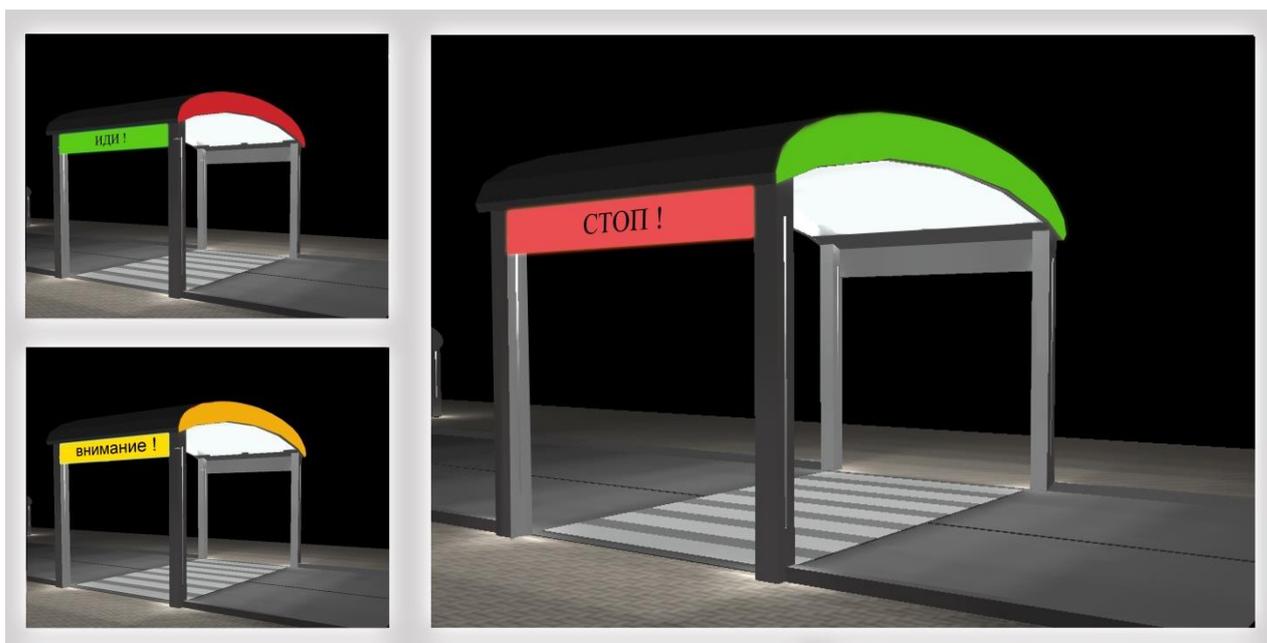


Рисунок 3.11 Спроектированная 3D модель пешеходного перехода

Проект освещения включает в себя следующие функциональные элементы:

1. Основное освещение для подсветки зоны пешеходного перехода;
2. Индикационное освещение:
  - 2.1. Для автомобилистов;
  - 2.2. Для пешеходов;

Конструкция пешеходного перехода представляет арку, установленную на четырёх квадратных опорах. В торце арки (по направлению движения автомобилистов) установлен индикатор сигнала светофора. Кроме того, по направлению движения пешеходов, так же рекомендуется установить индикационное табло, кроме цветовой индикации на табло должно выводиться текстовое сообщение трех вариантов: «Стой», «Внимание», «Иди». Общее освещение пешеходного перехода выполняется отраженным светом, который создают скрытые в закарнизном пространстве линейные светодиодные светильники мощностью 60Вт. Средняя освещенность на поверхности дорожного полотна в зоне «зебра» равна 30 лк, что соответствует требованиям [1].

Габаритные размеры конструкции позволяют свободно перемещаться по городу автомобилям, чей размер не превышает 4 м., то есть не возникнет проблем с проездом пожарных машин ( $h_{\max}=3,8$  м.) и междугородних автобусов ( $h=3,3$  м.).

Распределение освещенности на спроектированной модели можно увидеть на карте фиктивных цветов, рисунок 3.12.

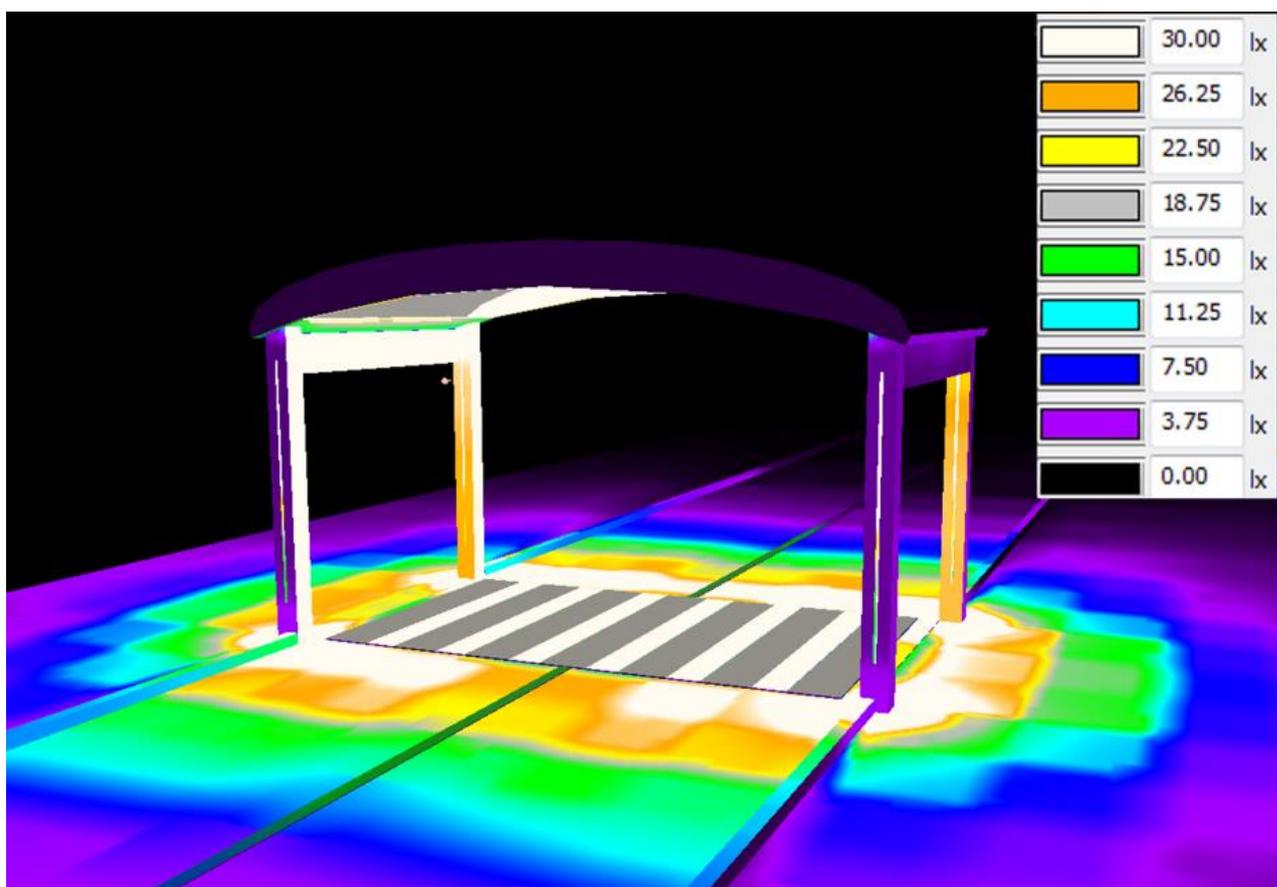


Рисунок 3.12 Фиктивные цвета спроектированной модели пешеходного перехода.

### 3.3. Проектирование остановки общественного автотранспорта

Рассмотрим спроектированную модель остановки, она представлена на рисунке 3.13.

Проект освещения остановки состоит из пяти основных элементов:

1. Подсветка названия остановки;
2. Экран движения общественного транспорта;
3. Карнизное освещение потолка остановки;
4. Светильники, установленные в колоннах;

5. Светодинамический декоративный элемент на боковой стороне остановки.

Внутреннее пространство наполнено светом при помощи, скрытых в закарнизном пространстве, линейных светильников, освещающих полуцилиндрический потолок. Мягкий рассеянный свет приятен для глаз будущих пассажиров, уставших после тяжелого трудового дня. Установленные в колоннах световые приборы необходимы для обозначения формы остановки в городской среде.



Рисунок 3.13 Спроектированная 3D модель остановки общественного автотранспорта

Подсветка названия остановки выполняется при помощи светодиодных модулей, расположенных в закарнизном пространстве остановки. Модули направлены в сторону дороги, скрыты за плексигласом белого цвета.

Карнизное освещение потолка является своеобразной особенностью остановки – в зоне видимости наблюдателей нет СП, это поможет снизить уровень вандализма среди пользователей общественного автотранспорта. Кроме того, отражённый свет приятен глазу наблюдателя [11].

Для выделения контуров остановки в городском ландшафте, принято решения ориентироваться на кубическую форму колонн со сквозной выемкой для установки светодиодного СП. Суммарно, для создания одной остановки необходимо использовать 5 колонн, в соответствии с этим, используется 5 СП.

Помимо всего вышеперечисленного, принимая во внимание серость большинства городов, возникла идея снабдить остановку общественного автотранспорта собственным декоративным элементом. Светодинамический знак «Автобус» на боковой стороне остановки позволит популяризировать общественный автотранспорт, привлекая внимание молодежи.

Главная особенность задуманной остановки – экран движения общественного транспорта, транслирующий где в данный момент находится тот или иной маршрут. Успешно функционирует интернет-ресурс: <http://gpt.incom.tomsk.ru/>, на рисунке 3.14 показан скриншот оформления работы интернет-ресурса.

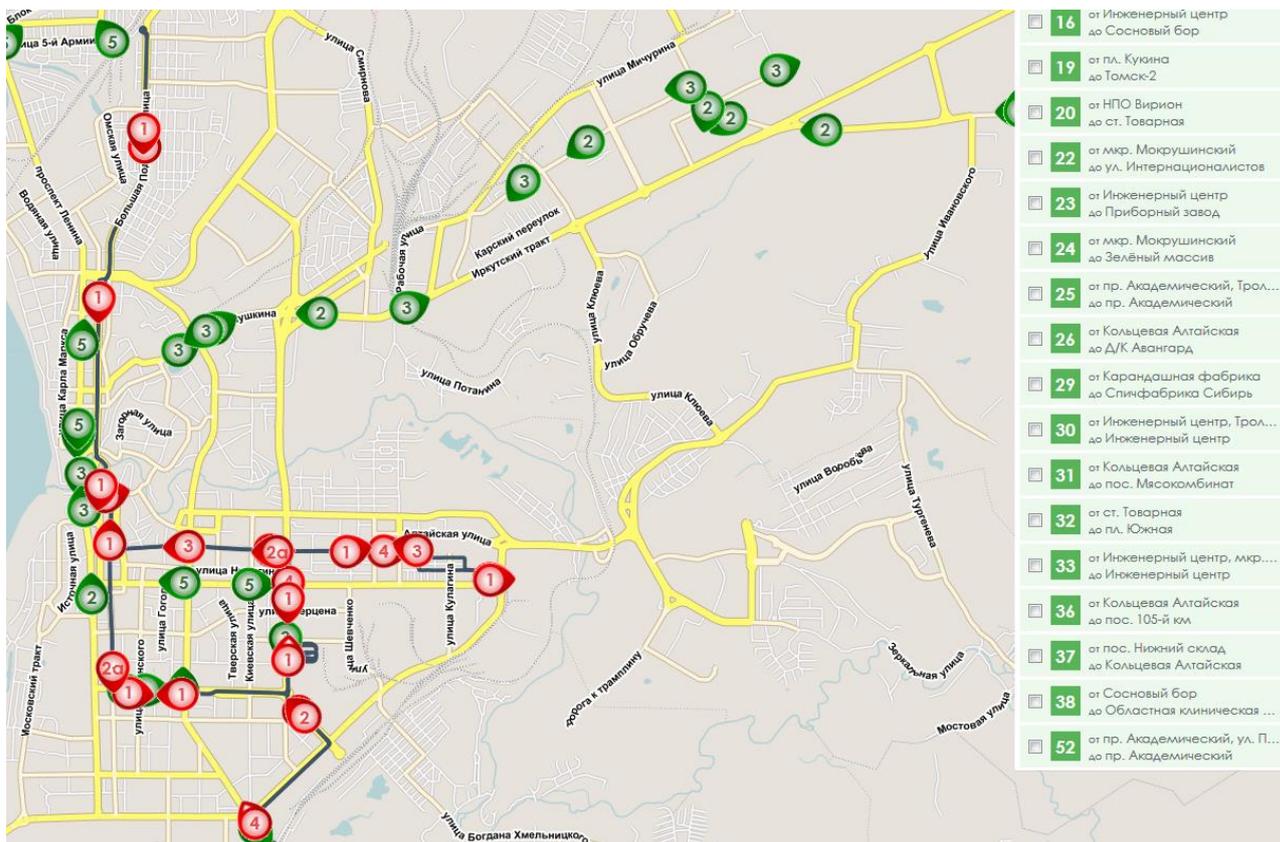


Рисунок 3.14 Карта движения общественного автотранспорта в режиме on-line

В режиме реального времени, благодаря технологии Глонас, у пассажиров будет возможность узнать местоположение ожидаемого транспорта, что поможет сохранить время и здоровье.

## Заключение

В результате выполнения работы были проведены измерения на открытых пространствах, пешеходных дорожках и автомагистралях города Томск. Измерения показали, что действующие УНО соответствуют нормативным требованиям, однако на некоторых улицах наблюдается незначительное отклонение от норм, главные причины которых – затенение световых пятен светильников кронами деревьев, в некоторых случаях – сбитая центровка СП. На открытых пространствах наблюдается использование шаров молочного стекла – низкоэффективных СП, имеются неработающие ИС.

Так же, в ходе работы были изучены нормативные требования, предъявляемые к УНО. Предложены идеи по созданию регулируемого пешеходного перехода нового образца, его особенность в отсутствии слепящего эффекта, направленного излучения, наличии цветовой и вербальной индикации для движения пешеходов. Так же, в дополнении к модели пешеходного перехода была разработана модель остановки общественного автотранспорта. Главное преимущество которой, перед аналогами, наличие экрана, показывающего местоположение автобусов/троллейбусов того или иного маршрута.

Использование результатов измерений будет полезно при изучении темы уличного освещения студентами, обучающимися по направлению 12.04.02 «Оптотехника».

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
4ВМ51	Бузмаковой Д.А.

<b>Институт</b>	<b>ИФВТ</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ЛИСТ</b>
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	12.04.02 «Оптотехника»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	В соответствии с информацией, представленной в научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах;
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

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

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	SWOT-анализ позволит провести оценку потенциала и перспективности реализации научно-исследовательского проекта.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	При планировании бюджета НИИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка сравнительной эффективности осветительной установки со светодиодными источниками света в сравнении с эффективностью осветительной установки с применением ламповых прожекторов

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

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доц.каф. МЕН	О.Н.Петухов	канд.экон.наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
4ВМ5А	Д.А. Бузмакова		

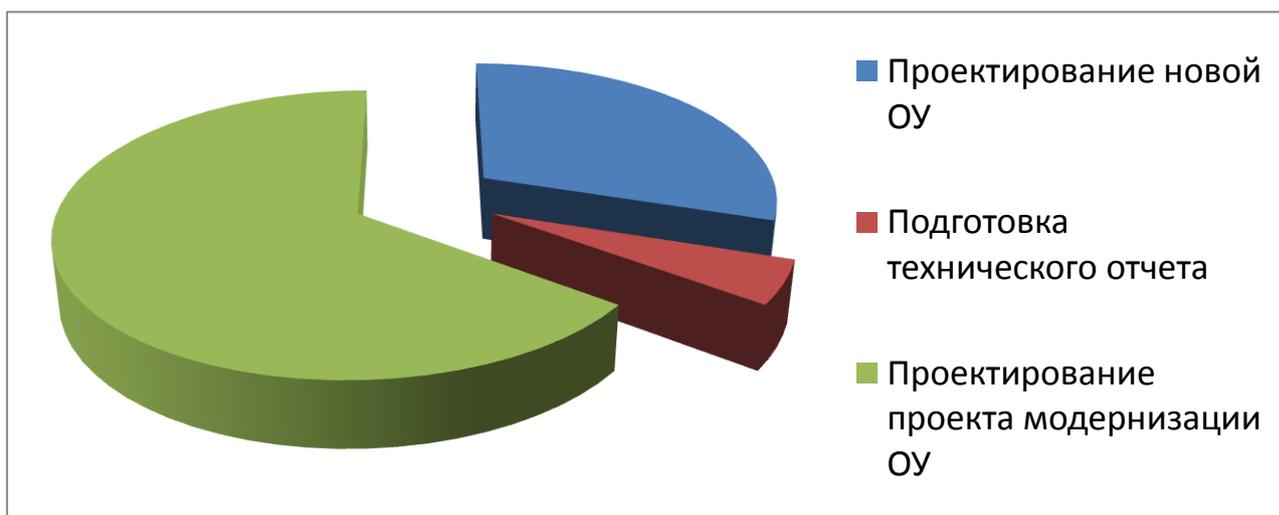
## Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Данный раздел ВКР посвящается оценке коммерческого потенциала и перспективе проведения научных исследований, определению возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения, планированию научно-исследовательских работ, определению ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

### 4.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Основная деятельность ВКР связана с проектированием осветительных установок наружных пространств, в рамках работы над данным разделом необходимо провести анализ потребителей.

Проектная организация осуществляет ряд услуг в направлении наружного освещения, исходя из этого, можем сегментировать рынок потребителей по критерию оказываемых услуг. В отрасли проектирования наружного освещения наиболее часто осуществляется такие виды деятельности как проект новой ОУ и проект модернизации ОУ(рис.5.1).



Для того, что бы понять, в направлении какой деятельности развиваться создадим карту сегментирования табл.б.

Таблица 6 – Карта сегментирования.

	Проектирование новой ОУ	Проектирование проекта модернизации ОУ	Подготовка технического отчета
Предприятие 1			
Предприятие 2			
ВКР			

Результатом сегментирования можем считать, что услугами проектной организации могут воспользоваться владельцы частных дорожных пространств, члены муниципального управления, в обязанности которых входит курирование состояния дорожного освещения, а так же управляющие компании ЖКХ. Из карты сегментирования видим, что развитие проекта требуется проводить в направлении «Проектирование новой ОУ».

### 5.1. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Конкурентом предложенной ОУ со светодиодными источниками света (ИС) является ОУ с ламповыми ИС. Для того, что бы в этом убедиться составим оценочную карту (табл. 7)

Таблица 7 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Ламповые источники	LED	Ламповые источники	LED
1	2	3	5	6	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
Повышенная производительность труда пользователя	0,09	1	4	0,09	0,36
Удобство в эксплуатации	0,09	2	4	0,18	0,36
Надежность	0,09	3	2	0,27	0,18
Уровень шума	0,09	1	2	0,09	0,18

Продолжение таблицы 7

Безопасность	0,09	1	3	0,09	0,27
Простота эксплуатации	0,09	1	4	0,09	0,36
Экономические критерии оценки эффективности					
Конкурентоспособность продукта	0,09	3	2	0,27	0,18
Уровень проникновения на рынок	0,09	3	1	0,27	0,09
Цена	0,09	4	1	0,36	0,09
Предполагаемый срок эксплуатации	0,09	3	5	0,27	0,45
Послепродажное обслуживание	0,09	3	5	0,27	0,45
Итого:	1	25	33	2,25	2,97

ОУ на светодиодных прожекторах – это будущее светотехники. Заинтересовать потребителя меньшей стоимостью услуг не получится, но показав возможности энергоэффективности и отсутствия дополнительных работ (замена ламп и обработка поверхности выходного окна прожектора) возможно будет эффективным способом привлечения потребителей.

## 5.2. SWOT-анализ

SWOT–анализ представляет собой комплексный анализ исследования внешней и внутренней среды научно-исследовательского проекта (табл. 8)

Таблица 8 – SWOT–анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта (С):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>С1. Низкий уровень потребления электро-энергии;</li> <li>С2. Отсутствие дополнительных работ на ОУ;</li> <li>С3. Долгий срок службы;</li> <li>С4. Соответствие модным тенденциям.</li> </ul>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта (СЛ):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>СЛ1. Высокая стоимость СП;</li> <li>СЛ2. Сложность в ремонте.</li> </ul>
<p>Возможности (В):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ,</li> <li>В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт,</li> <li>В3. Повышение</li> </ul>	<p>В течении работы над проектом будет разработана ОУ с меньшим уровнем энергопотребления, которая позволит повысить популярность светодиодных технологий</p>	<p>Использование инфраструктуры ТПУ</p>

стоимости конкурентных разработок		
Угрозы (У): У1. Введение дополнительных требований к УНО У2. Отсутствие спроса У3. Преждевременный выход из строя СП	Долгий срок службы СП может вызвать «переполнение» рынка.	В случае выхода из строя СП произвести ремонт самостоятельно потребитель не сумеет. В связи с этим, необходимы дополнительные рекомендации по эксплуатации.

Построение возможностей и угроз на основе SWOT-матрицы, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации.

Исходя из SWOT-анализа, можно сделать выводы, что текущее предложение обладает такими сильными сторонами, как низкий уровень потребления электроэнергии, долгий срок службы, а также отсутствие дополнительных работ на ОУ. К недостаткам можно отнести высокую стоимость световых приборов.

#### 5.4. Планирование НИР

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.

##### 5.4.1 Структура работ

Для выполнения научных исследований формируется группа, в состав которой входит преподаватель и магистрант (табл. 9).

Таблица 9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Составление задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы

Продолжение таблицы 9

Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, инженер.
	3	Выбор направления исследований	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	4	Проведение измерений на транспортных автомагистралях	Инженер
	5	Проведение измерений в зоне пешеходных дорожек	Инженер
	6	Моделирование осветительных установок объектов «Переход» и «Остановка»	Руководитель темы, инженер
Обобщение и оценка результатов	7	Обработка полученных результатов после проведения измерений и моделирования	Руководитель темы, инженер.
	8	Научное обоснование результатов и выводы	Руководитель темы, инженер.
Составление отчета	9	Разработка 3D-модели	Инженер
	10	Оформление отчета НИР	Инженер
Защита отчета	11	Защита ВКР	Инженер

#### 5.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

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

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5},$$

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{mini}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{maxi}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Для выполнения перечисленных в таблице 10 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. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

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.

### **5.4.3 Разработка графика выполнения научного исследования**

В качестве графика можно использовать диаграмму Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются

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

Для построения графика длительность каждого из этапов работ устанавливается в рабочих днях

Данные для построения графика представлены в таблице (табл. 11).

Таблица (11) – Временные показатели проведения научного исследования

Номер этапа	Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, $t_{\text{раб}}$
		$t_{\text{min}}$ , чел.-дни	$t_{\text{max}}$ , чел.-дни	$t_{\text{ож}}$ , раб. дни		
1	Составление задания	1	2	1,4	1	1
2	Выбор направления исследований	1	2	1,4	1	1
3	Теоретические и экспериментальные исследования	17	23	19,4	1	20
4	Обобщение и оценка результатов	7	10	8,2	2	6
5	Составление отчета	53	73	61	1	61
6	Защита отчета	1	2	1,4	1	1
Итого:						90

По результатам расчетов строится диаграмма Ганта (табл.12).

Таблица 12 – Диаграмма Ганта

Номер этапа	Этап работы	Исполнители	Т <sub>к<sub>ж</sub></sub> , 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	М	1	■										
3	Теоретические и экспериментальные исследования	Р	20			■								
		М			■									
4	Обобщение и оценка результатов	Р	6					■						
		М						■						
5	Составление отчета	Р	61						■					
		М							■					
6	Защита отчета	М	1										■	

*Примечание:* М – магистрант, Р – руководитель

## **5.5. Бюджет научно-технического исследования**

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

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

### **5.5.1. Расчет материальных затрат НТИ**

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

- приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;
- покупные материалы, используемые в процессе создания научно-технической продукции для обеспечения нормального технологического процесса и для упаковки продукции или расходуемых на другие производственные и хозяйственные нужды, а также запасные части для ремонта оборудования, износа инструментов, приспособлений, инвентаря, приборов, лабораторного оборудования и других средств труда, не относимых к основным средствам, износ спецодежды и других малоценных и быстроизнашивающихся предметов;
- покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;

- сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований);

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{расхi}$$

, где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$\Pi_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Величина коэффициента ( $k_T$ ), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для данной разработки не потребовались.

#### **5.4.2. Основная заработная плата исполнителей темы**

Величина расходов на заработную плату определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Расчет полной заработной платы осуществляется следующим образом:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата;  $Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата (12-15 % от  $Z_{\text{осн}}$ ).

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

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

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

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. д.

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{тс}} + Z_{\text{допл}} + Z_{\text{рк}}}{F_d},$$

где  $F_d$  – количество рабочих дней в месяце (26 при шести дневной рабочей неделе, 22 при пяти дневной рабочей неделе), раб. д.;

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

$Z_{\text{допл}}$  – доплаты и надбавки, руб.;

$Z_{\text{рк}}$  – районная доплата (30%), руб.

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 13.

Таблица 13– Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{тс}}$ , руб.	$Z_{\text{допл}}^*$ , руб	$Z_{\text{рк}}$ , руб	$Z_{\text{м}}$ , руб	$Z_{\text{дн}}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$ , руб.
Руководитель	20 000	3 000	6 900	29 900	1 359	21	28 540
Дипломник	3 000	360	1 008	4 368	198	89	17 650
Итого $Z_{\text{осн}}$ , руб.							46 210

\*Расчет дополнительной заработной платы, размер которой составляет 12 – 15% (14%) от основной, представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Расчет дополнительной и полной заработной платы

Исполнители	$k_{\text{доп}}$	$Z_{\text{тс}}$ , руб.	$Z_{\text{доп}}$ , руб.
Руководитель	0,15	20 000	3 000
Дипломник	0,12	3 000	360
Итого, руб.		26055	3467

### 5.4.3. Отчисления во внебюджетные фонды

В данном пункте отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда и медицинского страхования от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}),$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

На основании закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году ставка для расчета отчислений во внебюджетные фонды - 30%.

Таким образом, отчисления во внебюджетные фонды составят:

$$З_{\text{внеб}} = 0,3 \cdot (46\ 210) = 13\ 863 \text{ руб.}$$

### 5.4.4. Накладные расходы

В статью накладных расходов вошла стоимость печати, а так же затраты на электроэнергию.

1. Стоимость одной печатной страницы установилась на уровне 1,5 рублей, всего сделано 150 страниц печати. Тогда расходы на печать и ксерокопирование составят:

$$П = 1,5 \cdot 150 = 225 \text{ рублей}$$

2. Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$\mathcal{E} = Ц \cdot N \cdot n \cdot t_{\text{зан.ч}},$$

где Ц — стоимость 1 кВт/ ч электроэнергии, р.;

N — мощность оборудования, кВт;

n — количество единиц оборудования одного вида, ед.;

$t_{\text{зан.ч}}$  — время занятости оборудования, ч.;

Вычисленные затраты на электроэнергию представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Затраты на электроэнергию

Наименование оборудования	Ц, р.	N,кВт	n	t <sub>зан.ч.</sub> ч.	Э, руб.
Компьютер (ПК)	2,9	0,4	1	1000	1160

Сумма накладных расходов составила:  $225 + 1160 = 1\ 385$  р.

#### 5.4.5. Формирование сметы затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования сметы затрат, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 16,

Таблица 16 – Смета научного исследования

Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.	Структура затрат, %
1. Затраты по полной заработной плате исполнителей темы	46, 21	75
2. Отчисления во внебюджетные фонды	13, 86	22
3. Накладные расходы	1,38	2,3
Бюджет затрат НИ	61,45	100,0

Исходя из данных таблицы, можно сделать вывод, что общие затраты на реализацию научно-исследовательского проекта составят 61,45 тысяч рублей, большая часть которых приходится на оплату труда и отчисления во внебюджетные фонды.

#### 5.5. Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

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

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования (см. табл. 16). Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп. } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

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

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

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

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – балльная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 17).

Таблица 17 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Объект исслед.	Весовой коэффициент параметра	Светодиодные источники	Ламповые источники
1. Уровень новизны		0,1	5	3
2. Энергосбережение		0,3	5	3
3. Надежность		0,2	3	3
4. Возможность реализации		0,1	5	5
5. Стоимость		0,3	1	5
ИТОГО		1	19	18

$$I_{p\text{-светодиодные}} = 5*0,1 + 5*0,3 + 4*0,2 + 5*0,1 + 1*0,3 = 3,6$$

$$I_{p\text{-ламповые}} = 3*0,1 + 3*0,3 + 3*0,2 + 5*0,1 + 5*0,3 = 3,8$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{исп.}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}}, \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр}}$$

Стоимость одного прожектора со светодиодными источниками составляет: 14 тыс.рублей

Стоимость прожектора с МГЛ лампой: 7 тыс. рублей

При одинаковом количестве прожекторов в ОУ (172), можем заключить, что разница искомых коэффициентов также будет разниться в 2 раза (0,5:1).

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{cp}$ ):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}$$

Таблица 18– Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Светодиодные источники	Ламповые источники
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,5	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,6	3,8
3	Интегральный показатель эффективности	3,6	3,8
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,5	2

Таким образом, предложенный проект является не ресурсоэффективным - слишком высокая стоимость световых приборов, при одинаковых показателях ОУ.

**Таким образом, можем заключить:**

1. SWOT-анализ научного исследования выявил сильные и слабые стороны научно-исследовательской работы.
2. При планировании исследования была построена ленточная диаграмма Ганта, которая позволяет скоординировать работу исполнителей в ходе выполнения исследования.
3. Примерная сумма для выполнения НИР составила 62 тыс. рублей.
4. Оценка ресурсоэффективности проекта показала, что проект имеет ряд значительных преимуществ, но высокая стоимость световых приборов делает установку нерентабельной.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
4ВМ5А	Бузмаковой Дарье Александровне

<b>Институт</b>	<b>ИФВТ</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ЛИСТ</b>
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	12.04.02 Оптехника

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

1. Характеристика объекта исследования и области его применения	Объектами исследования являются установки уличного освещения, изучение которых происходит посредством прямых измерений показаний освещенности, компьютерных расчетов и моделирования. Результаты исследования могут использоваться при проектировании реальных установок освещения, а также для выявления несоответствия действующих осветительных установок нормативным требованиям.
-----------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью;</li> <li>– предлагаемые средства защиты;</li> </ul> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности;</li> <li>– термические опасности;</li> <li>– электробезопасность;</li> <li>– пожаровзрывобезопасность.</li> </ul> <p>1.3. Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.</p>	<p>1. Основными факторами, характеризующими показатели микроклимата в помещении производственной среды, являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• температура;</li> <li>• подвижность и влажность воздуха.</li> </ul> <p>Оптимальные и допустимые метеорологические условия температуры и влажности устанавливаются согласно СП 2.2.1.1312-03.</p> <p>Для поддержания нормальных параметров показателей микроклимата в помещении в рабочей зоне применяется автоматическая система кондиционирования и отопление.</p> <p>2. Повышенный уровень шума на рабочем месте нередко служит причиной снижения остроты зрения и уровня слуха, повышенного кровяного давления и притупленного внимания. Шум на рабочем месте создается внутренними источниками, но не превышает допустимого значения.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>3. Недостаточная освещенность способствует возрастанию нагрузки на органы зрения и приводит к утомляемости организма. Естественное освещение должно удовлетворять СН 23-05-95*, освещение аудитории выполнено на высоком уровне и удовлетворяет всем требованиям.</p> <p>4. Нервно-психические перегрузки могут привести перенапряжению зрительного аппарата, раздражительности, неудовлетворенности работой, вследствие чего возникновению проблем со сном, болям в мышцах, шее и пояснице. Решением данной проблемы стало ненормированное расписание работы, при возникновении эмоциональной перегрузки работник может покинуть рабочее место до восстановления.</p> <p>К опасным факторам относятся повышенный уровень статического электричества, подразумевает опасность поражения человека электрическим током, он существует во всех случаях, когда используются электрические установки и оборудование.</p> <p>Для защиты исследователя от воздействия опасных и вредных факторов проводятся следующие мероприятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Имеется изоляция на всех токоведущих проводниках;</li> <li>• Для подключения приборов должны использоваться только стандартные электрические разъемы;</li> <li>• При проведении работ с включенными приборами строго соблюдается инструкция по технике безопасности;</li> <li>• Запрещается использование в работе неисправных приборов;</li> </ul> <p>Лаборатория удовлетворяет приведенным выше требованиям, поэтому ее можно отнести к помещениям без повышенной опасности поражения людей электрическим током.</p>
<p><b>2. Экологическая безопасность</b> 2.1. Анализ влияния объекта исследования на</p>	<p>Негативное воздействие объекта на окружающую среду отсутствует.</p>

<p>окружающую среду 2.2. Анализ «жизненного цикла» объекта исследования. 2.3. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.</p>	
<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b> 3.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований. 3.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут при проведении исследований. 3.3. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.</p>	<p>Наиболее типичной чрезвычайной ситуацией для учебного корпуса является пожар. В целях предотвращения возгорания необходимо соблюдать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием. Помещение лаборатории, в которой проводилась работа над ВКР, можно отнести к первой степени огнестойкости. Предусмотренные средства пожаротушения (согласно требованиям противопожарной безопасности СНиП 2.01.02-85): огнетушитель ручной углекислотный ОУ-5, пожарный кран с рукавом и ящик с песком (в коридоре). Имеется план эвакуации.</p>
<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78: рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество; рабочий стул должен иметь дизайн, исключающий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте; рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам. В соответствии с СН-181-70 выполнены рекомендации по окраски стен в аудитории.</p>

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
асист. каф. ЭБЖ	Т.А. Задорожная			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ВМ5А	Д.А. Бузмакова		

## 5.1. Производственная безопасность

Согласно ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ [12] на рабочем месте инженера проектировщика были выделены факторы негативного воздействия, они представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по исследованию и разработке осветительных установок для безопасного дорожного движения.

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1. Проведение измерений уровня освещенности на дорогах г. Томск.	1.1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе.		СанПиН 2.2.4-548-96 [13] ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ [14]
2. Обработка измерений, проектирование нового вида пешеходного перехода и остановки общественного автотранспорта	2.1. Повышенный уровень электромагнитных излучений; 2.2. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; 2.3. Повышенная или пониженная влажность воздуха рабочей зоны; 2.4. Недостаточная освещенность рабочей зоны. 2.5. Эмоциональные стрессы.	2.1. Электрический ток	ГОСТ 12.1.005-88 [15] ГОСТ 12.1.045-84 [16] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [17] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [18] СанПиН 2.2.4.548-96 [19] СП 60.13330.2012 [20] ГОСТ 12.1.038-82 [21]

### Анализ вредных факторов рабочей зоны

#### Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе

При выполнении работ на открытом воздухе, режимы работ определяются климатическим поясом и сезоном года, но и в этом случае в рабочей зоне создается определенный микроклимат.

Перегрев. Рассмотрим последствия перегрева. В тяжелых случаях наступает тепловой, а при работе на открытом воздухе — солнечный удар. Возможна судорожная болезнь, являющаяся следствием нарушения водно-солевого баланса и характеризующаяся слабостью, головной болью, резкими судорогами.

Подвижность воздуха. Человек начинает ощущать движение воздуха при его скорости примерно 0,1 м/с. Легкое движение воздуха при обычных температурах способствует хорошему самочувствию, сдувая обволакивающий человека насыщенный водяными парами и перегретый слой воздуха. В то же время большая скорость движения воздуха, особенно в условиях низких температур, вызывает увеличение теплопотерь конвекцией и испарением и ведет к сильному охлаждению организма. Особенно неблагоприятно действует сильное движение воздуха при работах на открытом воздухе в зимних условиях.

- Нормализация микроклимата производственных помещений осуществляется проведением следующих мероприятий:  
рациональным чередованием режимов труда и отдыха
  - созданием комнат обогрева для работающих на открытом воздухе в зимних условиях;
  - использованием средств индивидуальной защиты:  
спецодежды, спецобуви, средств защиты рук и головных уборов.

### **Отклонение показателей микроклимата в помещении**

В помещениях, где установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные параметры показателей микроклимата. Основными факторами, характеризующими микроклимат производственной среды, являются температура, подвижность и влажность воздуха. Для поддержания нормальных параметров показателей микроклимата в рабочей зоне применяются устройства систем вентиляции, кондиционирование воздуха и отопление. При нормировании метеорологических условий в производственных помещениях учитывают время года и количество избыточного тепла в помещении. В

санитарных нормах СП 2.2.1.1312-03 [17] установлены величины параметров микроклимата, создающие комфортные условия. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (см. табл. 20) [13].

Таблица 20 – Параметры показателей микроклимата для помещений, где установлены компьютеры

Период года	Параметр микроклимата	Величина
Холодный и переходный	Температура воздуха в помещении	22 – 24 °С
	Относительная влажность воздуха	40 – 60 %
	Скорость движения воздуха	до 0,1 м/с
Теплый	Температура воздуха в помещении	23 – 25 °С
	Относительная влажность воздуха	40 - 60 %
	Скорость движения воздуха	0,1 - 0,2 м/с

Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры, приведены в табл. 22. [13].

Таблица 21 – Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры

Объем помещения, м <sup>3</sup>	Объемный расход подаваемого в помещение свежего воздуха, м <sup>3</sup> /на одного человека в час
до 20	Не менее 30
20 - 40	Не менее 20
Более 40	Естественная вентиляция

Согласно паспорту лаборатории обеспечивается поддержание температуры на уровне 22 - 24°С, относительная влажность в помещении 40-60 %, скорость движения воздуха 0,1 м/с, данные значения поддерживаются автоматической системой кондиционирования [14].

Повышенный уровень шума на рабочем месте. При длительном воздействии шума на организм человека происходят нежелательные изменения:

снижается острота зрения и слуха, повышается кровяное давление, притупляется внимание.

Здание, в котором находится лаборатория, удалено от сильных источников шума: центральных улиц, автомобильных и железных дорог, аэропортов и т.д.

Шум на рабочем месте создается внутренними источниками: техническими средствами, устройством кондиционирования воздуха и другим оборудованием. Уровень шума на рабочем месте операторов ПК не должен превышать 50 дБА [15].

Для снижения шума следует применять рациональное расположение оборудования, ослабить шум самих источников, в частности, предусмотреть применение в их конструкциях акустических экранов, звукоизолирующих кожухов. Для снижения уровня шума стены и потолок помещений, где установлены ПК, должны быть облицованы звукопоглощающими материалами.

Недостаточная освещенность рабочей зоны. Требования к освещенности рабочего места инженера проектировщика:

- освещенность должна соответствовать характеру зрительной работы;
- величина освещенности должна быть постоянна во времени;
- должны отсутствовать пульсации светового потока ИС.

Требование к освещенности в помещениях, где установлены компьютеры, следующие при выполнении работ высокой точности общая освещенность должна составлять 300 лк, а комбинированная – 750 лк; аналогичные требования при выполнении работ средней точности – 200 и 300 лк соответственно [17].

В качестве источников искусственного освещения на рабочем месте используются люминесцентные лампы 36Вт, которые попарно объединены в светильники. Эти светильники располагаются над рабочими поверхностями в равномерно-прямоугольном порядке рис 1.

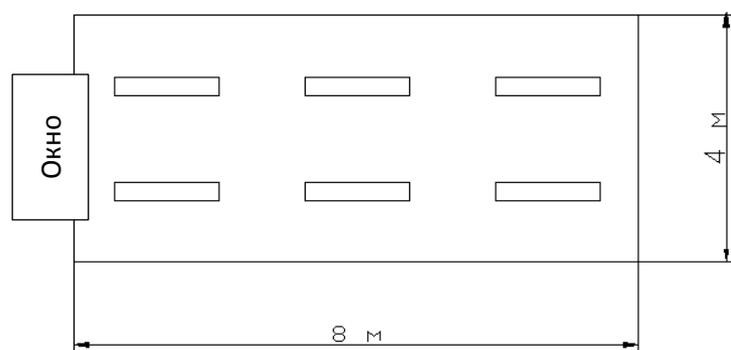


Рисунок - 6.1. План расположения световых приборов.

Нервно-психические перегрузки. Данный вид вредных факторов возникает в случае неравномерного распределения времени при работе и отдыхе. В случае, если на отдых отводится недостаточно времени у работника возникают жалобы на головную боль, перенапряжение зрительного аппарата, раздражительность, неудовлетворенность работой, вследствие чего возникает проблема со сном, боли в мышцах, шее и пояснице.

#### **Анализ опасных факторов рабочей зоны**

Физически опасным фактором на рабочем месте оператора ПК является повышенный уровень статического электричества, а так же пожароопасность. К физическим вредным факторам - отклонение показателей микроклимата в помещении, повышенный уровень шума на рабочем месте, недостаточная освещенность рабочей зоны. К психофизиологическим вредным факторам относятся: статические физические перегрузки, нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение, монотонность труда).

Опасным фактором в рабочей зоне инженера-проектировщика можно считать повышенный уровень статического электричества.

Опасность поражения человека электрическим током существует во всех случаях, когда используются электрические установки и оборудование. Для предотвращения электрического поражения необходимо по возможности исключить причины поражения, к которым относят:

- случайные прикосновения к задней панели системного блока, а также переключение разъемов периферийных устройств работающего компьютера;
- появление напряжения на механических частях электрооборудования (корпусах, кожухах и т.д.) в результате повреждения изоляции или других причин;
- возникновения «шагового» напряжения на поверхности земли или опорной поверхности;
- множества сетевых фильтров и удлинителей превышают уровень электромагнитных полей токов частоты 50 Гц.

Согласно требованиям [5], лаборатория, где производится проектирование комплекса, оборудована следующим образом:

- на распределительном щитке имеется рубильник для отключения общей сети электропитания;
- во всех приборах имеются предохранители для защиты от перегрузок в общей сети питания и защиты сети при неисправности прибора.

Эксплуатация приборов должна соответствовать «Правилам технической эксплуатации» электроустановок промышленных предприятий. Согласно этим правилам необходимо исключить возможность прикосновения человека к токоведущим частям приборов. Для этого проводятся следующие мероприятия:

- Наличие изоляции на всех токоведущих проводниках;
- Для подключения приборов должны использоваться только стандартные электрические разъемы;
- При проведении работ с включенными приборами строго соблюдается инструкция по технике безопасности;
- Запрещено использование в работе неисправных приборов;

Лаборатория удовлетворяет приведенным выше требованиям, поэтому ее можно отнести к помещениям без повышенной опасности поражения людей

электрическим током. Это сухое помещение без повышенного содержания пыли, температура воздуха – нормальная.

### **Экологическая безопасность.**

При проведении измерений на рабочем месте загрязнение атмосферы и гидросферы не осуществлялось.

Источниками загрязнения литосферы являются такие виды отходов, как ртутьсодержащие лампы. Согласно ГОСТ 17.4.1.02-83 [23] это отходы I класса (опасные).

Ртуть – это чрезвычайно опасное вещество I класса опасности по [23]. В соответствии с «Санитарно-эпидемиологическими требованиями к атмосферному воздуху» предельно допустимая концентрация в атмосферном воздухе ртути (ПДК) — 0,0003 мг/м<sup>3</sup>. Даже небольшое количество ртути может быть опасным, поэтому лампу, содержащую любое, даже самое малое количество ртути нельзя выбрасывать в мусорное ведро с бытовым мусором. С такими лампами следует обращаться как с опасными отходами, и их необходимо хранить таким образом, чтобы не допустить повреждения и после использования сдавать на переработку.

Для человека ядовиты пары и растворимые соединения ртути. Попадая в окружающую среду, ртуть через осадки и грунтовые воды переходит в различные микроорганизмы, которые в свою очередь поедаются рыбами или другими дикими животными. Ртуть остается у них в мышечных и жировых тканях. В конечном счете, проходя вверх по пищевой цепочке, она попадает в человеческий организм.

Правительство России в специальном постановлении определило правила утилизации ртутьсодержащих ламп (энергосберегающих, люминесцентных и прочих осветительных устройств) в соответствии с которыми рядовые граждане обязаны сдавать отработанные лампы в управляющую компанию по месту жительства бесплатно, и не имеют права самостоятельно заниматься их уничтожением. В Томске утилизацией

люминесцентных ламп занимается ОАО «Полигон», пункт приема располагается по адресу: ул. Железнодорожная, 3.

### **Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

При разработке или эксплуатации проектируемого решения могут возникнуть ЧС техногенного характера. ЧС техногенного характера — это ситуации, которые возникают в результате производственных аварий и катастроф на объектах, пожаров, взрывов на объектах. Аварии и катастрофы на объектах характеризуются внезапным обрушением зданий, сооружений, авариями на энергетических сетях, авариями в коммунальном жизнеобеспечении, авариями на очистных сооружениях, технологических линиях и т.д. [21].

В выпускной квалификационной работе рассматриваются установки уличного освещения. К установкам такого плана, как правило, относятся опоры освещения. Опора освещения – металлическое основание для установки мощного светового прибора. Класс огнестойкости согласно нормативным документам для данных объектов не задается. Исключить возникновение пожароопасных ситуаций возможно соблюдая основные рекомендации по проектированию ОУ [5] – токопроводящие элементы должны быть изолированы от неправомерного воздействия, сечение кабеля должно быть выбрано с учетом возможных перепадов напряжения в сети.

Установки уличного освещения могут послужить причиной дорожно-транспортных аварий. Для исключения этого фактора необходимо соблюдать нормы и рекомендации при проектировании осветительных установок, обращать внимание на защитный угол при установке светодиодных светильников [2].

Рассмотрим чрезвычайные ситуации при работе с компьютерной техникой в лаборатории.

Помещение лаборатории, в которой проводилась работа над ВКР, можно отнести к первой степени огнестойкости. Предусмотренные средства пожаротушения (согласно требованиям противопожарной безопасности СНиП

СНиП 21-01-97\* [22]): огнетушитель ручной углекислотный ОУ-5, пожарный кран с рукавом и ящик с песком (в коридоре). Кроме того, каждое помещение оборудовано системой противопожарной сигнализации.

Основными причинами пожаров являются нарушение технологического режима работы оборудования, неисправность электрооборудования, плохая подготовка оборудования к ремонту, самовозгорание различных материалов и др. В соответствии с нормативными документами (ГОСТ 12.1.044-91 «Пожарная безопасность. Общие требования» [18] и ГОСТ 12.010-76 «Взрывоопасность. Общие требования» [19]) вероятность возникновения пожара в течение года не должна превышать  $10^{-6}$  (одной миллионной).

Так как компьютерное помещение по степени пожаровзрывоопасности относится к категории В, то есть к помещениям с твердыми сгораемыми веществами, необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий технического и организационного плана.

К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования.

Организационные мероприятия предусматривают правильную эксплуатацию оборудования, правильное содержание зданий и территорий, противопожарный инструктаж рабочих и служащих, обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности, издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации, для 248 аудитории он представлен на рисунке 6.2.

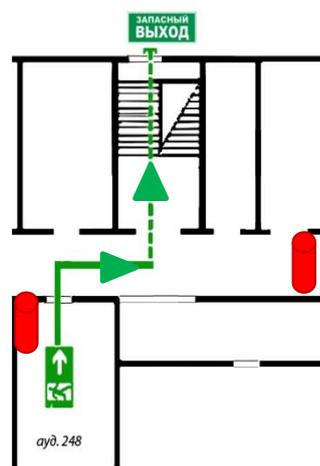


Рисунок - 6.2. План эвакуации для аудитории 248.

Необходимо предусмотреть ряд мер, направленных на обеспечение тушения пожара. Они включают в себя обеспечение подъездов к зданию; обесточивание электрических кабелей; наличие гидрантов с пожарными рукавами, пожарных щитов и ящиков с песком в коридорах; тепловую сигнализацию и телефонную связь с пожарной охраной. Также необходимо наличие огнетушителей.

Порядок действий в случае обнаружения пожара или признаков горения:

1. Немедленно сообщить о пожаре в пожарную охрану по телефону 01 (четко назвать адрес предприятия, что горит и чему угрожает, фамилию передающего сообщение).
2. Сообщить о пожаре руководству.
3. Оповестить персонал о пожаре и порядке эвакуации.
4. По возможности принять меры к эвакуации людей, материальных ценностей и одновременно приступить к тушению очага пожара первичными средствами пожаротушения.
5. Организовать встречу пожарных подразделений, сообщить руководителю тушения пожара о наличии оставшихся людей в здании.

### **Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.**

Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78 [21]. Безопасность и комфорт рабочего места являются ключевыми факторами,

оказывающими прямое влияние на работоспособность инженера-проектировщика, что в свою очередь сказывается на повышении показателя производительности труда.

Рабочее место должно быть хорошо освещенным, иметь как искусственный свет, так и естественный [2]. Световой поток от естественного освещения должен быть направлен с левой стороны от монитора рабочего компьютера, каждый световой проем рекомендуется снабжать регулируемыми устройствами, ограничивающими проникающий в помещение световой поток.

В соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [18] в помещениях с ПЭВМ ежедневно должна проводиться влажная уборка. Также они должны быть оснащены аптечкой первой помощи и углекислотными огнетушителями.

Согласно СП 60.13330.2012 [20] помещения с компьютерами должны оборудоваться системами отопления, кондиционирования воздуха или эффективной приточно-вытяжной вентиляцией.

При работе за компьютером монитор рекомендуется устанавливать на оптимальном расстоянии от глаз пользователя – 0,6-0,7м, но не ближе 0,5м с учетом размеров знаков и символов.

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, а также характера выполняемой работы. Высота рабочей поверхности стола для взрослых пользователей должна регулироваться в пределах 0,7-0,8м. При отсутствии такой возможности высота рабочей поверхности стола должна составлять 0,73м. Также стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 0,6м, шириной – не менее 0,5м, глубиной на уровне колен – не менее 0,45м и на уровне вытянутых ног – не менее 0,65м.

Для обеспечения рациональной рабочей позы и создания условий для ее изменения в течение рабочего дня применяются подъемно-поворотные рабочие стулья с сиденьем и спинкой, регулируемыми по высоте и углам наклона. Конструкция стула должна обеспечивать: ширину и глубину поверхности

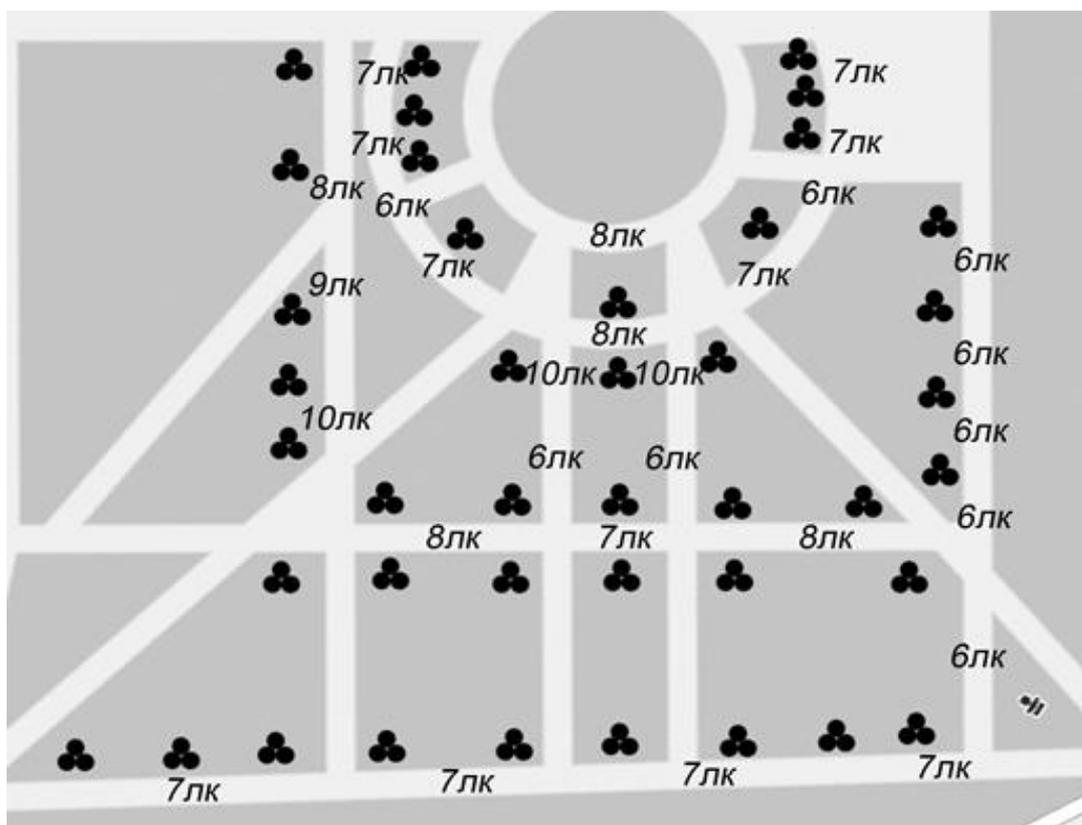
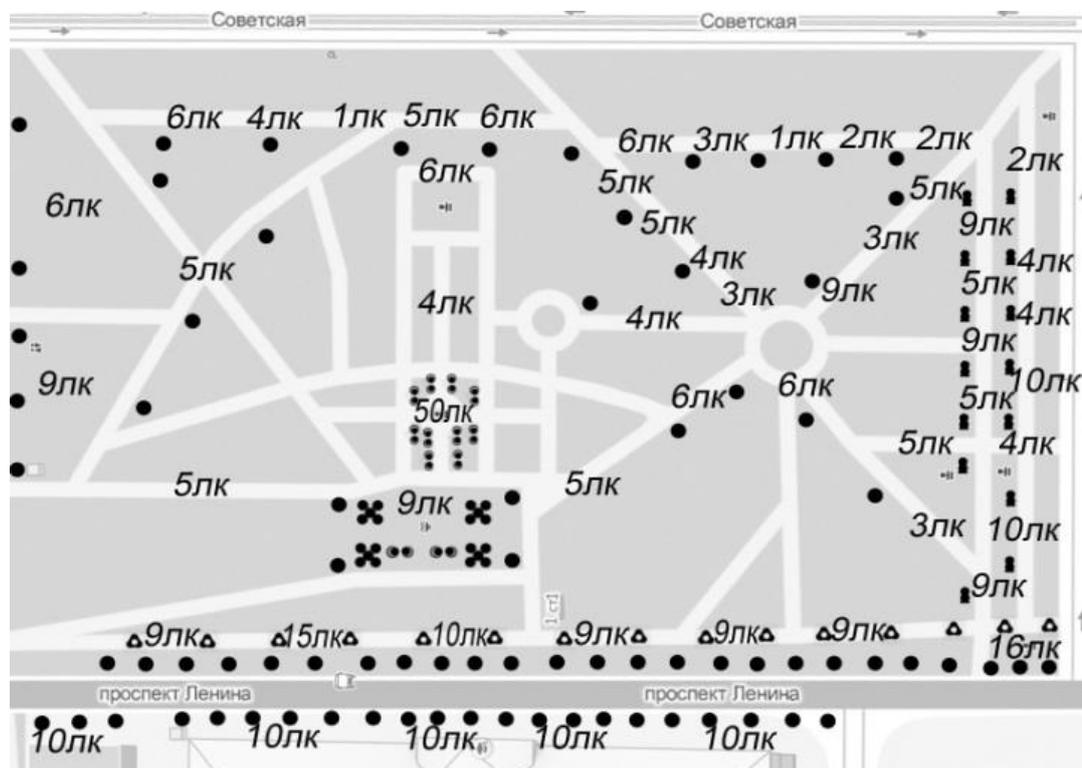
сиденья не менее 0,4м; поверхность сиденья с закругленным передним краем; регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 0,4-0,55м и углом наклона вперед до 15 градусов и назад до 5 градусов. Поверхность сиденья и спинки должна быть полумягкой, с нескользящим воздухопроницаемым покрытием, легко очищаемым от загрязнения.

## Приложение А

Результаты измерений освещенности на открытых пространствах.

Рисунок 1 – площадь Новособоная

Рисунок 2 – площадь у фонтана Молодости



## Приложение 3

### Раздел 3 Английский язык

Студент

4ВМ5А	Бузмакова Дарья Александровна		05.06.2017
Группа	ФИО	Подпись	Дата

Консультант кафедры Лазерной и световой техники (ЛИСТ)

доцент	Толкачева Ксения Петровна	к.т.н.	05.06.2017
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись
			Дата

Консультант – лингвист кафедры Английского языка (ИЯФТИ):

доцент	Надеждина Елена Юрьевна	к.п.н.	05.06.2017
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись
			Дата

## **Introduction**

The main objective of urban lighting consists of ensuring such level of visibility, which would allow pedestrians and motorists to distinguish objects in nighttime. Night-time lighting is necessary for the modern person, the main period of activity of the working population falls on evening. Qualitatively executed installations of external illumination make a person's life not only safe and comfortable, but also they allow to significantly reducing expenses related to payment of electricity. The concept "installation of external lighting" includes not only lighting of roads and pedestrian zones, but also lighting of squares, parks, yards, road signs, stops of public motor transport, any advertising structures, facades of buildings, window displays and many other things.

In this work standard ways of design and modernization of installations of external lighting are considered. Besides, the complex analysis of transport highways and pedestrian zones of the city of Tomsk is given, recommendations about modernization of lighting installation are provided. Present own ideas on creation of a new view of the crosswalk and stops of public motor transport with application of innovative lighting solutions.

The important purpose of creation of installation of external lighting is ensuring safety on them. In nighttime, the number of accidents [2] increases by 30%, the probability of crimes and hooliganism increases. Therefore at design of lighting installation it is necessary to consider accident rate of sections of roads, and also a criminal situation of the residential area.

Creation of installation of external lighting the task difficult, her decision demands a responsible approach. It is necessary to provide quality of work of installation, uniform distribution of illumination to roadbed surfaces. A moderate indicator of a dazzle and an opportunity in due time to see and take measures for avoidance hazardous to health and lives of situations of all participants of traffic. Besides, it is impossible to forget about compliance with law about energy saving [5].

## Chapter 1. Literary review

### 1.1. The normative requirements imposed to outside utilitarian lighting

Lighting installations of streets, roads and squares of the city settlements located in northern construction and climatic zone of an Asian part of Russia are normalized according to the requirements stated in the joint venture 52.13330.2011 [1], the assessment of quality should be carried out on value of average horizontal illuminance of the carriageway. According to [1] street are divided into types and subtypes: And – trunk roads and streets of city value, belong to subtypes A1, A2, A3 and A4; B – trunk streets of region value, with the B1 and B2 subtypes; In – streets and local roads which are subdivided into B1, B2 and B3. In table 1 the normalized parameters for each category of streets are provided.

Table 1 - The normalized values of average horizontal illuminance  $E_{mid}$  and uniformity of distribution of illuminance of paving  $E_{min}/E_{mid}$  for streets of different categories.

Category	types and subtypes	Importance of the street, road	Passes cars thousands of units an hour	$E_{1k}$	$E_{min}/E_{mid}$
A	A1	Highways, federal and transit highways, main highways of the city	>10		0,35
	A2	Other federal roads and main streets	7-9		0,35
	A3	The central highways, binding streets with an exit to the highway A	4 – 7	20	0,35
	A4	Main historical drives of the center, internal communications of the center	3 - 5	20	
B	B1	Highways and streets of regional value	3 - 5	20	0,35
	B2		2 - 5	15	
B	B1	Street and local roads, single cars	1,5 - 3	15	0,25
	B2		1,5 - 3	10	
	B3		0,5 - 2	6	

In normative documents the "illumination" and "brightness" parameters are normalized, hereafter referred to as "illumination". The brightness parameter depends on the look and quality of the road. It changes the properties during operation [2], it isn't considered by standard requirements.

Not less important role on safe traffic is rendered by lighting installations adjoining roads to territories - it is sidewalks, walking paths. According to a source of information [1] average illumination of coverings of the sidewalks adjoining the carriageway of streets and the areas has to make not less than a half of average value of illumination of a covering of the carriageway of these streets and the areas. An essential role in urban development is played by spaces for the movement of pedestrians. For the main pedestrian streets of International Commission on Illumination it is offered to normalize value of the average semi-cylindrical illumination characterizing conditions of distinction by the observer of counter pedestrians and other objects. On the main pedestrian streets semi-cylindrical illumination in the direction of the primary movement, is normalized at the level of average value not less than 6 lx, and minimum – not less than 2 lx.

For restriction of influence of the blinding effect of light devices for the visual device of pedestrians installation height is regulated. Height of installation has to be not less than 4,5 m at a light stream of a light source to 4000 lm, from 4,5 m to 6 m at a light stream of 5500 lm and not less than 6 m at a light stream more than 7000 lm. [3].

Illumination of pedestrian spaces is normalized according to a source of information [1], data are provided in table 2.

Table 2 - Classification and the normalized indicators of illumination of pedestrian spaces

Category	Name of object	E <sub>mid</sub> , lk,	E <sub>min</sub> / E <sub>mid</sub> , lk,
----------	----------------	------------------------	----------------------------------------------

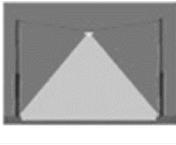
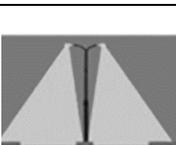
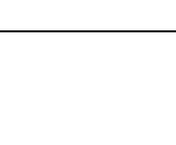
П1	Platforms before entrances of cultural and mass, sporting, entertaining and shopping facilities	20	0,3
П2	Main pedestrian streets of a historical part of the city and main public centers of administrative districts	10	0,3
П3	Pedestrian streets; main and auxiliary entrances of parks, exhibitions and stadiums	6	0,2
П4	The sidewalks separated from the carriageway of roads and streets; entrances, approaches, educational and medical and improving facilities	4	0,2
П5	Minor drives in territories of residential districts, economic platforms in territories of residential districts, side avenues and auxiliary entrances of city parks of administrative districts	2	0,1
П6	Side avenues and auxiliary entrances of parks of administrative districts	1	0,1

## 1.2. Technology of illumination of city spaces and technique of carrying out measurements of quality indicators of lighting installations

Today there are seven main schemes of an arrangement lamp standard, are provided in table 3. The choice of this or that scheme depends only on geometrical characteristics of the lit site. The main characteristic is carriageway width, but besides it is also important to consider number of lanes, existence and width of a roadside, existence and width of a dividing strip.

Table 3 – Schemes of an arrangement of support of lighting

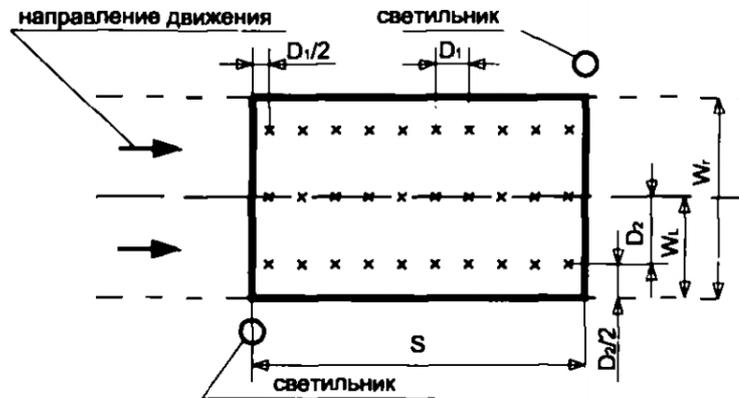
№	Scheme of an arrangement of lamp	installation diagram	mounting condition	Width of the
№				the

	standard			carriageway, m
1.	unilateral		on a lamp standard, on the one hand the carriageway	less 12
2.	axial		on cables, on a carriageway axis	less 18
3.	two-row (rectangular / chess)		on lamp standard, from two sides of the carriageway in a rectangular or chess order	less 48
4.	two-row on a street axis		on the lamp standard established on a dividing strip of the carriageway	от 24 до 48
5.	two-row rectangular or chess on axes of the movement		on the lamp standard established from two sides of the carriageway in a rectangular or chess order with additional lamp for lighting of sidewalks	less 60
6.	Four-row (rectangular / chess)		on cables on axes of the movement in a rectangular or chess order	from 48 to 100
7.	four-row on a street axis (rectangular / chess)		on the lamp standard established from two sides of the carriageway and on a dividing strip	from 48 to 100

### Technique of carrying out measurements

Uniformity of distribution of illumination is defined as the relation of the minimum value to maximum and minimum to an average. Measurements were taken

by illumination photometer is Ecolight-02 Measurements of illumination are taken in control points of a grid which is imposed on a roadbed as shown in the figure 1.1 [4]. The technical grant recommends taking individual measurement for each strip of a roadbed, to establish equal distance between control points.



Picture.1.1. The choice of settlement points at measurement of level of illumination for one strip of the road at a chess arrangement of lamp standard.

Measurement of horizontal illumination is taken as closely as possible to a roadbed surface. "Cart transportation" (pic. 1.2) was used to simplification of process.



Picture 1.2. "Cart transportation" for illumination measurement

The main condition when carrying out measurements of horizontal illumination – lack of a shadow on a photosensitive part of the measuring instrument. Otherwise the received values can differ very strongly from true.

In [6] table – 2.5 Comparison of the programs Dialux, Light-in-Night Road are given comparison of software products for work with road spaces.

## Список литературы

- 1 СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*
- 2 2008. – 326с. 2. Ван Боммель В. Исследования дорожного освещения за последние 80 лет. Результаты и уроки на будущее // Светотехника. – 1999. – №6. – С. 4-6.
- 3 Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. С 74 3-е изд. перераб. и доп. М.: Знак, 2006. – 972с.
- 4 ГОСТ Р 55706-2013 Освещение наружное утилитарное. Классификация и нормы
- 5 ГОСТ Р 55708-2013 Освещение наружное утилитарное. Методы расчета нормируемых параметров
- 6 Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
- 7 Разработка концепции световой среды жилого комплекса в городе Томске Глушкова Маргарита Владимировна
- 8 Гурьев, А. В. Системы автоматизированного управления наружным освещением / А. В. Гурьев, Е. А. Букварев // Электротехника. - 2001. - № 5. - С.
- 9 Автоматизированное управление уличным освещением. [Электронный ресурс]: офиц. сайт / «ЭнергоСовет» портал по энергосбережению. – Режим доступа: <http://www.energsovet.ru/stat480.html>.
- 10 ГОСТ 33176-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Горизонтальная освещенность от искусственного освещения. Технические требования

- 11 Щепетков Н.И., Световой дизайн города, М.: "Архитектура-С", учебное пособие, 320 стр. 2006 г. ISBN: 5-9647-0103-5
- 12 Анализ энергоэффективности осветительных установок открытых пространств К.П.Толкачева, Д.А.Бузмакова Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Секция 5. Фотонные материалы и технологии
- 13 ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях (с Поправкой)»
- 14 ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
- 15 ГОСТ 12.1.003-2014 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности»
- 17 СН 23-05-95\* «Естественное и искусственное освещение» (с Изменением N 1)
- 18 СП 2.2.1.1312-03 «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий».
- 19 ГОСТ 12.1.044-91 «Пожарная безопасность. Общие требования»
- 20 ГОСТ 12.010-76 «Взрывоопасность. Общие требования»
- 21 СН-181-70 «Указания по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий»
- 22 ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»
- 23 СНиП 21-01-97\* «Пожарная безопасность зданий и сооружений (с Изменениями N 1, 2)»
- 24 ГОСТ 17.4.1.02-83 «Охрана природы (ССОП). Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения»