

Школа -Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки - 54.03.01 Дизайн  
 Отделение (НОЦ) - Отделение автоматизации и робототехники

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

<b>Тема работы</b>
<b>МОДУЛЬНЫЕ СВЕТИЛЬНИКИ УНИВЕРСАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ</b>

УДК 658.512.23:628.941-21

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Д51	Гуменникова Александра Владимировна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Вехтер Е.В.	К.П.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст.преподаватель ОАР ИШИТР	Хмелевский Ю.П.			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суханов А.В.	К.Х.Н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Фадеева В.Н.	к. филос.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Немцова О.А.			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Вехтер Е.В.	К.П.Н.		
Руководитель ОАР ИШИТР	Леонов С.В.	К.Т.Н.		

## Планируемые результаты обучения по направлению 54.03.01 «Дизайн»

Код	Результат обучения*	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по направлению подготовки (специальности)		
P1	Применять глубокие социальные, гуманитарные и экономические знания в комплексной дизайнерской деятельности.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, требования профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика»)  (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-5,  ПК-2, ПК-6, УК-1)
P2	Анализировать и определять требования к дизайн-проекту, составлять спецификацию требований и синтезировать набор возможных решений и подходов к выполнению дизайн-проекта; научно обосновать свои предложения, осуществлять основные экономические расчеты проекта	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, требования профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика»)  Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, требования профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика»)  (ОК-2, ОК-3, ОК-5, ОК-7, ОК-10, ОПК- 1, ОПК-4, ОПК-7, ПК-2; ПК-4, ПК-5, ПК-5, ПК-6, ПК-9, ПК-12, УК-1, УК-2, УК-4)
P3	Использовать основы и принципы академической живописи, скульпторы, цветоведения, современную шрифтовую культуру и приемы работы в макетировании и моделировании в практике составления композиции для проектирования любого объекта	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, требования профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика»)  (ОК-7, ОК-10, ОК-11, ОПК- 1, ОПК- 2, ОПК- 3,ОПК-4, ПК-1, ПК-2; ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-7, УК-1, УК-2, УК-6)
P4	Разрабатывать проектную идею, основанную на концептуальном, творческом и технологичном подходе к решению дизайнерской задачи, используя различные приемы гармонизации форм, структур, комплексов и систем и оформлять необходимую проектную документацию в соответствии с нормативными документами и с применением пакетов прикладных программ.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, требования профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика»)  (ОК-7, ОК-10, ОПК- 2, ОПК- 3, ОПК- 6,ОПК-7, ПК-1, ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-12, УК-1, УК-2, УК-6, УК-8)
P5	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде, активно владеть иностранным языком на уровне, работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной профессиональной деятельности.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, требования профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика»)  (ОК-5, ОК-6, ОК-7, ОК-8, ОК-9, ОК-10, ОК-11, ПК-2; ПК-9, ПК-10, УК-3, УК-4, УК-5, УК-6, УК-7, УК-8)
P6	Демонстрировать глубокие знания правовых, социальных, экологических, этических и культурных аспектов профессиональной деятельности в комплексной дизайнерской	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, требования профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика»)  (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-9, ОК-11, ПК-9, ПК-11, ПК-12, УК-3, УК-4, УК-5)

	деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития.	
P7	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, требования профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика») (ОПК-4, ОПК-6, ОПК-7, ПК-6, ПК-10, УК-1)
P8	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, требования профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика») (ОК-3, ОК-6, ОК-7, ОК-9, ОК-10, ОК-11, ПК-2; ПК-4, ПК-11, ПК-12, УК-7, УК-8)
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы; готовность следовать профессиональной этике и корпоративной культуре организации.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, требования профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика») (ОК-5, ОК-6, ОК-7, ОК-8, ПК-11, ПК-12, УК-3, УК-4, УК-5, УК-7, УК-8)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа -Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки - 54.03.01 Дизайн  
 Отделение (НОЦ) - Отделение автоматизации и робототехники  
 Период выполнения - осенний / весенний семестр 2018 /2019 учебного года-

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	18.06.2019
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
05.10.2018	Утверждение плана-графика, формулировка и уточнение темы. Работа над ВКР – анализ аналогов.	5
11.11.2018	Работа над ВКР – Формулировка проблемы в выбранной сфере дизайна. На основе собранного материала – статья	5
09.12.2018	Работа над ВКР – Сдача первого раздела ВКР, эскизы	5
15.02.2019	Работа над ВКР – Формообразование (объект), 2 часть.	5
12.03.2019	Работа над ВКР – 3D модель, 3 часть, презентационная часть.	10
10.04.2019	Работа над ВКР – Макетирование.	10
29.05.2019	Итоговая работа по текстовому материалу, чертежи.	10
30.05.2019	Нормоконтроль текста и чертежей ВКР	10
05.03.2019	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
29.05.2019	Социальная ответственность	20

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Вехтер Е.В.	к.п.н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Вехтер Е.В.	к.п.н.		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа -Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки - 54.03.01 Дизайн  
 Отделение (НОЦ) - Отделение автоматизации и робототехники

**УТВЕРЖДАЮ:**  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Вехтер Е.В.  
 (Подпись)    (Дата)    (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Д51	Гуменниковой Александре Владимировне

Тема работы:

<b>МОДУЛЬНЫЕ СВЕТИЛЬНИКИ УНИВЕРСАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p><b>Объект проектирования:</b> модульные светильники универсального использования</p> <p><b>Продукт должен соответствовать следующим требованиям:</b> модульность, технологичность, лаконичный дизайн.</p>
---	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<p><b>Основная задача проектирования:</b> Разработка модульных светильников универсального использования</p> <p><b>Содержание процедуры проектирования:</b> обзор материалов; анализ аналогов; эскизирование, формирование вариантов дизайн-решений (форма, эргономика и т.д.); объемное моделирование; макетирование; создание конструкторской документации.</p> <p><b>Результаты выполненной работы:</b> дизайн- проект модульных светильников универсального использования включает визуализацию спроектированных объектов, конструкторскую документацию, макет.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>Эскизы концептуальных решений, чертежи деталей, спецификация, демонстрационный ролик, презентационный материал, два демонстрационных планшета формата А0.</p>

<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)</p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Дизайн-разработка объекта проектирования</p>	<p>Хмелевский Юрий Петрович</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Фадеева Вера Николаевна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Немцова Ольга Александровна</p>
<p>Оформление конструкторской документации</p>	<p>Вехтер Евгения Викторовна</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
<p>Нет</p>	

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Вехтер Е.В.	к.п.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Д51	Гуменникова Александра Владимировна		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8Д51	Гуменниковой Александре Владимировне

<b>Школа</b>	<b>ИШИТР</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОАР</b>
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Дизайн

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; исследование и изучение конкурентных аналогов.
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	Оценка потенциальных потребителей исследования, SWOT-анализ, QuaD-анализ, анализ конкурентных решений
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование этапов работ, определение трудоемкости и построение календарного графика, формирование бюджета.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	-Расчет интегральный показателя ресурсоэффективности разработки; - Расчет интегрального показателя эффективности; - Расчет сравнительной эффективности вариантов исполнения

**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

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН ШБИП	Фадеева Вера Николаевна	к.филос. н		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8Д51	Гуменникова Александра Владимировна		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Д51	Гуменниковой Александре Владимировне

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Дизайн

Тема ВКР:

Модульные светильники универсального использования	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является спроектированные модульные корпуса светильников универсального назначения. Корпус выполняется из алюминия при помощи литья в металлические формы. Прибор может располагаться на улице и в помещении.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– СанПиН 2.2.2_2.4.1340-03 "Гигиенические требования к ПЭВМ и организации работы"</li> <li>– ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»</li> <li>– СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.</li> <li>– СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.</li> <li>– СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.</li> <li>– ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.</li> </ul>
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Отклонения показателей микроклимата</li> </ul>



2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Повышенный уровень шума на рабочем месте</li> <li>– Недостаточная освещенность</li> <li>– Опасность возникновения пожара</li> </ul>
3. Экологическая безопасность:	– Отсутствует угроза воздействия на атмосферу, гидросферу и литосферу
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– Пожар

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Немцова Ольга Александровна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Д51	Гуменникова Александра Владимировна		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 126 страниц, 52 рисунка, 20 таблиц, 83 источника, 3 приложения.

Ключевые слова: дизайн, модульность, светотехника, свето-дизайн, универсальный светильник.

Объектом исследования являются модульные светильники универсального использования. Данные предметы устанавливаются в открытых и закрытых крупногабаритных пространствах: парковках, спортивных центрах, животноводческих комплексах, автомагистралях и торговых центрах.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка корпусов модульных светильников универсального использования. Корпус светильника должен быть модульным, вариативным, иметь единый художественный образ, стиль. При этом материалы и изготовление корпуса должны быть технологичными.

В процессе работы изучены и спроектированы конструктивные элементы: три модуля корпусов универсального светильника, кронштейн, поворотная лира. Также разработана система крепления модульных элементов между собой, допускающая различные композиционные решения, и обеспечивающая удобство применения. В качестве наглядного материалы был выполнен макет, подготовлена графическая часть для презентации проекта, создан презентационный видеоролик и демонстрационный планшет.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	14
1 Научно-исследовательская часть .....	16
1.1 История и преимущества светодиодного освещения .....	16
1.2 Виды универсального освещения .....	17
1.3 Основные характеристики источников света .....	18
1.4 Конструкция светильника и технические требования.....	20
1.5 Технология производства и материалы.....	22
1.6 Формы корпусов .....	25
1.7 Виды креплений.....	26
1.8 Монтаж светильников .....	29
2 Проектно-художественная часть.....	34
2.1 Требования, предъявляемые прибору .....	36
2.2 Методы проектирования .....	37
2.3 Метод формообразования.....	39
2.4 Эскизирование .....	40
2.5 Основные дизайн-решения .....	44
2.5.1 Корпус.....	44
2.5.2 Модульная система.....	50
2.5.3 Крепления.....	52
3 Разработка художественно-конструкторского решения .....	55
3.1 Материал и особенности технологии производства .....	55
3.2 Конструкторская документация.....	57
3.3 Подбор колористического и шрифтового решения .....	57
3.4 Формирование графического оформления презентационных материалов.....	60
3.4.1 Планшет.....	60
3.4.2 Презентация.....	63
3.5 Макетирование.....	65
3.6 Создание видеоролика .....	66
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....	69
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	69

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	69
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений .....	70
4.1.3 Технология QuaD .....	72
4.1.4 SWOT – анализ .....	72
4.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	73
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	73
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ .....	73
4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования .....	74
4.2.4 Бюджет научно-исследовательских работ.....	75
4.2.4.1 Расчет материальных затрат НТИ .....	75
4.2.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ .....	76
4.2.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы .....	77
4.2.4.4 Основная заработная плата исполнителей темы .....	77
4.2.4.5 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	78
4.2.4.6 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	79
4.2.4.7 Накладные расходы.....	79
4.2.5 Формирование сметы затрат на разработку дизайн-проекта .....	80
4.3 Определение экономической эффективности разрабатываемого проекта	80
4.4. Выводы по разделу.....	82
5 Социальная ответственность .....	84
5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	84
5.1.1. Правовые нормы трудового законодательства .....	84
5.1.2. Требования к организации рабочих мест .....	84
5.2. Производственная безопасность.....	85
5.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов .....	86
5.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия вредных и опасных факторов на исследователя (работающего) .....	91
5.3 Экологическая безопасность.....	93
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	94
5.5. Выводы по разделу.....	95
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	97
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	99
ПРИЛОЖЕНИЕ А Конструкторская документация .....	109

ПРИЛОЖЕНИЕ Б Данные к главе 4 .....	116
ПРИЛОЖЕНИЕ В Данные к главе 5 .....	125

## ВВЕДЕНИЕ

Свет является не только необходимым условием, но и средой, с помощью которой люди могут видеть. Благодаря своей интенсивности, и тому, как он распределяется по всему объему пространства, с учетом его остальных свойств, свет создает специфические условия, которые могут влиять на наше восприятие.

Световое оформление, по сути, является планированием визуальной среды. Хороший дизайн освещения направлен на создание условий восприятия, которые позволяют нам эффективно работать и чувствовать себя комфортно и безопасно в определенном пространстве, дополняя все перечисленное эстетическим удовлетворением [1].

Корпус для светодиодного светильника является необходимым элементом конструкции осветительного прибора и несет, прежде всего, защитную функцию, однако может максимально отвечать потребностям потребителя за счет добавления функции модульности и лаконичного дизайна [2].

Целью выпускной квалификационной работы является разработка корпусов модульных светильников универсального использования. Корпус светильника должен быть модульным, вариативным, иметь единый художественный образ, стиль. При этом материалы и изготовление корпуса должны быть технологичными. Корпус должен быть эргономичным.

Для достижения цели были поставлены задачи:

- изучить историю создания и выявить преимущества светодиодного освещения;
- изучить виды универсального освещения;
- определить основные характеристики и места применения универсальных источников света;
- рассмотреть существующие корпуса светильников;
- разработать эскизы светильников, продумать их реализацию;

- проработать дизайн модульных универсальных осветительных приборов;
- определить необходимые материалы и технологию производства;
- создать макет устройства;
- создать презентационный видеоролик;
- произвести расчет финансовой стоимости проекта;
- оценить критерии безопасности при разработке и эксплуатации изделия;
- подвести итог выполненной работы.

## **1 Научно-исследовательская часть**

### **1.1 История и преимущества светодиодного освещения**

За последние годы производство источников света на основе светодиодов прочно укрепилось в числе самых динамично развивающихся отраслей мировой электроники. Специфические технологические особенности производства светодиодных светильников окупаются их энергоэффективностью.

По большей части истории человечества, от происхождения человека и вплоть до 18 века, для освещения были доступны лишь два источника света. Основным из них является дневной свет – основа, позволяющая нам видеть, имеющий свойства, к которым наш глаз адаптировался на протяжении миллионов лет. Через некоторое время, начиная с каменного века, с развитием агрокультуры и инструментов, к дневному свету добавилось пламя огня, в качестве второго, искусственного источника света. Человеку приходилось совершенствовать применения источников света в течение десятков тысяч лет [3].

Первыми точечными светильниками стали факелы. Далее последовало изобретение глиняных масляных ламп в III тыс. до н. э. в античной Греции. В начале нашей эры люди начали использовать сальные и восковые свечи [4].

Газовое топливо использовалось для заправки ламп с XV столетия, однако массовое распространение газовые фонари и рожки получили в начале XIX века, когда была освоена газификация угля [5].

Изобретение лампы накаливания Томасом Эдисоном в 1879 г. дало начало эпохе электричества. Источником света здесь выступала раскаленная вольфрамовая нить, через которую протекал электрический ток. С середины XX века лампы накаливания постепенно замещают более яркие и экономичные газоразрядные источники света [6].

В конце XX века начали производить люминесцентные лампы. Оптическое излучение создается путем воздействия газового разряда на люминофорный состав, нанесенный на стенки колбы.



Основные недостатки люминесцентных ламп – сильное мерцание, шум и хроматические аберрации.

Светодиодное освещение – технология XXI века, практически исключая нагрев токопроводящих элементов. При одинаковых технических характеристиках они экономичнее, кроме того, служат в разы дольше [7]. При этом, такие лампы выпускаются с различными вариантами конструктивного исполнения и с различной цветовой температурой. Некоторые образцы могут использоваться как элемент дизайна в системах освещения. В свою очередь, производители заботятся о том, чтобы соотношение цены и качества таких ламп росло год от года. Этим обуславливается растущая популярность среди потребителей.

Придя на смену лампам накаливания, светодиодные лампы демонстрируют отличные потребительские характеристики. Их преимущества заключаются в меньших энергозатратах, более высоком качестве, соответственно и более продолжительном сроке службы, окупаемости.

Светодиодная лампа служит в среднем от 30 до 100 тысяч часов, тогда как максимальный срок службы обычной лампочки составляет всего 4 тысячи часов. Получается, что за то время, что проработает одна единственная светодиодная лампа, выйдут из строя около 40 ламп накаливания [8].

## **1.2 Виды универсального освещения**

Источники света могут быть классифицированы с точки зрения качества света, который они производят. Эти качества имеют решающее значение для результата освещения и должны быть в первую очередь учтены при выборе осветительного прибора.

Светильники делятся на следующие виды в соответствии с назначением и характером создаваемого освещения:

- бытовые и промышленные;
- рабочие и декоративные;
- локального и общего освещения;

- рассеянного света и направленного;
- прямого освещения и отражённого света [9].

Можно выделить некоторые группы светильников по месту их установки:

- настенные;
- потолочные;
- подвесные;
- напольные и настольные;
- встроенные;
- приповерхностные;
- переносные (место закрепления – произвольное) [10].

При дальнейшем проектировании следует определить вид универсального освещения, так как во многом это будет влиять на разработку. Так, например, при выборе проектирования бытовых и промышленных светильников стилистика изделия будет существенно отличаться от декоративных приборов. Следует определить место крепления для дальнейшего создания корпуса и соответствующих крепежных элементов.

### **1.3 Основные характеристики источников света**

Источники света имеют характеристики, в соответствии с которыми световые приборы могут быть объективно оценены

Мощность — первичная характеристика лампы. Для бытовых нужд используют светодиодные лампы мощностью от 1 до 25 Вт, что эквивалентно 20-150 ваттам ламп накаливания. Однако существуют и более мощные модели (до 100 Вт), которые могут устанавливаться, например, на уличных фонарях [11].

Для того, чтобы понять, насколько ярко будет светить лампа, обращать внимание следует на световой поток. Световой поток характеризует яркость

лампы. Именно его необходимо знать, чтобы выбрать светодиодную лампу для полноценной замены ею лампы накаливания [12].

С практической точки зрения, источники света могут классифицироваться с позиции качественных параметров света [13]. Объективно, наиболее естественный свет исходит от солнца, также естественен лунный свет [14].

Спектр света [15]. Спектр света можно увидеть, если посмотреть на радугу или пропустить луч света через призму, который включает в себя все видимые цвета. Люди привыкли рассматривать три основных цвета (красный, зеленый и синий) и три вторичных (желтый, голубой и пурпурный). Когда все основные цвета смешиваются и объединяются, человеческий глаз видит белый свет (рисунок 1).



Рисунок 1 — Цветовой спектр

Также, используя фильтр для удаления цветов из белого света, можно получить основные цвета света. Синий свет, например, получается удалением из белого света зеленого и красного цветов. Такие варианты получения цветного освещения все еще широко применяются в театральном и архитектурном освещении.

Цветовая температура – параметр, которым описывается цвет излучения (рисунок 2). Может определяться как теплая (красные тона), нейтральная или прохладная (синие тона) [16].

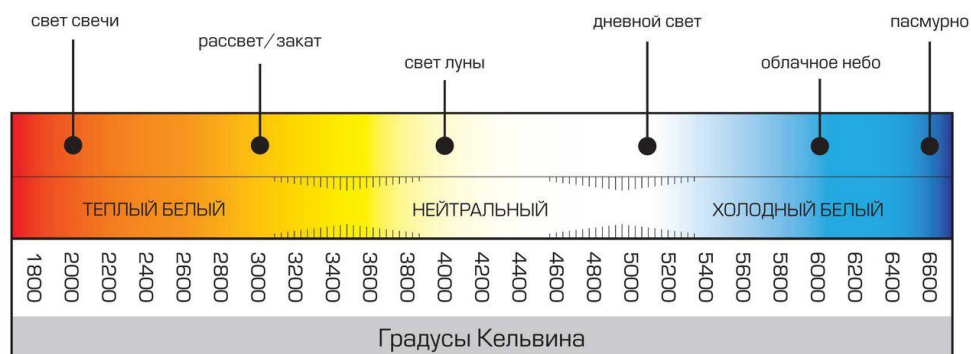


Рисунок 2 — Цветовая температура

Напряжение питания [17]. Одним основным параметром электрических источников света является напряжение. В России и Европе используются лампы переменного напряжения 220 вольт, в США – 110 вольт. Рабочее напряжение варьируется от страны к стране. Многие типы ламп низкого напряжения, работающие от напряжения в 6, 12 или 24 вольт, используются во всем мире. Трансформаторы используются для изменения рабочего напряжения в соответствии с напряжением лампы.

Энергоэффективность. Энергетическая эффективность источника света измеряется в люмен на ватт. Энергоэффективность лампы накаливания, составляет менее 20 люменов на ватт. Энергоэффективность металлогалогенных и люминесцентных ламп может достигать до 100 люмен на ватт, а натриевые лампы позволяют достигать почти 180 люмен на ватт. Так, например, для светодиодных моделей мощностью более 25 Вт с призматическим рассеивателем, установленных в помещениях, светоотдача на первом этапе должна быть 85 лм/Вт, на втором - 105. Для уличных прожекторов, независимо от мощности и с прозрачным стеклом, минимальная светоотдача с 01.07.2018 г. должна быть 90, а с 2020 г. - 110 лм/Вт [18].

#### 1.4 Конструкция светильника и технические требования

Светильник состоит из двух равных по значимости узлов: источника света и арматурой для крепления и других вспомогательных целей [19].

Блок освещения, собственно, освещает необходимую территорию. Он оснащен диодными или натриевыми лампами. Мощность осветительных приборов может быть различной, исходя из требований заказчика.

Говоря про создание светодиодных светильников, стоит понимать, что на протяжении многих десятилетий осветительные приборы выпускались отдельно, а источники света к ним — отдельно. Иногда лампа могла идти в комплекте со светильником, но это не было обязательным, скорее такая комплектация делалась для удобства покупателей. Выпуском светильников занимались компании, имевшие высокий уровень компетенции в дизайне, оптике, металлообработке, керамике. Электронная составляющая светильника сводилась к патрону, кабелю, выключателю и розетке. В случае с люминесцентными или другими газоразрядными лампами добавлялась аппаратура ПРА, которая приходила к производителю светильника в виде готового блока.

Сейчас в светотехнике происходят революционные преобразования — на смену люминесцентным приборам и лампам накаливания приходят светодиоды [20].

Внедрение светодиодов повлияло на конструирование корпуса. Во-первых, срок службы источника света стал сопоставим (а в ряде случаев и превышает) со сроком службы других элементов осветительного прибора. Это обусловило то, что светодиоды, как правило, делаются несменными (либо предусмотрена возможность замены блока со светодиодами, но в качестве ремонта, а не в качестве регулярной процедуры по обслуживанию). Во-вторых, параметры светильника, тот же срок службы, например, зависят теперь не только от источника света, сколько от других электронных компонентов. В-третьих, светодиоды позволяют реализовать больше функций, уже хотя бы поэтому светодиодные светильники имеют более сложную конструкцию по сравнению с люминесцентными приборами и лампами накаливания.

Драйвер. Важнейший элемент светодиодного светильника — блок питания (драйвер). Нередко в эксплуатации светодиодных светильников, блок питания обычно выходит из строя быстрее, чем светодиоды. И если в бытовых светильниках это обстоятельство приводит к необходимости нести устройство в ремонтную мастерскую, то при установке светильника на производстве придётся останавливать конвейер, демонтировать прибор, вместо него ставить новый [21].

Арматура светильника включает в себя:

- крепежный патрон, в который устанавливается лампа;
- отражатель, служащий для концентрации светового потока, предотвращающий потери и рассеяние света в не требующих освещения направлениях, направляющий световой поток в подлежащее освещению место;
- плафон, рассеивающий свет, более равномерно и часто несущий декоративное значение;
- корпус светильника, необходимый для объединения всех перечисленных частей как конструктивно, так и электрически. Корпус светильника также может служить элементом дизайна;
- элементы для крепления светильника – к стене, потолку, столешнице. Крепление светильника обычно должно выдерживать не только корпус светильника, но и возможную дополнительную нагрузку (ветровую, например);
- электрические соединения: устройство ввода проводов, выключатель, сетевой шнур и др. (в зависимости от назначения и комплектации) [22].

## **1.5 Технология производства и материалы**

Нынешний рынок диодной продукции предлагает широкий ассортимент данного товара. Производители в стремлении предложить

потребителю высококачественные изделия и разнообразие вариантов, выпускают все новые модели и конфигурации.

Основой любого осветительного прибора является корпус, так как именно в нем расположены все элементы, также сам излучатель света монтируется внутри этого каркаса. Главной его функцией является защита содержимого от разнообразных внешних факторов. Это говорит о том, что корпуса должны соответствовать требованиям прочности, долговечности и иметь надежные крепления [23].

Этапы производства корпусов светодиодных светильников включают в себя:

- Выбор материала, из которого планируется изготовить осветительное устройство (алюминий, нержавеющая сталь, пластмасса).

- Изготовление корпуса и сборка на современном высокотехнологическом оборудовании.

- Подготовка и установка всех комплектующих светильника [24].

Для промышленного производства в зависимости от технологии изготовления могут потребоваться экструзионные установки для изготовления светильников или элементов из полимеров, литейные, штамповочные станки и трубогибочные, инструменты для резки, стеклодувное оборудование и инвентарь [25].

В процессе изготовления должны обеспечиваться максимальные степени защиты от сторонних воздействий. Производство корпусов для светильников Корпуса LED-светильников должны отвечать следующим требованиям: обеспечение влагостойкости; вибропрочность; устойчивость к смене температурных показателей; простота удобства монтажа; легкость в обслуживании. Чем лучше позаботился производитель о качестве корпуса, тем эффективнее и продолжительнее будет работать светодиодный светильник [26].

Очень важным элементом создания светильников является правильный выбор материалов. Как при выборе конструкции, формы и отделки, так и при

выборе материала необходимо учитывать технологию современного производства.

Материалы, из которых изготавливаются корпуса, могут быть самыми разнообразными. В большей степени выпускаются алюминиевые, стальные и пластиковые корпуса [27].

Алюминий. Светильник из такого материала обладает высокими качественными показателями. Основным достоинством алюминия является то, что он легко поддается переработке и подвержен сгибанию. Алюминий и его сплавы имеют невысокий удельный вес, поэтому конструкция светильника получается легкой по массе, что играет существенную роль для такого изделия. Алюминиевые конструкции светильников хоть и имеют цену выше пластиковых, но эта разница является незначительной, что зависит в первую очередь от простоты конструкции и себестоимости лома цветных металлов. Алюминий имеет свойство не стареть, даже при воздействии воды он не разрушается. Обеспечение стабильного теплоотвода. Именно металлическая конструкция обладает высокими показателями отвода тепла, которое вырабатывают светодиоды. Корпус светильника из алюминия является возможным решением для таких помещений, как офисы, производственные склады, учебные заведения. Такие светодиодные лампы устанавливаются в гаражных и складских помещениях [28].

Есть у алюминия и некоторые недостатки, которые необходимо учитывать: опасность поражения электрическим током. При пробое фазы на корпус, последний оказывается под прямым воздействием напряжения. Если напряжение на корпусе будет равно 220 В, то при прикосновении, человек рискует здоровьем. Однако если к светильнику подводится уже пониженное напряжение, как это часто бывает для светодиодного освещения, то такой недостаток нивелируется. Невозможность ремонта. Если по каким-либо причинам изделие будет повреждено, то устранить дефект невозможно. Корпус изготавливается путем литья алюминия под давлением, а хромирование или анодирование позволяет окрасить изделие в любой цвет.



Нержавеющая или антивандальная сталь. Главной особенностью нержавеющей стали является ее высокая прочность, что позволяет использовать осветительные изделия в широком спектре. Но нередко антивандальный корпус может изготавливаться из сплава алюминия толщиной от 0,5 мм и выше. К достоинствам корпусов из нержавеющей стали относится невозможность его разборки. Точнее, разобрать корпус можно, если имеется в наличии специальный ключ. Чаще всего из такой стали изготавливаются садовые светильники, приборы для уличного освещения которые размещаются в парках, садах, подъездах. Там, где доступ к светильнику открыт. Дизайн изделия может быть разнообразным, но чаще всего это круглая или квадратная форма изделия. Недостатком такого корпуса является высокая стоимость материала [29].

Пластик. Светильники из пластика являются самыми распространенными и, соответственно, экономически выгодными. Они имеют одно достоинство: полная безопасность. При пробое фазы на корпус светильника человек будет защищен от поражения током, так как пластик является диэлектриком (материал, не проводящий электрический ток). Простота изготовления пластиковых коробов позволяет производить светильники различных форм: от обычных до сложных. Они также защищены от воздействия климатических условий, воды и пыли. Но такое изделие не рекомендуется устанавливать на открытой местности, так как пластик не обладает свойствами ударопрочности, его легко повредить. Светодиодные люстры и лампы из пластика устанавливаются в закрытых помещениях: дом, квартира [30].

## **1.6 Формы корпусов**

Современные светодиодные светильники облают корпусами разных форм. Корпус может быть встраиваемым; накладным; универсальным.

Встраиваемые. Установка встраиваемых корпусов осуществляется в помещениях, где имеются натяжные или подвесные потолки. К таким

помещениям относятся: квартиры, дома, офисы, конторы и прочие коммерческие заведения. Крепится встраиваемый корпус с помощью специальных кронштейнов к стальному каркасу, на котором держится потолок. Чаще всего светильники имеют горизонтальное расположение. Достоинством моделей корпусов является возможность установки в помещении с низким потолком для экономии пространства в комнате [31].

Монтируются встраиваемые корпуса с помощью предусмотренных специальных кронштейнов в виде готовых отверстий. Для того чтобы установить изделие, потребуется просверлить отверстие в стене, забить дюбель и вкрутить саморез, зафиксировав конструкцию светильника.

Накладные. Главной особенностью монтажа такого рода корпусов светильников является непосредственная их установка на стену или потолок, откуда и происходит название. Идеальными помещениями для установки накладных корпусов являются жилые помещения, офисы, квартиры. Накладные точечные светильники для потолков имеют различные размеры, от маленьких круглых до больших квадратных или прямоугольных. Накладные корпуса могут монтироваться на подвесах [32].

Универсальные. Конструкция осветительных приборов предусматривает возможность их размещения в любом положении: горизонтальном, вертикальном, внутри потолка (стены) или снаружи. Такие светильники называются универсальными. Главным достоинством корпусов для них является наличие различных кронштейнов для монтажа. По размерам и формам универсальные корпуса светильников выпускаются в прямоугольной, квадратной и округлой форм [33].

## **1.7 Виды креплений**

Соответствие нормам и регламентам, разработанным и утвержденным СНиП 23-05-95 о естественном и искусственном освещении, требует конкретного типа наружных осветительных приборов для каждого объекта освещения [34].

В зависимости от конструкции, вида крепления и основного функционального назначения выделяют следующие типы уличных светильников:

– консольные — светильники универсального назначения, предназначенные для освещения прилегающей к зданию территории или уличных магистралей путем крепления к кронштейну;

– торшерные — светильники универсального назначения, укрепляемые на верхней части вертикальной опоры;

– садово-парковые — светильники, предназначенные для ярусного освещения клумб, газонов, дорожек, крыльца, придомовой территории; большое значение в организации ландшафтного освещения уделяется декоративной составляющей;

– прожекторные — крупные светильники квадратного или круглого сечения с мощным световым излучением, достаточным для освещения стадионов, концертных площадок, аэропортов и других больших площадей [35].

Крепления светильников также различаются и зависят от способа монтажа. Настенные и потолочные модели крепятся на твердую поверхность. Подвесные варианты монтируются на специальные стропы. Поворотные и накладные модели имеют собственный способ фиксации – поворотную лиру [36].

Кронштейны для светильников уличного освещения. Кронштейн - консольная опорная деталь или конструкция, служащая для крепления светильников к вертикальной стене или колонне (рисунок 3). Кронштейны и опоры предназначены для быстрой и удобной установки светильников на улицах, фасадах домов, в парках и садах для освещения проезжей части и прилегающих территорий. От качества кронштейна зависит, насколько долго прослужит светильник. Поэтому к нему предъявляют особые требования. Кронштейны для уличных светильников изготавливаются из высококачественных материалов, при внешней обработке которых используется либо горячее цинкование, либо лакокрасочное покрытие.



Рисунок 3 — Кронштейн для светильника

Кронштейны могут быть предназначены как для одного светильника, так и для нескольких в зависимости от дизайна и конструкции. Кроме того, различают настенные и приставные кронштейны [37].

Установка на тросы (рисунок 4) [38]. При монтаже на тросе способов фиксации может быть несколько. Различают установку на шпильке или крюке, использование кронштейна либо подвеса трубчатого вида, монтаж на коробе или шине, крепеж непосредственно на тросе либо вариант встройки в подвесной потолок. При наличии технического этажа выше подвесного потолка, установку оборудования выполняют с учетом выполнения техобслуживания сверху. В противном случае допускается размещение приборов практически вплотную к потолку.



Рисунок 4 — Светильник на тросах

Лира – это специальный кронштейн, на который крепятся прожекторы и светодиодные светильники. Универсальная поворотная лира позволяет легко закреплять светильник на стене или плитах перекрытия. Она получила широкую популярность благодаря своей незамысловатой конструкции и

удобству в использовании в большинстве ситуаций, так как с помощью нее можно свободно регулировать направление света [39].

Светильник на лиру устанавливается на вертикальных, горизонтальных и наклонных плоскостях, основное условие – прочность материала, к которому монтируют устройство (рисунок 5).



Рисунок 5 — Светильник с поворотной лирой

### **1.8 Монтаж светильников**

Светильники, как правило, поступают в монтаж собранными с креплениями.

Провода в светильниках не должны испытывать натяжений в месте ввода в светильники и подвергаться механическим повреждениям. Провода пропускаются через подвесные штанги, кронштейны, цепи. Соединение проводов внутри труб запрещено. Ввод проводов электрической сети осуществляется через торцевую или верхнюю часть корпуса светильника, для части из них — через сальниковые уплотнения. Высокая температура ламп накаливания вызывает нагрев частей светильника и перегрев изоляции проводов. Поэтому светильники для ламп мощностью 100 Вт и выше, не имеющие вводных зажимов, имеют медные гибкие провода с теплостойкой изоляцией сечением не менее 0,5 мм<sup>2</sup> внутри зданий и 1 мм<sup>2</sup> вне зданий.

Для зарядки стационарных осветительных арматур местного освещения применяют гибкие провода с медными жилами сечением не менее

1 мм<sup>2</sup> для подвижных конструкций и 0,5 мм<sup>2</sup> для неподвижных [40].

Концы проводов, присоединяемых к светильникам, должны иметь запас по длине, достаточный для повторного присоединения в случае их обрыва. Винтовые гильзы ламповых патронов в сетях, где обязательно заземление корпусов светильников, при зарядке присоединяют к нулевому, а не к фазному проводу.

Для присоединения светильников к питающей сети в жилых и общественных зданиях, а также в бытовых помещениях производственных зданий служат, как правило, штепсельные разъемы или зажимные колодки, допускающие присоединение медных и алюминиевых проводов сечением до 4 мм<sup>2</sup>.

В жилых зданиях патроны допускается присоединять непосредственно к проводам, которыми выполнена электропроводка.

Способы соединения проводов, которыми выполнена зарядка светильника с проводами электросети, выбирают в зависимости от вида проводки. При выполнении проводок с применением соединительных и осветительных коробок светильники присоединяют к сети непосредственно в этих коробках. При прокладке проводов на изоляторах соединение проводов выполняют непосредственно на изоляторах. Если в конструкции светильника предусмотрена верхняя розетка или отдельно установлена декоративная потолочная розетка, то в них и производят соединение проводов светильника и электросети.

Удобны при монтаже и особенно в условиях эксплуатации осветительных установок штепсельные разъемные соединения между светильником и электросетью. При наличии штепсельных соединений постоянные светильники по проекту монтируются после окончания строительно-отделочных работ и штепсельные разъемы возможно использовать для временных присоединений, что исключает повреждения и загрязнения дорогостоящих светильников, особенно люминесцентных. В процессе эксплуатации обеспечивается легкое и быстрое отсоединение

светильников от сети для осмотра, чистки и ремонта, а также смены перегоревших ламп. Основные детали штепсельного соединения — розетка и вилка, соединенные накидной гайкой с уплотнением, — выполнены из теплостойкой пластмассы.

Во взрывоопасных зонах зарядка светильников, не имеющих отдельных вводных устройств, должна выполняться с помощью трех проводов с медными жилами сечением 1,5 мм<sup>2</sup> с термостойкой изоляцией длиной до ближайшей осветительной коробки (два для подключения патрона и один для заземления светильника).

В соответствии с требованиями ПУЭ приспособления (конструкции) для подвешивания светильников должны выдерживать в течение 1 ч без повреждений и остаточных деформаций приложенную к ним нагрузку, равную пятикратной массе светильника, а для сложных многоламповых светильников (люстр) с массой 100 кг и более — в течение 10 мин нагрузку, равную двукратной массе люстры плюс 80 кг.

Светильники в ряду и по высоте не должны иметь заметных на глаз отклонений.

В зависимости от конструкции светильника и способа прокладки электросети применяются разные способы подвески и крепления светильников: подвеска на крюк или шпильку, навинчивание на стальную трубу с резьбой 3/4", установка на монтажном профиле, кронштейне, подвесе или стойке, установка на коробе, подвеска на тросе или тросовом проводе, установка в проеме перекрытия, закрепление в отверстии подвешеного потолка.

Конструкции, детали, изделия и приспособления для установки светильников закрепляют на потолках, стенах, колоннах с помощью закладных и встраиваемых дюбелей, и закладных частей.

Заводами электромонтажных организаций выпускается большая номенклатура изделий для крепления светильников: несколько типов кронштейнов для крепления на стенах и колоннах светильников с лампами накаливания, с люминесцентными и ртутными лампами; кронштейны для

крепления на мостиках обслуживания светильников и ряд других.

Монтаж на гипсокартонную стену или потолок следует проводить очень аккуратно и для начала убедиться, что вес устройства не превышает допустимую нагрузку. Карандашом намечаются точки для будущих отверстий и после этого отверткой вкручиваются саморезы. При этом нужно учесть, что чаще всего у лиры три отверстия, среднее по диаметру больше остальных [41].

Способ установки светильника на лиру к плоскостям из более прочных материалов (кирпич, бетон) выглядит несколько иначе. Наметив предполагаемые отверстия, нужно проделать их с помощью перфоратора, после чего вставить дюбели, лучше их недотягивать и плотно прикрепить вместе с шурупами, которые в них вставляются.

Монтаж светильников на тросах. По сравнению с другими видами электропроводок тросовые электропроводки наиболее индустриальны, дешевы и удобны при выполнении. Они требуют небольшого объема дыропробивных работ, необходимых только для установки крепежных конструкций, количество которых относительно невелико. Применение тросовых электропроводок позволяет осуществить большую часть работ по монтажу электросети одновременно с общестроительными работами и только установку светильников выполнить после окончания отделочных работ. Тросовые электропроводки по способу подвески подразделяются на проводки с непосредственным креплением проводов и кабелей к тросу, проводки с креплением проводов и кабелей на тросовых подвесках и тросовые проводки проводами марок АРТ, АВТС-1 и АВТС-2 со встроенным в них стальным несущим тросом. В качестве несущих тросов применяется стальная оцинкованная или имеющая лакокрасочное покрытие горячекатанная проволока диаметром от 5 до 10 мм или стальные канаты (тросы), сплетенные из стальных оцинкованных проволок диаметром от 4,6 до 6,8 мм. Для тросовых электропроводок с проводами марок АРТ или АВТС применяется изолированный стальной несущий трос, заключенный между



изолированными жилами провода. Его диаметр зависит от числа и сечения токопроводящих жил в проводе.

Сами светильники после их детальной проверки подвешивают к натянутому несущему тросу хомутами.

На месте монтажа работа по устройству тросовых электропроводок сводится к установке крепежных конструкций, сборке, подъему и натяжке отдельных монтажных узлов электропроводки, и монтажу светильников. Несущие тросы подвешивают между двумя концевыми анкерными крюками, прикрепленными к строительным конструкциям [42].

## 2 Проектно-художественная часть

Работая над проектом светильника, дизайнер исходит из сути выбранного композиционного решения, которое состоит в построении выразительной формы деталей, отвечающих назначению светильника и художественному замыслу.

При проектировании изделия используются различные художественные приемы – стилизация, копирование изделий прошлого, введение в современные изделия декоративных элементов и стилевых средств, заимствованных из других эпох, новые формы, развивающие стилевые системы прошлого, при этом существенную роль играет масштабная организация формы (масштабные соотношения, соразмерность по отношению к освещаемому пространству, к человеку, использующему светильник, к зоне освещения), форма, не скрывающая конструктивных особенностей и технологии изготовления; модульное конструирование. Последнее очень характерно для современного этапа проектирования светильников, так как существенно расширяет технологические возможности производства.

Дальнейшие этапы проектирования направлены на материализацию авторского замысла, в основе которого лежат светотехнические, эстетические и конструкторские идеи и соответствующие им характеристики. На основе функционально-эргономических и эстетических требований, предъявляемых к проектируемому изделию, на первом этапе разрабатывается техническое задание, в котором приводятся сведения, необходимые для создания изделия и последующей проверки соответствия результатов выполненной работы первоначальному замыслу. На втором этапе создается эскизный проект. Дизайнер на основе проработанных светотехнических схем с учетом комплексных требований определяет форму изделия, выбирает отделку, цвет, конструкционные материалы.

Произведя анализ рынка, были выявлены следующие категории модульных универсальных светильников по типу крепления:

а) подвешенные на кронштейн (рисунок б),

- б) подвешенные на тросы (рисунок 7),
- в) установленные к поворотной лире (рисунок 8),
- г) установленный на каркас (только потолочное освещение, рисунок 9).



Рисунок 6 — Светильник фирмы «Ledlife», подвешенный на кронштейн



Рисунок 7 — Светильник фирмы «Светмаркет», подвешенный на тросы



Рисунок 8 — Светильник фирмы «ЛидерЛайф», прикрепленный к поворотной лире

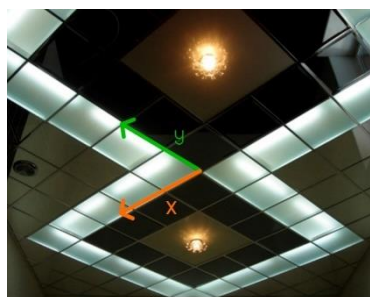


Рисунок 9 — Светильник «Армстронг», установленный на каркас

Светильники, установленные на каркас, имеют ограничения при использовании и подходят в основном для офисных помещений. Так как эти ограничения исключают возможность установки светильников на опору, подвешивание на тросы, использование на открытых парковых зонах – было решено рассматривать светильники типа а, б, в, приведенных выше.

Изучив конструкционные особенности креплений универсальных светильников, было выявлено, что модули имеют возможность располагаться в большинстве случаев вдоль одной оси. Задавшись поиском другого типа крепления, был найден светильник производства фирмы «Ivan Zhang» (рисунок 10). Информации о серийном производстве данного светильника не было найдена, на данный момент этот проект находится на стадии прототипирования.

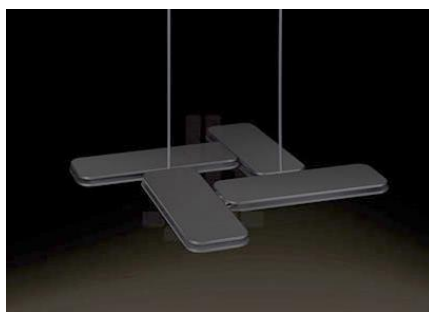


Рисунок 10 — Модульный светильник фирмы «Ivan Zhang»

В результате проведенного анализа, была сформулирована проблематика, заключающаяся в отсутствие модульных универсальных светильников, имеющих возможность конфигурации в двух перпендикулярных осях. С целью решения проблемы была поставлена задача— создать корпус светильника с возможностью крепления модулей в двух направлениях.

## **2.1 Требования, предъявляемые прибору**

При проектировании необходимо создать условия, при которых корпус светильника делает его удобным в эксплуатации (например, элементы корпуса могут служить для регулировки направления падения света), а также придает светильнику общую прочность. К корпусам настольных ламп

предъявляют повышенные требования относительно устойчивости и удобства в обращении. Корпуса промышленных светильников обычно выполняют чисто утилитарные функции.

Крепление светильников должно обеспечивать надежный их монтаж в любом предназначенном для этого месте. Конструктивные требования к креплению светильника – простота, прочность и надежность. Общий вид светильника, должен иметь приятный дизайн и привлекательность. Выбирая светильник, следует стремиться к тому, чтобы он вписался по стилю и дизайну как в общий замысел обстановки помещения, так и в оснащаемую поверхность.

Также, необходимым условием является технологичность и рентабельность производства. Материал, используемый при производстве корпусов, должен быть долговечен, восприимчив к окраске, не подвержен коррозии.

## **2.2 Методы проектирования**

Для решения задач, возникающих при проектировании, дизайнеры последовательно планируют все этапы проектирования. В процессе поиска новых решений дизайнеры пользуются существующими методами проектирования.

Зачастую дизайнеры отдают предпочтение эвристическим методам проектирования. Это происходит из-за необходимости находить неординарные решения. Используя эвристические методы проектирования, дизайнер имеет возможность максимально раскрыть свой потенциал, развить логическое мышление и держать под контролем все этапы творческого поиска.

Далее рассматриваются методы дизайн-проектирования, которые использовались при разработке данного универсального светильника:

- ассоциативный метод;
- метод инверсии;
- метод наводящей задачи;

- метод агрегативности;
- мозговой штурм;
- метод художественного формообразования;
- метод сценарного проектирования.

Ассоциативный метод построен на образно-ассоциативном мышлении. Такой метод формирования идеи особенно актуален для дизайнеров, уже имеющих опыт взаимодействия с окружающей его действительностью. Изначальный образ, используемый для формы проектируемого светильника – горная порода. Простая природная форма, с которой можно создать лаконичный минималистичный корпус для светильника, соответствующий технологическим требованиям [43].

При возникновении безвыходных ситуаций дизайнеры применяют метод «инверсии», идея которого в изменении точки зрения на разрабатываемый продукт. Например, дизайн светильника рассматривается не с точки зрения потребителя или производителя, а с точки зрения человека, монтирующего его. Иной взгляд на продукт дизайна позволяет увидеть новые решения на основе старых предложений. При проектировании данного прибора функционал и особенности рассматривались не только с точки зрения потребителя, но и с точек зрения устанавливающего мастера, возможности ремонта изделия и его работы в целом [44].

Исследуя сильные и слабые стороны чужих идей и способов решения схожей задачи, дизайнеры могут вычислить мешающие факторы и показатели. Это метод проектирования- метод наводящей задачи. Постановка проблемы заключается в том, что среди множества исследуемых аналогов не было такого, который удовлетворял бы все потребности пользователя. При проектировании, решая данные проблемы, были собраны только лучшие качества существующих аналогов и объединены в новую, учитывающую проблемы всех прошлых разработок, форму [45].

Создавая объекты, суть которых заключается в геометрической и функциональной взаимозаменяемости отдельных элементов или модулей

дизайнеры используют метод агрегативности. Одна из основных идей проекта – модульность и комбинируемость элементов данной разработки. Именно эта функция позволяет максимально подстраиваться под персональные требования, предъявляемые потребителем [46].

Для быстрого поиска идеи используют прием мозгового штурма. Такой метод заключается в коллективном поиске решений и рассчитан на то, что среди множества идей найдется необходимое решение [47].

Суть метода художественного формообразования заключается в индивидуальном творческом процессе и художественном проектировании. Данный метод тесно перекликается с ассоциативным методом проектирования. При эскизировании рассматривались самые различные варианты, и решения, среди которых оказались использованные в проекте [48].

Метод сценарного проектирования – один из наиболее распространенных методов в дизайн-процессах. Его характеризует наличие художественного образа, что существенно влияет на внешний вид и характеристики предмета [49].

### **2.3 Метод формообразования**

Формообразование является неотъемлемой частью дизайн-процесса. Формообразование – процесс создания формы в деятельности художника, архитектора или дизайнера в соответствии с общими ценностными установками культуры и теми или иными требованиями, имеющими отношение к эстетической выразительности будущего объекта, его функции, конструкции и используемых материалов [50].

Изучив литературу по технической эстетике, были составлены критерии оптимального формообразования, в соответствии с которыми будут выполняться эскизы:

– Рациональность. Под рациональностью понимается логическая обоснованность, целесообразность формы.

– Тектоничность. В своей основе этот принцип означает

соответствие формы конструкции. При таком соответствии конструкция становится композиционно-пластическим средством формообразования.

– Структурность. Цель структурного формообразования – нахождение гармоничной связи между элементами, составляющими форму.

– Гибкость. Форма должна быть способна к развитию, сохраняя при этом целостность.

– Органичность. Этот принцип определяет собой построение композиции с учётом закономерностей формообразования, проявляющихся в природе.

– Образность. Данный критерий отражает чёткое и глубокое раскрытие в композиции определённой художественной идеи.

– Целостность. Это всеохватывающий и объединяющий критерий композиционно-художественного формообразования в дизайне. В результате такого установления выявляется общий характер формы. (Арихиповы. Введение в профессию дизайн среды.)

Данные критерии позволяют в полной мере оценить соответствие формы образу.

## **2.4 Эскизирование**

Первым этапом практической работы являлся поиск образа для корпуса универсального светильника. Его основной функцией является освещения пространства, то есть воздействие светом. Свет-природное явление, в следствии этого было решено подбирать природные образы. Природные образы считаются наиболее гармоничными как с точки зрения формообразования, так и с позиции колористики. Это вневременные образы, с которыми человек сталкивается на протяжении всей жизни. Природа — это гармоничное сочетание плавных линий и прямых углов, света и тени, цветов и фактур.



Образ льда проявляется за счет световых лучей, проходящих сквозь замерзший слой воды (рисунок 11). Световые контрасты и переломы льда могут служить прообразом формы. Глянцевый блеск металла будет поддерживать образ, так как лед тоже имеет отражающую способность.



Рисунок 11 — Фотография льда

Вулканы- разрушающая сила огромной мощности. Этот образ привлекателен сочетанием пластичных форм и четких линий, ярким огненным цветом (рисунок 12). Безусловно, лава, будучи раскаленной жидкостью, несет в себе световой заряд.



Рисунок 12 — Фотография вулкана

Образ песчаников примечателен своим сочетанием плавных линий и ярко выраженных вершин (рисунок 13). Природа- ветер, вода создают неповторимые фактуры из этого материала. Песочный цвет примечателен разнообразием оттенков, контраста теплого тона на свету и зеленоватого в тени. Данный образ ассоциируется с песочным пляжем, залитым солнцем, то есть присутствует образ теплого мягкого света.

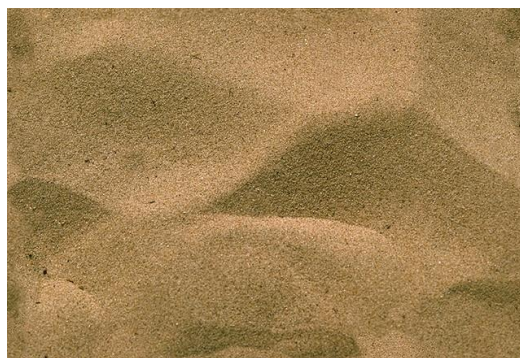


Рисунок 13 — Фотография песчаника

Образ горных пиков интересен наличием разных уровней, острых сколов, заснеженных верхушек и каменистых массивов (рисунок 14). Этот образ может служить идеей для добавления новых функций предмету, выбора цвета. Образ горы ассоциируется с высотой, светом, преломляющимся от снега на вершинах, это сопоставляется с высоким положением светильников и непосредственно самой главной их функцией.



Рисунок 14 — Фотография горных пиков

Форма корпуса в основании- квадрат продиктован формой изготовленных LED светильников. Данные модули планируется комбинировать, совмещать для удобства варьирования количеством света.

Первый эскиз формы корпуса для промышленных светильников создан на основе образа льда. Грани корпуса аналогичны граням ледяных глыб (рисунок 15).



Рисунок 15 — Эскиз по образу льда

Следующим рассмотренным образом являлся вулкан. В данном эскизе сочетаются острые углы и полукруглые формы, при повороте и комбинировании формы будут получаться интересные и разнообразные композиции (рисунок 16). Минусом подобной формы является усложненное изготовление.

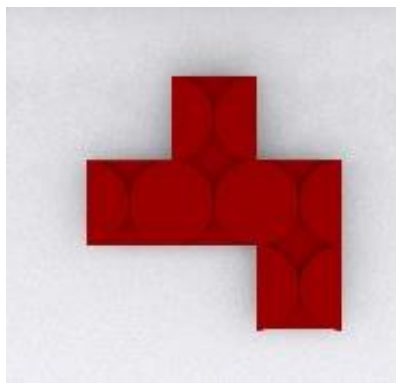


Рисунок 16 — Эскиз по образу вулкана

Форма следующего эскиза продиктована образом песчаников. При составлении подобной формы в композицию путем перемещения и поворота можно добиться схожести с прообразом. Форма проста в изготовлении, поскольку состоит из трех граней (рисунок 17).



Рисунок 17 — Эскиз по образу песка

Образ горы побудил на создание более сложной формы, так как горная порода имеет многоуровневую структуру строения. В месте, где один уровень переходит на другой, предполагается вставка светодиодной ленты, для выделения формы (рисунок 18).



Рис 18 — Эскиз по образу горы

Последний эскиз, основанный на образе горной породы, примечателен динамикой формы, эстетичным выделением конструктивных элементов

Проанализировав созданные эскизные решения, было определено, что для создания модульных корпусов универсальных светильников наиболее удачным является первый эскиз. Данный эскиз сочетает в себе простоту изготовления и эстетическую составляющую, при этом выбранный модульный образ komponуется друг с другом, получая новые визуальные эффекты.

## **2.5 Основные дизайн-решения**

### **2.5.1 Корпус**

Модель объекта выполняется с помощью программы Autodesk Fusion 360, так как данная программа имеет предназначение для промышленного моделирования, отличительной особенностью которой является высокая точность.

Программное обеспечение Autodesk Fusion 360 предназначено для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технической подготовки. Autodesk Fusion 360 обеспечивает разработку изделий любых степеней сложности и назначения. С помощью данной программы решаются такие задачи, как подготовка конструкторского,

технологического производства и управление данными и процессами. Основным методом проектирования является метод твердотельного моделирования. Данный вид моделирования является единственным средством, обеспечивающее однозначное описание геометрической формы.

Неоспоримым преимуществом твердотельного моделирования является полное определение формы объема, возможность разграничения внешней и внутренней полости объекта, что необходимо для нежелательных влияний компонентов.

За основу был взят светильник «Диора», произведенный компанией АО «Физтех-Энерго». Светильник «Диора» - новая разработка компании, для которой есть необходимость в разработке корпуса (рисунок 19). В соответствии с оценкой рыночной ситуации и пожеланиями представителей фирмы, было решено проектировать корпус, котором будет установлено два светильника.

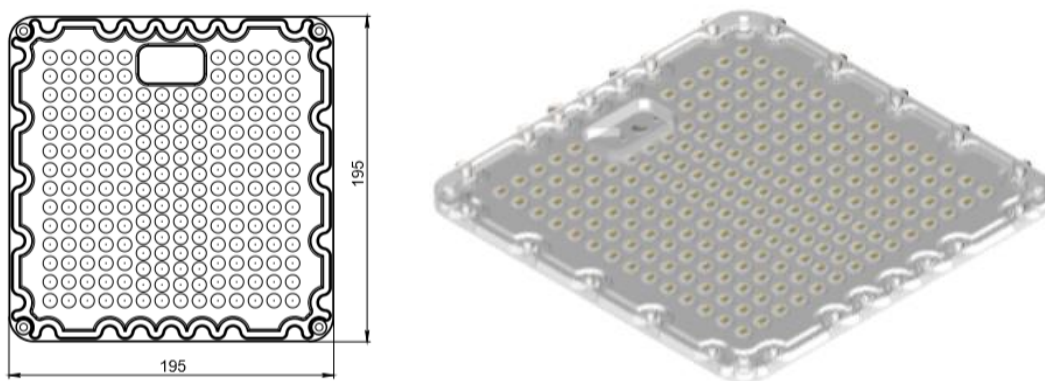


Рисунок 19 — Чертеж светильника

Также необходимым условием для проектировки корпуса светильника является возможность установки источника питания (драйвера), имеющего размеры 138.6\*31.8\*52.3 (рисунок 20).



Рисунок 20 — Драйвер

В соответствии с выбранным эскизом и техническими требованиями была создана объемная модель (рисунок 21).

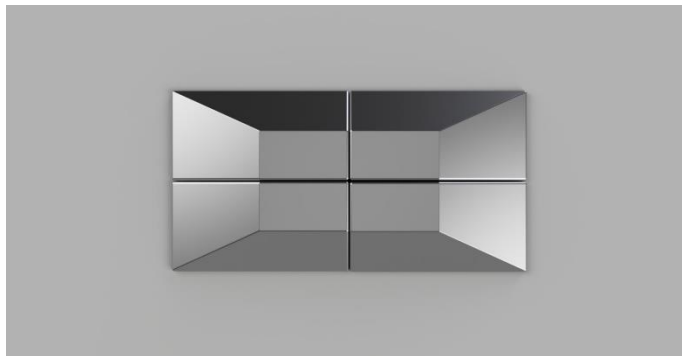


Рисунок 21 — Объемная модель корпуса

В процессе проектирования была определена нехватка блока, который мог бы использоваться независимо от других модулей с условием симметричной конструкции корпуса. Созданный светильник с центральным модулем представлен на рисунке 22.

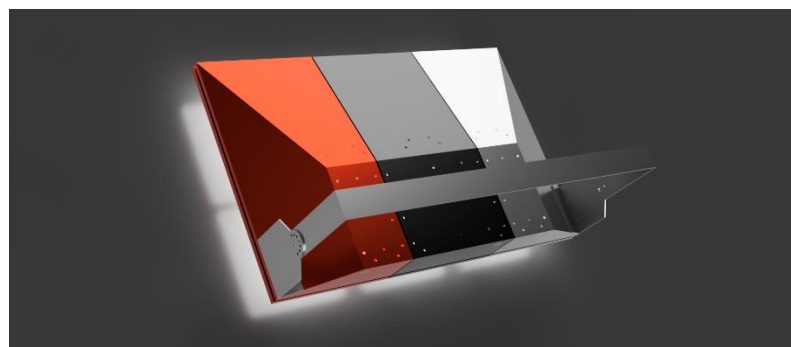


Рисунок 22 — Светильник, состоящий из трех модулей

Следующим этапом проектирования является декорирование корпусов модульных универсальных светильников. В качестве первого варианта декорирования для придания корпусу более замысловатой формы была снята фаска на гранях формы (рисунок 23).

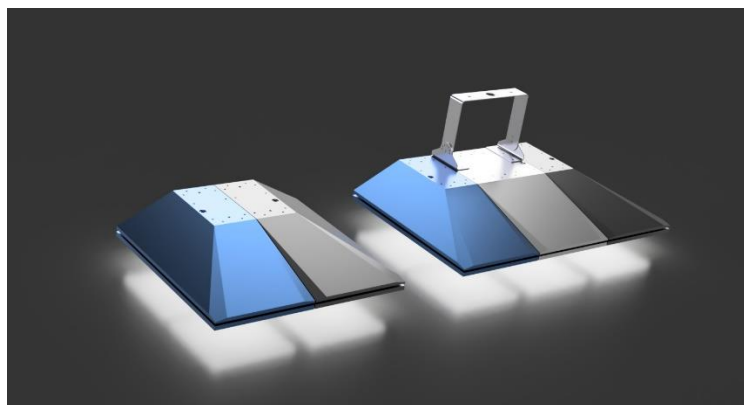


Рисунок 23 — Первый вариант декорирования

Вторым вариантом декорирования корпуса было предложено добавить объемные тонкие декоративные элементы на поверхности объекта (рисунок 24).

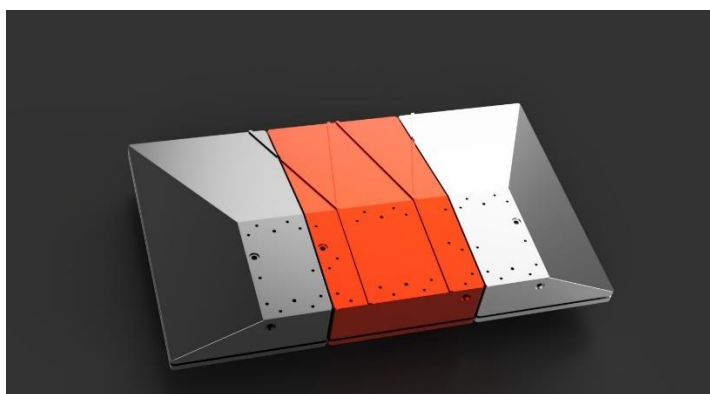


Рисунок 24 — Второй вариант декорирования

В качестве третьего варианта декорирования корпуса модульного универсального светильника было решено добавить крупные элементы, подчеркивающие форму конструкции (рисунок 25).

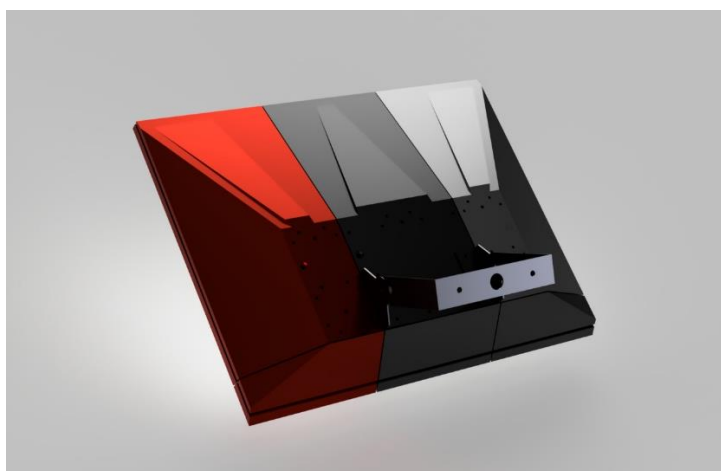


Рисунок 25 — Третий вариант декорирования

При выборе декоративных элементов были рассмотрены три варианта, первый вариант визуально имел недостаточно изменений, соответственно, это неоправданное декорирование. Во втором варианте присутствуют слишком тонкие элементы, в композиции с массивной формой корпуса они выглядят не гармонично. Третий вариант выглядит гармонично с общей формой, подчеркивает ее и создает ненавязчивое декорирование объекта.

Итак, в процессе моделирования были созданы три светильника-модуля, а также крепления к ним. Экспериментальным методом было доказано, что три вида модулей- универсальное количество для составления различных гармоничных композиций.

Модули могут использоваться независимо друг от друга, а могут быть комбинированы. Пример независимого использования представлен на рисунке 26.

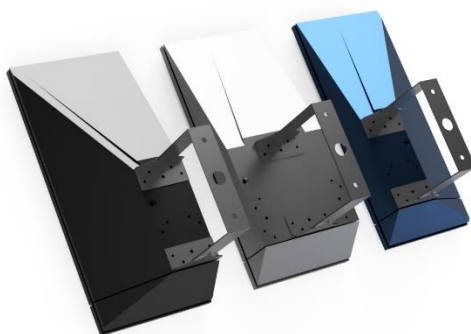


Рисунок 26 — Пример независимого использования модулей

Рассмотрим различные варианты компоновки модулей. Первый визуализированный сборный светильник состоит из трех модулей: двух боковых и центрального (рисунок 27). В качестве крепления установлена поворотная лира. Такой светильник подойдет для освещения спортивных площадок, парковок, аэропортов, многополосных дорог.



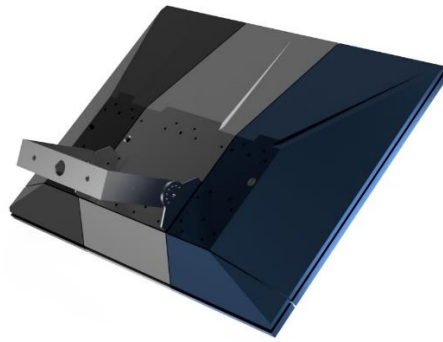


Рисунок 27 — Визуализация корпуса из трех модулей

В случае, когда требуется большее количество света, например, на больших футбольных полях, крупногабаритных парковках, других больших площадях, возможна установка светильника из шести модулей (рисунок 28).

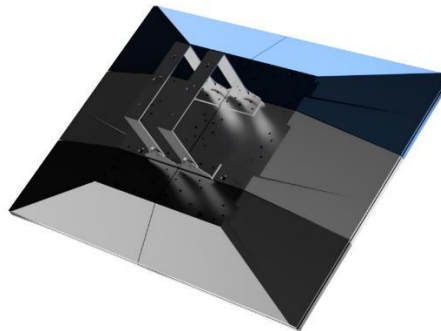


Рисунок 28 — Визуализация корпуса из шести модулей

Возможен вариант использования исключительно боковых модулей, таким образом получается установка четырех светильников в двух корпусах (рис. 29). Аналогично прошлой вариации светильников, можно удвоить модули, получив нужное количество света (рисунок 30).



Рисунок 29 — Визуализация корпуса из двух модулей

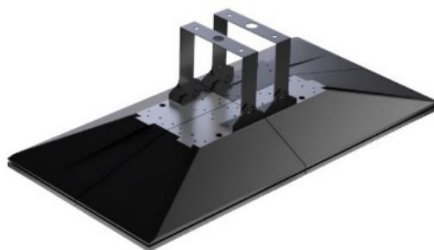


Рисунок 30 — Визуализация корпуса из четырех модулей

При определении комплекса вопросов эксплуатационного характера проектировщики исходят прежде всего из основных процессов установки и обслуживания светильника, а именно: установки светильника на рабочем месте и присоединения его к электрической сети; чистке светильника; ремонта светильника; управления освещением. Основная задача – максимально, сообразуясь с назначением изделия и его конструктивными особенностями, упростить установку светильника и его ремонт, что существенно сократит количество операций и время, необходимое для чистки светильников. Чрезвычайно важным является обеспечение электробезопасности при эксплуатации.

### 2.5.2 Модульная система

Модульный принцип формообразования в промышленном дизайне — один из наиболее значимых принципов для данного вида деятельности, часто определяющий внешний облик и конструктивное решение изделия [51]. Вариативность решений обеспечивает использование специального модуля или нескольких, объединенных в одну композицию.

Согласно идее модульности, отдельные части целого объекта могут эксплуатироваться автономно, что обусловлено относительной самостоятельностью их формы со стороны эстетического и функционального назначения [52]. Разработав один модуль, можно получить форму, которая способна к независимому существованию, но также являться частью составной композиции. Помимо этого, форма может компоноваться по-

новому в зависимости от экономических возможностей, социальных, эстетических и других запросов потребителя. Это особенно актуально для массового производства, так как универсальность данного изделия повышает рентабельность производства.

В соответствии с выдвинутыми требованиями к универсальному светильнику было предложено решение крепежной системы, позволяющим решить поставленную задачу.

Корпусы предполагается соединять винтами, плотно удерживающими соединительный элемент и корпуса. В качестве соединительного элемента предлагается использовать металлическую пластину с отверстиями для винтов. Углубление в конструкции под установки гайки позволит укрепить конструкцию. Взрыв-схема крепежной системы для модульных универсальных светильников представлена на рисунке 31.

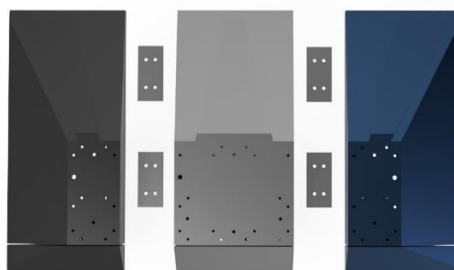


Рисунок 31 — Взрыв-схема крепежной системы и светильников

Благодаря подобной системе крепления представляется возможным создание световых композиций, имеющих преимущества перед аналогами: возможность освещения больших пространств (рисунок 32), облегчение ориентирования в помещении за счет интуитивного считывания световых потоков, технологичная и экономичная система производства и монтажа, возможность создания уникального дизайна освещения. Модули с использованием данной системой крепления можно использовать как качестве потолочного освещения, так и для освещения открытых пространств посредством установки поворотной лиры или кронштейна.

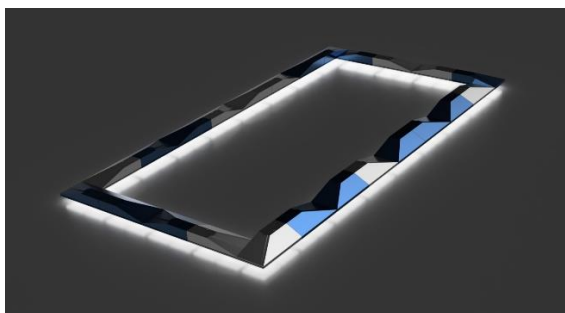


Рисунок 32 — Возможная светотехническая композиция

### 2.5.3 Крепления

Установка настенных и потолочных моделей при наличии твердой поверхности осуществляется с помощью поворотной лиры на саморезы или дюбели (рисунок 33). При монтаже на стену возможно изменение угла наклона прибора на величину до 180 градусов с шагом в 30 градусов.



Рисунок 33 — Поворотная лира

Для создания нужного угла лира может крепиться в разном положении относительно корпуса светильника. При положении лиры на рисунке 34 лира имеет возможность менять положение по вертикали, в случае установки лиры аналогично рисунку 35, светильник меняет угол по горизонтали.

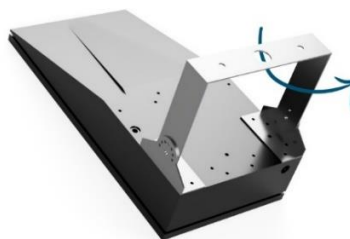


Рисунок 34 — Возможность крепления лиры №1

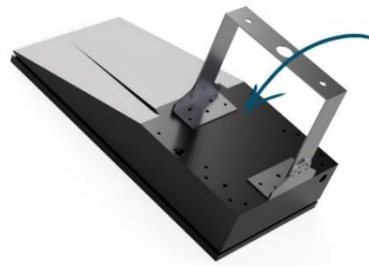


Рисунок 35 — Возможность крепления лиры №2

Поворотная лира может крепиться как к светильнику из одного модуля, так и к многомодульному светильнику (рисунок 36).



Рисунок 36 — Лира, установленная на светильник из двух модулей

Для помещений большой площади и высоты оптимальным вариантом считается крепление на тросах. Высота крепежного элемента рассчитывается с учетом создания требуемой яркости светового потока. Также учитывается возможность доступа к рабочим элементам с лестницы, для обслуживания и замены.

В данной работе предусмотрено использование винта с петлей М5, внутренний диаметр головки 8 мм (рисунок 37).



Рисунок 37 — Винт с петлей

Для размещения осветительного оборудования на железобетонных опорах и столбах требуются соответствующие кронштейны — опорные элементы конструкции (рисунках 38, 39). Данный элемент крепления предполагается монтировать винтами сверху и снизу. Для закрепления кронштейна к корпусу необходимо использовать два винта М6 для крепления снизу и четыре винта М5.

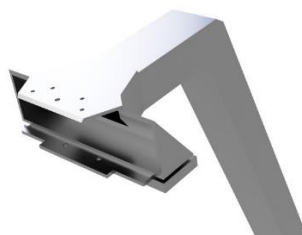


Рисунок 38 — Кронштейн для светильника

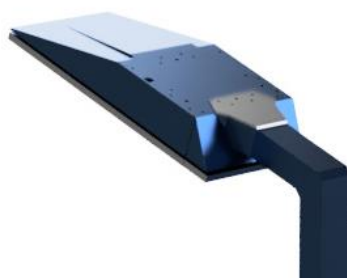


Рисунок 39 — Кронштейн и светильник

Для создания гармоничной формы у корпуса было решено создать дополнительную деталь (рисунок 40).

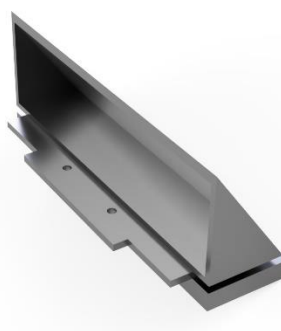


Рисунок 40 — Дополнительная деталь

В процессе визуализации материалы были настроены максимально приближенные к реальным и их свойствам, и настроено освещение с мягкой тенью.

### **3 Разработка художественно-конструкторского решения**

В зависимости от требований выбирается материал, из которого будет сделан светильник (пластмасса, металл, стекло) и технология изготовления (сборка из листов, литье, экструзия).

После изготовления корпуса, установки эклектического оборудования и необходимых конструктивных элементов получается опытный образец.

#### **3.1 Материал и особенности технологии производства**

Данный модульный универсальный светильник предполагается изготавливать из алюминия с помощью литья в кокиль.

Алюминий считается самым распространенным металлом на Земле. Химические и физические свойства алюминия позволяют использовать его практически повсеместно: в машиностроении, авиации, космической промышленности, электро- и теплотехнике [52].

Кокиль - металлическая форма, которая заполняется расплавом под действием гравитационных сил. В отличие от разовой песчаной формы кокиль может быть использован многократно. Литье в кокиль обладает следующими преимуществами - повышенная размерная точность отливок, высокая производительность процесса, многократность использования литейных форм, возможность автоматизации процесса, экономное использование производственных площадей, возможность комбинированного использования кокилей и сложных песчаных стержней, стабильность плотности и структуры отливок, высокие механические и эксплуатационные свойства. Основные элементы кокиля - полуформы, плиты, вставки, стержни - обычно изготавливают из стали реже из чугуна.

Литье в кокиль нашло применение в производстве изготовлении фасонных отливок из алюминиевых, магниевых и цинковых сплавов; реже - при литье медных сплавов, чугуна и стали. Масса отливок изменяется от десятков грамм до сотен килограмм [53].

Алюминий на открытом воздухе быстро окисляется и образует на поверхности защитную микропленку, которая делает металлоизделия из алюминия химически более инертными. Однако эта естественная защита слишком мала, поэтому алюминий и его всевозможные сплавы не вечны: со временем они легко подвергаются коррозии.

Защитить изделия из алюминия, сделать их более твердыми и долговечными можно двумя способами: окрасить их с помощью порошковых красок или оксидировать, т.е. искусственно создать на его поверхности толстую пленку. Оксидирование в свою очередь подразделяется на два подвида: химическое оксидирование в растворах хрома и собственно анодирование с помощью анодной поляризации изделия в электролите.

Преимущества окрашивания в том, что готовые изделия внешне более эффектны: получаемый цвет ровнее, ярче, возможных оттенков окрашивания больше, легче получить нужную текстуру. Однако анодирование гораздо менее зависимо от качества поставляемых материалов, да и производственные линии устроены проще. Кроме того, спектр цветов и оттенков анодированных металлоизделий становится с каждым годом все больше и больше. Сейчас доступно даже радужное анодирование с созданием на поверхности изделия переливающегося блестящего покрытия.

Производственный процесс анодирования алюминия условно делится на три этапа: точки

– Подготовительный - на этом этапе алюминиевое изделие необходимо тщательно механически и электрохимически обработать. От того, как качественно будет проведен этот процесс будет зависеть конечный результат. Механическая обработка подразумевает очищение поверхности, ее шлифовка и обезжиривание.

– Затем изделие сначала помещают в щелочной раствор, где происходит так называемое "травление", а после - в кислотный, для осветления изделия.

– Последний шаг - промывка изделия. Промывка проводится в



несколько стадий, так как крайне важно удалить остатки кислоты даже в труднодоступных участках изделия.

Оборудование для анодирования алюминия делится на 3 вида:

- основное (ванны для анодирования),
- обслуживающее (обеспечивает непрерывную работу линии, подает ток в ванны)
- вспомогательное (на нем осуществляется подготовка алюминиевых изделий, их перемещение по линиям, складирование) [54].

### **3.2 Конструкторская документация**

Вся конструкторская документация разработана с помощью программы Autodesk Fusion 360, так как данная программа позволяет создавать высокоточные чертежи и конструкторские сборки.

Вся необходимая информация о конструкции, особенностях и строении данного проекта представлена в разработанных чертежах и спецификации для каждого из элементов системы. Все чертежи были выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ. Чертежи представлены в приложении А.

### **3.3 Подбор колористического и шрифтового решения**

Цветовая гамма — это еще один важный этап создания графического оформления. Именно этот цвет будет отображаться на носителях информации о компании, ее рекламе, станет ее отличительной чертой [55].

Цвет важен еще и потому, что он уже на подсознании вызывает у человека некоторые эмоции. Именно они формируют его ассоциации с данным продуктом и влияют на окончательное решение по его выбору.

Цветовая палитра компании содержит в себе набор цветов и их оттенков, используемых на носителях информации о компании. Работают с данным вопросом исключительно профессиональные дизайнеры, учитывающие многие факторы, такие как идея бренда, его ценности, стиль

дизайна логотипа, законы цветового сочетания. Должен получиться набор цветов, передающий людям нужный настрой.

Подбор цвета предусматривает всего три подхода. Монотонная, предусматривающая использование одного цвета. При этом могут быть разные вариации его оттенков. Контрастная, означающая выбор разных цветов. Использование цветовых антиподов дает возможность создать броский и быстро запоминающийся стиль. Умеренная, использующая умеренные контрасты оттенков

Создание графического оформления предпочитает соблюдение таких условий при создании цветового решения компании:

- цвет фона и композиции должны удобно и четко восприниматься;
- общая цветовая палитра раскрывает специфику проекта, и вызывает правильные эмоции;

Основная сфера деятельности компании «Диора» — это производство светодиодных светильников. Соответственно основная аудитория — это предприниматели, архитекторы, люди, занимающиеся дизайном интерьеров и ландшафтов. В качестве основного цвета был выбран синий цвет, так как этот цвет олицетворяет стабильность, лаконичность.

Первый вариант цветовой палитры представлен на рисунке 41. Синий цвет спокойный, он гармонизирован монохромными серыми цветами. Дизайн соответствует стилистике проекта, сосредоточенной на металлических изделиях с возможностью покраски в разные цвета.

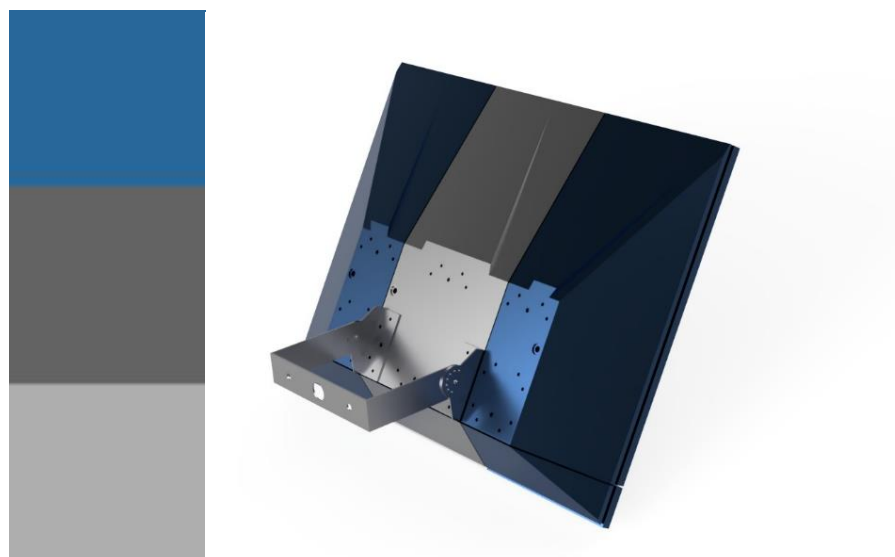


Рисунок 41 — Цветовое сочетание №1

Второй вариант цветовых сочетаний отличается заменой синего цвета на оранжево-красный, за счет чего палитра смотрится более ярко и пестро. (рисунок 42).

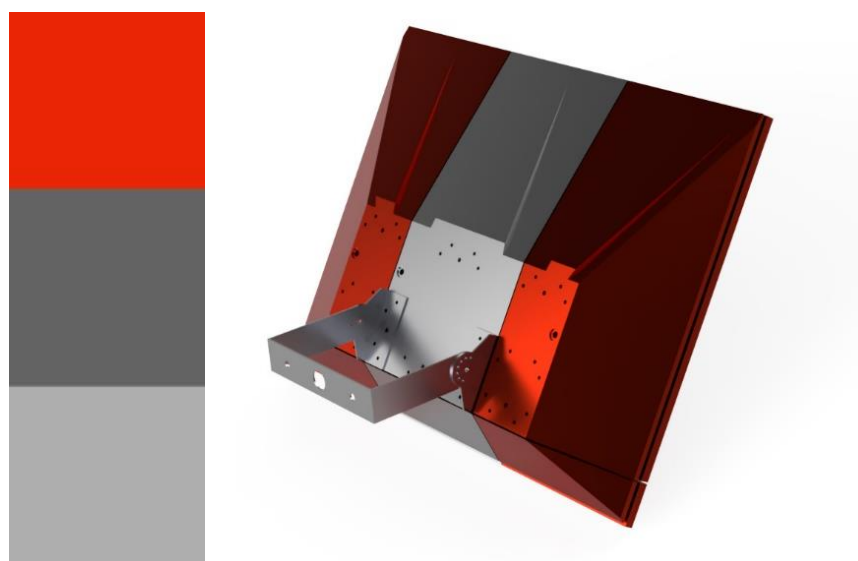


Рисунок 42 — Цветовое сочетание №2

Третья палитра основана на темно-зеленом цвете, в качестве контрастного по оттенку предыдущему красному. Так же зеленый идет в сочетании со светло-серым и темно-серым (рисунок 43).

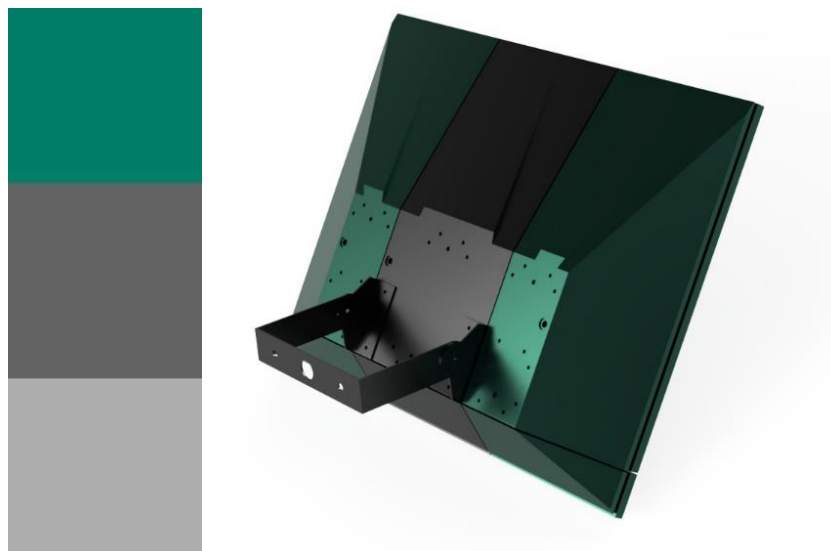


Рисунок 43 — Светильники в холодной гамме

Было принято решение взять за основу палитру с синим цветом. Так как другие решения также имеют место быть в световых композициях, можно поместить вариации цветовых палитр на демонстрационный планшет.

### **3.4 Формирование графического оформления презентационных материалов**

#### **3.4.1 Планшет**

Выбор шрифта. При выборе шрифтов следует учитывать написание логотипа фирмы «Диора» (рисунок 44). Данный шрифт разработан индивидуально для компании, основными его чертами является сжатое написание букв, с акцентной буквой «О», изображенной в форме круга. Все буквы, кроме «О», имеют треугольную деформацию толщины линии, с целью создания отличительной особенности шрифта данной фирмы.



Рисунок 44 — Логотип «Диора»

В качестве возможных вариантов шрифтов, использованных на презентационном планшете, были рассмотрены «Geometrica Sans Regular», «Arista Pro Alternate Hairline», «Lemon/Milk light Regular», «Century Gothic Bold», «Via Messena Regular», «Cocotte Regular», «Exotc350 DmBd BT», «Calama Condensed» (рисунок 45). Данные шрифты имеют графичное начертание, в следствие чего сочетаются с логотипом фирмы «Диора».



Рисунок 45 — Варианты шрифтов

В качестве экспериментальных вариантов было подобрано 4 рукописных варианта шрифтов, а именно «Chietah Regular», «Low Casat Light», «Smooth Stone Regular», «Brownhill Script Regular». Данные варианты смотрятся непривычно, так как геометричное начертание логотипа «Диоры» контрастирует с рукописным начертанием шрифта (рисунок 46).



Рисунок 46 — Четыре варианта рукописных шрифта

Так как было рассмотрено 12 шрифтов, было решено выбрать наиболее подходящий после создания логотипа, так как шрифт должен быть гармоничен с графическими элементами фирменного знака.

Верстка планшета. Планшет, демонстрирующего разработку, должен быть построен на основании модульной сетки. Модульная сетка — это

система построения визуальной информации на основе блоков — модулей. Использование сетки позволяет создать гармоничный, геометрически выверенный и правильно организованный логотип, который впоследствии можно будет воспроизводить в любых размерах.

На рисунке 47 представлен презентационный планшет, разбитый по блокам. Каждый блок имеет свой размер и расположение. Наиболее крупным блоком на планшете является главное изображение разработки в трехмерном пространстве. Визуализация светильника несет информацию о материале, форме, цвете и стилистике светильника, поэтому перспективное изображение должно быть самым заметным на планшете. Над трехмерным изображением располагается название проекта и логотип университета.

Справа от модели предполагается разместить чертежи и визуализацию конструкции крепления модулей друг к другу, за счет которых осуществляется модульный принцип в световой композиции. Над блоками чертежей и креплений находится блок, информирующий об основной информации и авторе работы.

Далее следуют визуализации более мелких размеров, выстроенных вдоль модульной сетки. Под блоком с визуализацией объемной модели располагаются три крепления: тросы, лира, кронштейн. Данные изображения несут информацию о крепежных элементах, смонтированных с модульным универсальным светильником. Блоки подписываются снизу. Под блоками с чертежами и креплением предполагается разместить цветовые и композиционные вариации.

Нижние два блока содержат текстовую информацию и эргономический анализ, что тоже необходимо при разработке планшета для выпускной квалификационной работы.



Рисунок 47 — Планшет ВКР

### 3.4.2 Презентация

В качестве презентации проекта была выбрана программа «Microsoft PowerPoint», так как данное программное обеспечение позволяет с помощью слайдов представить необходимую информацию.

Первый вариант оформления презентации представлен на рисунке 48. Оттенки синего: темно-синий и голубой, в сочетании с насыщенным красным выглядят гармонично, однако привлекают слишком много внимания к оформлению, отвлекая взгляд от главной информации.

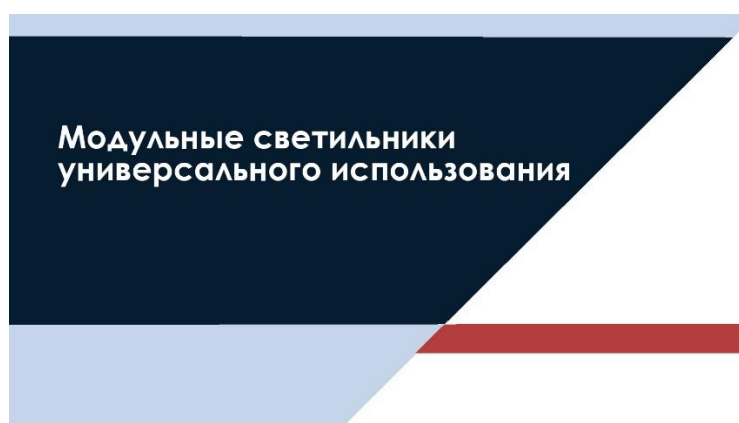


Рисунок 48 — Первый вариант оформления презентации

Второй вариант макета презентации было решено выполнить на нейтральном темном фоне, не привлекая лишнего внимания на оформление,

так как фон должен оттенять разработку, а не быть главным презентационным элементом (рисунок 49). Однако, данный вариант выглядит мрачно, что может создать нежелательные ассоциации.



Рисунок 49 — Второй вариант оформления презентации

Следующим вариантом макетов является презентация с темно-серым фоном с акцентным графическим элементом (рисунок 50). Для поддержания активного желтого пятна и белого текста добавлены белые и желтые цвета: в графическом элементе и авторстве.



Рисунок 50 — Четвертый оформления презентации

Было решено заменить серый цвет фона на затемненную визуализацию универсальных модульных светильников. Данный вариант представляет тему ВКР и разработку одновременно, данный прием позволяет с первого слайда вникнуть в идею разработки (рисунок 51).



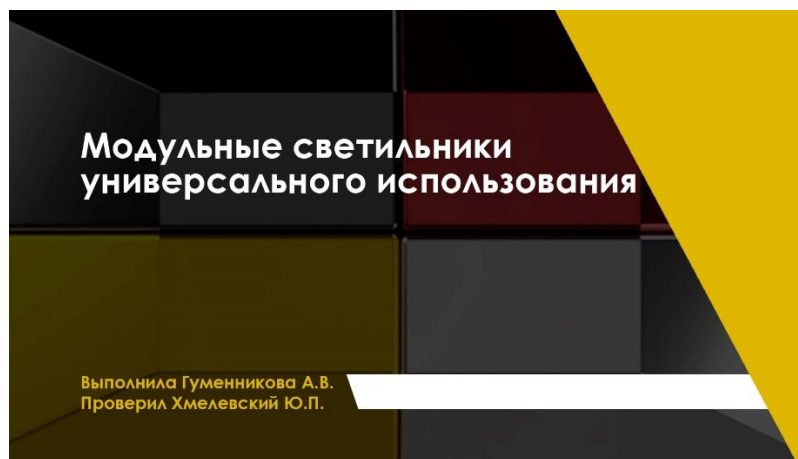


Рисунок 51 — Пятый вариант оформления презентации

Альтернативный вариант оформления презентации представлен на рисунке 52. На фоне представлена визуализация разработки, но она не мешает прочтению текста. В макете отсутствуют яркие элементы, отвлекающие внимание от темы презентации.

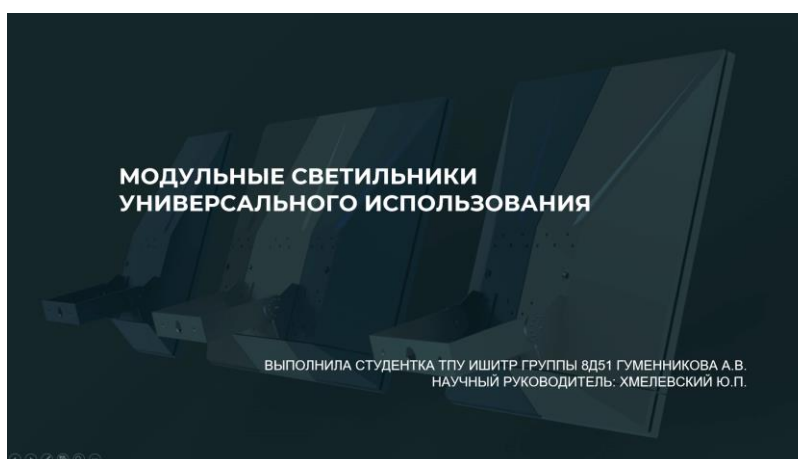


Рисунок 52 — Итоговый вариант оформления презентации

В итоге было решено использовать вариант, представленный на рисунке 52, так как данный макет презентации соответствует общей стилистике, совмещает в себе текстовую и графическую информацию, что значительно упростит восприятие презентации.

### 3.5 Макетирование

Макет представляет собой модель итогового объекта. Изготовление макета перед итоговым образцом оправданно тем, что он способен передать целостность разработки проектируемого объекта. Макет передает форму

объекта, при разработке макета допускается заменять материал изделия [56].

Исходя из того, что проектируемый комплект имеет достаточно большие габариты, было принято решение выполнить макет объекта в соотношении 1:4.

Для создания макета были применены ранее разработанные чертежи, по которым осуществлялась разработка. Поскольку макет имеет соотношение 1:4 с реальным объектом, работа производилась, руководствуясь точными размерами, представленными на чертеже.

Для создания макета использовались, такие материалы как:

- Лист пеноплекса 1200\*600, толщина 50 мм
- Лист пеноплекса 1200\*600, толщина 20 мм
- Клей «Титан»
- Макетный нож
- Наждачная бумага
- Аэрозольная краска

Готовые макеты отражают основные конструктивные элементы модулей и комплексов, на которые необходимо обратить внимание, для того чтобы наиболее верно оценить преимущества и особенности разработанного продукта. Выполненные макеты не включают в себя варианты модификаций модулей, использовались только основные разрабатываемые компоненты.

### **3.6 Создание видеоролика**

С целью демонстрации всех преимуществ системы освещения был разработан видеоролик. Задачами являлась демонстрация вариативности расположения модулей, установка различных креплений в зависимости от помещения, демонстрация композиционных ключей.

Ролик был создан в программе Autodesk Fusion 360, с последующей обработкой в Adobe PremierPro. Он отражает преимущество использования модульного светильника, а именно возможность создания различных

вариантов композиционных решений, которые могли бы соответствовать требованиям и пожеланиям различных потребителей.

Начало создания ролика связано с разработкой раскадровки. Раскадровкой является процесс выявления последовательности ряда рисунков, которые предназначены для помощи в процессе нахождения предварительных вариантов кадров. Раскадровка помогает визуально продемонстрировать видение режиссера.

Преимуществами раскадровки являются возможность вносить изменения в проект еще до того, как начнется его реализация, а также возможность производить тщательное планирование. Но, раскадровка является частично ограничением творческой свободы на съемочной площадке, а также существует риск технической невозможности реализации идеи, представленные в раскадровке.

Основными характеристиками раскадровки являются визуальное повествование, а также объединение истории и времени в нескольких ключевых кадрах. Необходимо определение технических параметров, такие, как: параметры камеры и света, декорации, движение персонажей (при их наличии). Раскадровка может быть выполнена как от руки, так и в электронном виде.

После подготовки раскадровки производится анимирование системы хранения и внутрицеховой транспортировки печатных плат в программе Fusion 360, а также отдельных выбранных элементов по законам и принципам анимации. С целью экономии времени и для возможности производить расчеты частями, процесс присчитывания анимации пал на экспорт в последовательные изображения. В последствии данная последовательность кадров объединяется, на них накладываются эффекты и монтируются с помощью программ Adobe Photoshop, Adobe Illustrator, Adobe After Effects, Adobe Premiere Pro.

После создания ряда изображений, они импортируются в программу After Effects, где удобно редактировать динамические изображения и видео, а

также заниматься композингом. С помощью данной программы появляется возможность производить цветокоррекцию и пост-продакшн, комментирование титрами и ряду других задач, которые требуются при создании цифровых видеоэффектов. При наложении и корректировки аудиоряда была использована программа видеомонтажа – Adobe Premiere, где удобно работать как с видео, так и аудио.

По итогу проделанной работы создан видеоролик, благодаря анимации которого продемонстрированы модульные светильники универсального использования.

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

В данном разделе ВКР выполняется анализ и расчёт основных параметров для реализации конкурентоспособных изделий, которые не только приносят доход, но и отвечают современным требованиям ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Продуктом, для запуска на рынок, являются модульные светильники универсального использования.

Стоит отметить, что продукт должен привлекать внимание потребителя эстетическими качествами, при этом быть функциональным, технологичным, эргономичным, и что самое главное - иметь способность выдерживать рыночную конкуренцию.

Для того чтобы решить задачи, связанные с финансовой оценкой продукта, его ресурсоэффективностью и ресурсосбережением, в экономическом разделе ВКР необходимо:

- провести анализ и исследование рынка покупателей;
- рассмотреть и исследовать разработки конкурентных решений;
- провести SWOT-анализ;
- провести планирование НИР;
- рассчитать материальные затраты на изготовление.

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

#### **4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Проектируемый светодиодный модульный светильник является как функциональным, так и эстетическим объектом интерьера и экстерьера. Данный прибор может быть установлен в парках в качестве уличного освещения, на фасаде здания, в крупногабаритных помещениях, таких как аэропорты, торговые центры, парковки, гаражные боксы.

Целевой аудиторией разрабатываемого светильника являются как физические, так и юридические лица. Физическое лицо может использовать светильник в качестве освещения личной территории или, например, интерьерного освещения гаража. Юридическому лицу может быть интересен данный проект в качестве эстетичного и функционального осветительного прибора для складов, спортивных площадок, животноводческих комплексов [57].

Главными критериями сегментирования рынка выступают уровень дохода и возраст. Карта сегментирования рынка представлена в таблице 1.

Таблица 1 — Карта сегментирования рынка услуг по разработке светильника

		Уровень дохода		
		Низкий	Средний	Высокий
Возраст покупателя	Молодые люди (18-30 лет)			
	Средний возраст (30-55 лет)			
	Возрастные люди (55 и более лет)			

В результате сегментирования рынка были определены основные сегменты – возраст покупателя и его доход. Выявлены сегменты, привлекательные для производства продукции в будущем. В данном случае основной аудиторией приобретения продукта будут выступать лица среднего и пожилого возраста с высоким или средним уровнем дохода [58].

#### 4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

На данный момент существует небольшое количество изготовителей подобных разрабатываемому осветительному комплексу. Уникальность разрабатываемого объекта заключается в том, что он является модульным, легко разбираемым, а также имеет множество вариантов сборки, в зависимости от желания владельца. Помимо этого, комплекс является легким по весу и имеет привлекательный и универсальный внешний вид.

При оценке конкурентоспособности разработки, необходимо проанализировать подобную продукцию различных производителей. В качестве основных конкурентоспособных разработок были выбраны приборы, представленные в таблице 2.

Таблица 2 — Конкурентные разработки для сравнения

Название, производитель	Внешний вид
Прибор разработки данной ВКР	
Модульный светильник фирмы «Ledlife»	
Модульный светильник фирмы «Светмаркет»	
Светильник на каркасе «Армстронг»	

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i \quad (1)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя. В таблице Б.1 приложение Б приведена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок).

Проведя расчёт оценки конкурентоспособности аналогов модульного светильника, можно сделать вывод, что разрабатываемый объект имеет

преимущества перед конкурентами. Особое внимание в разработке элемента интерьера и экстерьера уделяется технологичности при изготовлении, комбинаторике модулей, их функциональности и функциональности самого прибора, эстетичности и простоте эксплуатации.

### **4.1.3 Технология QuaD**

Разрабатываемый проект универсального модульного светодиодного светильника рекомендуется проанализировать с точки зрения перспективности разработки. Для такого анализа существует технология QuaD, которая близка по содержанию к методике оценки конкурентных технических решений. С помощью технологии QuaD можно провести анализ качества новой разработки и ее перспективности на рынке и принять решение о вложении денежных средств в разрабатываемый проект [59].

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum V_i \cdot B_i \quad (2)$$

где  $P_{cp}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

Значение  $P_{cp}$  позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования.

Средневзвешенное значение показателя качества и перспективности разработки равно 0,89, что означает, что разработка данного проекта перспективна.

### **4.1.4 SWOT – анализ**

Популярным инструментом стратегического планирования является SWOT-анализ, предполагающий выявление сильных и слабых сторон объекта



анализа, предполагаемых возможностей и угроз его развития, с целью выбора стратегий дальнейшего развития [60].

Была представлена таблица, описывающая результат SWOT-анализа для разрабатываемого функционального прибора Б.2 приложение Б.

В рамках этапа составлены интерактивные матрицы матрица SWOT анализа.

## **4.2 Планирование научно-исследовательских работ**

### **4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования**

Планирование работ предполагало определение структуры работ по проведению научного исследования, определение участников каждого вида работ, установление продолжительности работ, построение графика проведения исследований.

Перечень этапов, работ и распределение исполнителей по разработке элемента интерьера представлены в таблице Б.3 приложение Б.

### **4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ**

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, поскольку зависит от множества трудно учитываемых факторов [61]. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожі}$  используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5} \quad (3)$$

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , 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 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожіi}}{Ч_i} \quad (4)$$

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

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

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

#### 4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ [62].

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни.

Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ки} = T_{pi} \cdot k_{кал} \quad (5)$$

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

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

$k_{кал}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (6)$$

где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе  $i$   $T$  к необходимо округлить до целого числа. Все рассчитанные значения необходимо свести в таблицу Б.4 приложение Б. Коэффициент календарности за 2019 год равен 1,48.

На основе полученных результатов, строится календарный план-график в таблице Б.5 приложение Б. Работы на графике выделяются различной штриховкой в зависимости от исполнителей, которые несут ответственность за ту или иную работу.

#### **4.2.4 Бюджет научно-исследовательских работ**

Группируем бюджет по статьям затрат, данные сводим в таблицы:

- материальные затраты НИИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

В расчете бюджета не используются такие статьи затрат, как «затраты на специальное оборудование для научных работ», «дополнительная заработная плата исполнителей темы», «затраты научные и производственные командировки», «контрагентные расходы», потому что не производим фактических затрат по ним в процессе проектирования.

##### **4.2.4.1 Расчет материальных затрат НИИ**

Расчет материальных затрат осуществляется по формуле:

$$Z_m = (1 + kt) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{рас\ i} \quad (7)$$

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

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

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

$kt$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы [63].

Расходы приведены в таблице 11.

Таблица 11 — Материальные затраты НТИ

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Зм), руб.
Работа в Internet	месяца	3	550	55
Печать пояснительной записки	страницы	100	3	300
Печать планшетов формата А0	штуки	2	2000	4000
Печать альбома формата А3	страницы	15	10	150
Картон	листы	4	190	760
Клей	штуки	2	90	180
Итого				5445

#### 4.2.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Затраты на потребляемую электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$C_{эл} = W_y \cdot T_g \cdot S_{эл} \quad (8)$$

где  $W_y$  - установленная мощность, кВт (0,35 кВт);

$T_g$  – время работы оборудования, час;

$S_{эл}$  - тариф на электроэнергию (1,14 руб/кВт·ч).

Затраты на потребляемую электроэнергию составляют:

$$C_{эл} = 0,35 \cdot 900 \cdot 1,14 = 359,1 \text{ руб. [64]}$$

#### 4.2.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Затраты по заработной плате за выполненную работу исчисляются на основании тарифных ставок и должностных окладов в соответствии с принятой в организации системой оплаты труда. При этом учитываются надбавки и доплаты за условия труда, премии, оплата ежегодных отпусков, выплата районного коэффициента и некоторые другие расходы. Отчисления на социальные нужды учитывают перечисления организации-разработчику во внебюджетные фонды (отчисления в федеральный бюджет, фонды обязательного медицинского и социального страхования) [65].

В данном разделе произведен расчет основной заработной платы основных исполнителей проекта: научного руководителя, студента-дизайнера, консультанта, по трем исполнениям. Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p \quad (9)$$

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

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

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от  $Z_{тс}$ );

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Тарифная заработная плата  $Z_{тс}$  находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда  $T_{с1} = 600$  руб. на тарифный коэффициент  $k_t$  и учитывается по единой для бюджетной организации тарифной сетке. Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная плата (оклад) рассчитывается по тарифной сетке, принятой на данном предприятии.

#### 4.2.4.4 Основная заработная плата исполнителей темы

Оклад дизайнера - 10 000 руб., оклад руководителя - 15 000 руб.

Размер основной заработной платы устанавливается, исходя из численности исполнителей, трудоемкости и средней заработной платы за один рабочий день. Определяется по формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p \quad (10)$$

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

$T_p$  – продолжительность работ (затраты труда), выполняемых работником;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{(Z_m \cdot M)}{F_d} \quad (11)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно- технического персонала, раб. дн.

Произведение трудоемкости на сумму дневной заработной платы определяет затраты по зарплате для каждого работника на все время разработки. Расчет основной заработной платы приведен в таблице 12.

Таблица 12 — Затраты на основную заработную плату

Исполнитель	Оклад (руб)	Среднедневная заработная плата (руб./дн.)	Трудоемкость, раб. дн.	Основная заработная плата (руб.)
1. Руководитель	15000	595,95	16,1	9594,8
2. Дизайнер	10000	397,29	74,1	29439,19
Итого				39033,99

#### 4.2.4.5 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (12)$$

где  $k_{\text{доп}}$  — коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0.12 – 0.15).

Расчет дополнительной заработной платы дизайнера:

$$Z_{\text{доп}} = 0,12 \cdot 29439,19 = 3532,7 \text{ руб.};$$

Расчет дополнительной заработной платы руководителя:

$$Z_{\text{доп}} = 0,12 \cdot 9594,8 = 1151,4 \text{ руб.};$$

Общая сумма затрат по дополнительной заработной плате составляет 4684,08 руб.

#### **4.5.4.6 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)**

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников [66].

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы:

$$Z_{\text{страх. вып.}} = k_{\text{соц}} \cdot (Z_{\text{Посн}} + Z_{\text{Пдоп}}) \quad (13)$$

где  $k_{\text{соц}}$  – коэффициент, учитывающий социальные выплаты организации.

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

Рассчитаем величину отчислений во внебюджетные фонды руководителя:

$$Z_{\text{страх. Вып.}} = (0,3) \cdot (9594,8 + 1151,4) = 3223,86 \text{ руб.};$$

Рассчитаем величину отчислений во внебюджетные фонды дизайнера:

$$Z_{\text{страх. Вып.}} = (0,3) \cdot (29439,19 + 3532,7) = 9891,56 \text{ руб.};$$

Общая сумма отчислений во внебюджетные фонды составляет 13115,43 руб.

#### **4.2.4.7 Накладные расходы**

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование

материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, размножение материалов и т.д.

#### 4.2.5 Формирование сметы затрат на разработку дизайн-проекта

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей 1} \div 5) \cdot k_{\text{нр}} \quad (14)$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы. За коэффициент накладных расходов было взято 16 %.  $Z_{\text{накл}} = 64373,45 \cdot 0,16 = 10299,75$

В таблице 13 приведена смета затрат на разработку проекта с указанием суммы затрат по отдельным видам статей расходов.

Таблица 13 – Смета затрат на разработку дизайн-проекта

Наименование статьи	Сумма, руб.
1.Основная заработная плата	39033,99
2.Дополнительная заработная плата	4684,08
3. Страховые взносы	13115,43
4. Затраты на материалы	5445
5.Затраты на электроэнергию	359,1
Итого	62637,6

#### 4.3 Определение экономической эффективности разрабатываемого проекта

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности проектной работы. Результаты представлены в таблице Б.6 приложение Б.



Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (15)$$

где  $I$  – интегральный финансовый показатель разработки;

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

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

Таким образом, проведён расчёт в рублях:

$$I(1) = 15000/40000 = 0,38$$

$$I(2) = 20000/40000 = 0,5$$

$$I(3) = 30000/40000 = 0,75$$

$$I(4) = 20000/40000 = 0,5$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности можно определить по формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i * b_i \quad (16)$$

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

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

$b_i$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведён в таблице 14 (Прил. Б).

Оценки конкурентных товаров:

$$I(1) = 5*0,2 + 5*0,1 + 5*0,2 + 5*0,3 + 4*0,1 = 4,4;$$

$$I(2) = 2*0,2 + 3*0,1 + 4*0,2 + 1*0,3 + 3*0,1 = 2,1;$$

$$I(3) = 4*0,2 + 5*0,1 + 5*0,2 + 3*0,3 + 4*0,1 = 3,6;$$

$$I(3) = 2*0,2 + 2*0,1 + 3*0,2 + 4*0,3 + 1*0,1 = 2,5.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки:

$$I(1) = 4,4/0,38 = 11,5$$

$$I(2) = 2,1/0,5 = 4,2$$

$$I(3) = 3,6/0,75 = 4,8$$

$$I(4) = 2,5/0,5 = 5$$

В данном случае сравнение интегрального показателя эффективности происходило относительно каждого конкурентного продукта определённой компании. Сравнительная эффективность проекта ( $\bar{Э}$ ) формула:

$$\bar{Э} = \frac{I_{ис}}{I_{ис}}$$

$$\bar{Э}_1 = 11,5/11,5 = 1;$$

$$\bar{Э}_2 = 4,2/11,5 = 0,36;$$

$$\bar{Э}_3 = 4,8/11,5 = 0,4.$$

$$\bar{Э}_4 = 5/11,5 = 0,4.$$

Все конечные данные по расчётам сведены в таблицу 15.

Таблица 15 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.4
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0.38	0.75	0.5	0.5
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4.4	2.1	3.6	2.5
3	Интегральный показатель эффективности	11.5	4.2	4.8	5
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0.36	0.4	0.4

#### 4.4. Выводы по разделу

При выявлении оценки перспективности и альтернатив проведения научного исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения коммерческого потенциала для работы «Модульные светильники универсального использования» был произведен анализ конкурентных технических решений, результаты которого показали, что

разрабатываемый элемент интерьера имеет некоторые характеристики, отличающие разработку от аналогов на рынке.

Сильные и слабые стороны решения, его возможности и угрозы, а также корреляция этих показателей были определены в ходе SWOT-анализа. Полученные показатели позволили определить направление развития разработки для достижения наибольшей востребованности среди целевой аудитории.

Созданный перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования лег в основу структуры календарного плана-графика, необходимого для детального планирования времени выполнения этапов научного исследования.

## **5 Социальная ответственность**

Освещением вопросов, которые касаются обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях, охраны труда и окружающей среды, занимается раздел социальной ответственности. Ниже проанализированы вредные и опасные производственные факторы, а также приведены рекомендации по уменьшению их влияния на человека [67].

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

#### **5.1.1. Правовые нормы трудового законодательства**

Согласно трудовому кодексу Российской Федерации России рабочий день нормирован. Для совершеннолетних людей длительность рабочего времени не должна превышать 40 часов в неделю. Для работников, возраст которых менее 16 лет – продолжительность рабочего времени не должна превышать 24 часов в неделю. Для людей в возрасте от 16 до 18, а также инвалидов I и II групп, норма предусматривает длительность рабочего времени не более 35 часов в неделю [68].

Следует отметить, что для работников, которые работают с вредными условиями для жизни – продолжительность рабочего времени, не должна превышать 36 часов в неделю [69].

#### **5.1.2. Требования к организации рабочих мест**

Рабочее место — это неделимое в организационном отношении (в данных конкретных условиях) звено производственного процесса, обслуживаемое одним или несколькими рабочими, предназначенное для выполнения одной или нескольких производственных или обслуживающих операций, оснащённое соответствующим оборудованием и технологической оснасткой. Эргономические требования работ регламентируются ГОСТ [70].

ГОСТ 12.2.032-78 – нормирует эргономику «Рабочего места при выполнении работ сидя». В соответствии с требованиями конструкция

рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы [71].

ГОСТ 12.2.033-78 – «Рабочее место для выполнения работ стоя организуют при физической работе средней тяжести и тяжелой, а также при технически обусловленной величине рабочей зоны, которая превышает ее параметры при работе сидя». Рабочее место должно обеспечивать выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля [72].

Организация рабочего места, включает в себя все требования безопасности, санитарии, эргономики, антропометрии, технической эстетики. Пренебрежение данных требований, несет за собой получение производственной травмы, а также развитие профессионального заболевания.

Также организация рабочего места должна быть оптимальной, выбор рабочей позы человека, расположение органов управления и т.д. должно быть рациональным. При проектировании рабочего места, следует учитывать антропометрические данные человека, поскольку нерациональное расположение органов управления, может привести к утомлению работника.

## **5.2. Производственная безопасность**

Производственная безопасность представляет собой систему организационных мероприятий и технических средств, которые уменьшают риск воздействия опасных производственных факторов на работающих людей до приемлемого уровня. В данном разделе будут рассматриваться и анализироваться возможные вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть при проектировании и производстве корпуса модульных светильников универсального использования [73].

Для выявления потенциальных опасных и вредных факторов был изучен ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Данные представлены в таблице В.1 приложение В. В

результате будет составляться список мероприятий, которые позволят избежать воздействия неблагоприятных факторов при проектировании, производстве и эксплуатации прибора. Данное исследование поможет снизить уровень опасности, в результате которой возможно причинение вреда здоровью работников, проектировщика и будущим пользователям объекта [74].

### **5.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов**

При разработке дизайн-проекта особенно много времени отводится на создание визуального образа с помощью использования персонального компьютера. Факторы, которые возникают при работе на ПЭВМ, могут образовывать нарушение центральной нервной системы и функционального состояния зрительного анализатора [75].

Проанализируем факторы, которыми характеризуется данная рабочая зона [76]. К вредным факторам относятся:

- отклонение показателей микроклимата;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- недостаточная освещенность рабочей зоны.

К опасным факторам относятся:

- пожароопасность;
- повышенное значение напряжения в электрических цепях.

Чрезвычайные ситуации характерные для данного объекта:

- пожар.

#### Отклонения показателей микроклимата

Микроклимат так же является одной из важных характеристик производственных помещений. Микроклиматические условия среды характеризуются такими параметрами как температура и скорость движения окружающего воздуха, относительная влажность, давление, тепловое излучение. Все эти факторы могут существенно влиять на организм работающего человека. В человеческом организме происходит непрерывное

выделение тепла и теплоотдача его в окружающую среду. И при благоприятном микроклимате человек испытывает состояние теплового комфорта [77].

Равновесие между теплопроводностью и теплоотдачей регулируются процессами терморегуляции — это способность организма поддерживать постоянство теплообмена с сохранением постоянной температуры тела. Организм человека отдает или воспринимает тепловую энергию различными способами - излучением, конвекцией, испарением влаги [78].

Нарушение теплового баланса у человека в условиях высоких внешних температур может привести к перегреву тела, и как следствие к тепловым ударам, вплоть до потери сознания. А в условиях низких температур возможно переохлаждение организма, в результате которого могут возникнуть различные простудные заболевания, радикулиты, невриты, бронхиты и многое другое.

СанПиН 2.2.4.548–96. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» регулирует данные нормы [79].

Оптимальные значения этих характеристик зависят от климатического пояса, времени года (холодный или теплый), а также от категории выполняемых работ (разграничение работ по тяжести). Для инженера дизайнера она является легкой (1а), так как работа проводится, в основном сидя и без систематических физических нагрузок. Оптимальные показатели представлены в таблице В.2 приложение В.

#### Повышенный уровень шума на рабочем месте

Уровень шума является одной из важных характеристик производственных помещений. Основными источниками шума в помещении являются:

- система вентиляции и охлаждения процессоров;
- жесткие диски;
- уличный шум.

Повышенный уровень шума так же относится к группе опасных и вредных производственных факторов. Он неблагоприятно воздействует как в целом на организм человека, так и на органы слуха в частности. При длительном воздействии повышенного уровня шума у человека снижается производительность труда, может повыситься кровяное давление, понижается внимание. Что в свою очередь может привести к развитию заболеваний нервной системы и снижению остроты слуха в целом [80].

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562–96. «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.» при выполнении любой работы уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБ [81]. Допустимые уровни звукового давления в помещениях для персонала, осуществляющего эксплуатацию ЭВМ при разных значениях частот, приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Допустимые уровни звука на рабочем месте

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентного звука (в дБА)
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Конструкторские бюро, программисты, лаборатории	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

### Недостаточная освещенность

Доказано, что приблизительно 80 % от общего объема информации человек получает через зрительный канал. И качество всей поступающей информации во многом зависит от уровня освещения. При плохом освещении снижается производительность труда, его продуктивность, увеличивается потенциальная опасность ошибочных действий и возрастает количество допускаемых ошибок и вызывает утомление организма в целом [82].

Организация правильного освещения при работе инженера-дизайнера играет значительную роль, так как она относится к зрительному типу работ большого объема. Игнорирование или пренебрежение данным фактором может привести к профессиональным заболеваниям зрительных органов.



В любом рабочем помещении всегда сочетаются естественное освещение (через окна) и искусственное освещение (использование ламп при недостатке естественного освещения).

Данную норму регулирует СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.» Необходимые требования приведены в таблице 19 [83].

Таблица 19 – Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения

Учреждения общего образования, начального, среднего и высшего специального образования											
33.	Классные комнаты, кабинеты, аудитории общеобразовательных школ, школ-интернатов, средние-специальных и профессионально-технических учреждений, лаборатории, учебные кабинеты физики, химии, биологии и прочие	Рабочие столы и парты: Г-0,8	4,0	1,5	2,1	1,3	—	—	300 (500) <sup>2</sup>	40	10
		Середина доски: В-1,5 <sup>1</sup>	—	—	—	—	—	—	500	—	10
34.	Аудитории, учебные кабинеты, лаборатории в техникумах и высших учебных заведениях	Г-0,8	3,5	1,2	2,1	0,7	—	—	400	40	10
35.	Кабинеты информатики и вычислительной техники	Г-0,8	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400	15	10
		Экран дисплея: В-1	—	—	—	—	—	—	200	—	—

### Повышенное значение напряжения в электрической цепи

В связи с наличием компьютерной техники для данного производственного объекта, существует вероятность поражения электрическим током. Для снижения риска поражения электрическим током необходимо соблюдать нормы электробезопасности.

Электробезопасность — это система организационно-технических мероприятий и средств, которые обеспечивают защиту сотрудников от вредного и опасного для жизни воздействия электрического тока, статического электричества, электромагнитного поля или электрической дуги.

Опасность поражения электрическим током заключается в том, что человек не в состоянии без специальных приборов обнаружить высокое напряжение визуально, как, например, открытые люки или движущийся объект или не огражденные площадки на больших высотах. В таких случаях опасность выявляется слишком поздно — когда человек уже поражен током.

Помещение, где расположена компьютерная техника, относится к помещениям без повышенной опасности.

В нем присутствуют следующие факторы:

- токопроводящие полы и токопроводящая пыль;
- сырость (при относительной влажности, длительно превышающей 75 %)
- температура, длительно превышающая 30 С;
- возможность одновременного прикосновения к заземленным металлоконструкциям и токоведущим частям электрооборудования.

Напряжение в электрической цепи регламентируется ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов [84].

Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов при аварийном режиме бытовых электроустановок напряжением до 1000 В и частотой 50 Гц не должны превышать значений, указанных в таблице 20.

Таблица 20 – Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов

Продолжительность воздействия $t$ , с	Нормируемая величина	
	U, В	I, mA
0,1	200	200
0,2	100	100
0,3	70	70
0,4	55	55
0,5	50	50
0,6	40	40
0,7	35	35
0,8	30	30
0,9	27	27
1,0	25	25
Св. 1,0	12	2

### Опасность возникновения пожара

В помещениях, где расположена компьютерная техника, всегда существует риск возникновения пожара. Причиной этого может служить как

неисправность электрооборудования, электропроводки или освещения, а также наличие в таких помещениях статического электричества. Неправильная эксплуатация техники или неудовлетворительный надзор за пожарными устройствами тоже может стать причиной пожара. Возникший на предприятии пожар наносит не только большой материальный ущерб, но и часто сопровождается несчастными случаями с работающими там сотрудниками [85].

## **5.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия вредных и опасных факторов на исследователя (работающего)**

### Отклонения показателей микроклимата

Для создания благоприятных условий труда и повышения производительности, необходимо поддерживать оптимальные параметры микроклимата производственных помещений. Для этого предусмотрены следующие средства: центральное отопление, вентиляция (искусственная и естественная), искусственное кондиционирование.

### Повышенный уровень шума на рабочем месте

Регулярное и качественное техническое обслуживание персональных компьютеров, такое как чистка от пыли, своевременная смазка/замена вентиляторов, помогает снизить уровень шума. При необходимости рекомендуется использовать индивидуальные средства защиты – наушники или вкладыши

Для снижения уровня уличного шума рекомендуется устанавливать качественные стеклопакеты, а также организовывать посадку зеленых насаждений на прилегающих территориях.

### Недостаточная освещенность

Светильники в помещении должны быть расположены равномерно по всей площади потолка, обеспечивая тем самым равномерное освещение всех рабочих мест.

Все освещение в рабочих помещениях регламентируется нормами СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение». Все нормированные значения КЕО для различных видов помещений приведены в СНиП с учетом разряда зрительных работ, ориентации и видов световых проемов, а также ресурса светового климата данного региона. КЕО при верхнем или комбинированном естественном освещении—2 %, Кп—20 %, при боковом освещении КЕО—0,5 %, Кп—20 %.

#### Опасность возникновения пожара

Пожарная безопасность включает в себя комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей и предотвращения пожара, а в случае возникновения - создание условия для ограничения его распространения и успешного тушения. Задачи пожарной профилактики включают в себя – регулярные проверки пожарной сигнализации и средств пожаротушения, противопожарные инструктажи с сотрудниками, тренировки по их действиям в случае возникновения пожара. Кроме этого, требовать от всех работающих выполнение правил техники безопасности при выполнении любых работ. Во всех помещениях на предприятии обязан быть установлен «План эвакуации людей при пожаре», который регламентирует действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывает места расположения средств пожаротушения.

Помещения с компьютерной техникой относятся к классу Г - пожары, связанные с горением в электроустановках. Поэтому типы огнетушителей, которые могут быть использованы в таких помещениях, могут быть только углекислотные или порошковые. Расчет количества огнетушителей на помещение 200 кв.м. для помещений класса Г: ОУ-5 - 2 шт, ОУ-10 - 1 шт, ОПВ-5 - 2 шт. Соответственно, если помещение меньше, то и количество огнетушителей уменьшится пропорционально. Но при расчете количества огнетушителей необходимо учитывать наличие в помещениях систем автоматического пожаротушения. Если таковые имеются, то огнетушители

рассчитываются на 50 % меньше. Такие помещения должны быть обязательно оснащены пожарной сигнализацией (например ДИП-ЗСУ).

#### Повышенное значение напряжения в электрической цепи

Так как компьютеры запитаны от сети переменного тока 220 В и частотой 50 Гц, то это напряжение является опасным для жизни и поэтому необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

- перед началом работы необходимо убедиться, что все выключатели и розетки закреплены и не имеют оголенных токоведущих частей
- вокруг рабочего стола не должно быть никаких свисающих проводов
- при обнаружении какой-либо неисправности, необходимо сообщить работнику, ответственному за оборудование, не делая попыток исправить все самостоятельно.

Так как персональный компьютер — это электроприбор, то к мероприятиям по предотвращению возможности поражения электрическим током следует отнести следующее:

- нельзя проводить какие-либо ремонтные работы при включенном сетевом напряжении
- необходимо постоянно следить за исправностью электропроводки.
- все работы по устранению неисправностей должен производить квалифицированный персонал.
- при любых работах необходимо использовать только исправный инструмент, аттестованный службой КИПиА.
- для защиты от поражения электрическим током, возникающим между корпусом приборов и инструментом необходимо наличие заземления.

### **5.3 Экологическая безопасность**

Охрана окружающей среды — это совокупность мероприятий, влияющих на следующие природные зоны:

- атмосфера;

- литосфера;
- гидросфера;

Помещение, с расположенными в нем персональными компьютерами, относится к пятому классу, так как работа на них не представляет экологической опасности. Поэтому и размер санитарно-защитной зоны составляет 50 метров.

Металл, использованный при производстве изделия, идет на повторную переработку, помогающую сэкономить природные ресурсы, либо на утилизацию на полигонах, которые должны быть спроектированы согласно СНиП 2.01.28-85 «Строительные нормы и правила. Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов» [86].

#### **5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Как уже было сказано выше, наиболее характерной чрезвычайной ситуацией для помещения с наличием техники, является пожар.

Пожарная опасность персональных компьютеров, обусловлена наличием в них горючих изоляционных материалов. Поэтому данное помещение по пожарной и взрывной опасности относится к категории Г (умеренная пожароопасность) [87].

При строительстве зданий и сооружений применяют строительные материалы и конструкции, подразделяющиеся на три группы:

- быстрогораемые;
- трудногораемые;
- негораемые.

Здание, в котором находится помещение, относится к негораемым.

Для предотвращения пожара в помещениях с техникой они должны быть оборудованы первичными средствами пожаротушения: углекислотными или порошковыми огнетушителями. В случае же возникновения пожара, необходимо предпринять меры по эвакуации всех сотрудников в соответствии

с планом эвакуации, которые должны быть расположены на каждом этаже здания.

Чтобы исключить возникновения чрезвычайной ситуации, при складировании материалов на территории предприятия должны соблюдаться все требования пожарной безопасности:

- 1) выделяется специальная для складирования территория
- 2) проходы не должны быть загромождены
- 3) к работам допускаются лица, прошедшие целевой инструктаж
- 4) работы по складированию проводятся под присмотром ответственного.

В случае возникновения возгорания необходимо выполнить следующие действия:

- Сообщить о пожаре по телефону «112» или «01»;
- Если горение только началось, можно потушить его водой, накрыть толстым покрывалом, забросать песком или землей;
- Горящую электропроводку и электроприборы нельзя тушить водой;
- В случае, если нет возможности справиться с огнем, необходимо немедленно покинуть помещение;
- При высокой температуре и задымленности следует передвигаться ползком, прикрывая нос и рот влажной тряпкой или рукавом рубашки;
- При невозможности эвакуироваться следует загерметизировать свое помещение, и звать на помощь через окна или балкон.

### **5.5. Выводы по разделу**

Раздел социальной ответственности выпускной квалификационной работы содержит освещение вопросов, которые касаются обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях, охраны труда и окружающей среды.

В данном разделе были проанализированы вредные и опасные

производственные факторы, а также приведены рекомендации по уменьшению их влияния на человека.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы были пройдены следующие обязательные этапы:

- проведена научно-исследовательская работа по выбранной теме;
- пройдены все стадии разработки собственного проекта;
- выполнен действующий макет с соблюдением материалов;
- подготовлена графическая часть для презентации проекта.

В результате проделанной работы на тему «Модульные светильники универсального использования» были решены следующие задачи:

- изучить историю создания и выявить преимущества светодиодного освещения;
- изучить виды универсального освещения;
- определить основные характеристики и места применения универсальных источников света;
- рассмотреть существующие корпуса светильников;
- разработать эскизы светильников, продумать их реализацию;
- проработать дизайн модульных универсальных осветительных приборов;
- определить необходимые материалы и технологию производства;
- создать макет устройства;
- создать презентационный видеоролик;
- произвести расчет финансовой стоимости проекта;
- оценить критерии безопасности при разработке и эксплуатации изделия;
- подвести итог выполненной работы.

В ходе работы над ВКР были систематизированы и закреплены навыки и знания в области промышленного дизайна. Это стало основанием для научного исследования в проектировании дизайнерских задач. Главная цель

проекта была достигнута благодаря последовательному и рациональному решению поставленных задач.

Грамотный подход к работе и разумное использование методов проектирования позволили исключить возможность критических ошибок в ходе ВКР. А предварительное выявление проблем позволило провести их анализ и определить альтернативный подход, способный решить поставленные задачи.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Восприятие освещения [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <http://lifeandlight.ru/svet-i-chelovek/vospriyatie-osveshheniya> - Загл. с экрана.
2. Современные корпуса для светильников [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <https://www.rival-laser.ru/company/articles/sovremennyye-korpUSA-svetilnikov> - Загл. с экрана.
3. Прошлое, настоящее и будущее освещения [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <https://www.osvet.ru/blog/past-present-future-of-lighting/> - Загл. с экрана. Сальные и восковые свечи [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: [https://www.domsvechei.ru/page/blog/istoriya\\_svechej\\_12/](https://www.domsvechei.ru/page/blog/istoriya_svechej_12/) - Загл. с экрана.
4. Газификация угля [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <http://cyclowiki.org/wiki> - Загл. с экрана.
5. Газоразрядные источники света [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: [https://svetpro.ru/htm/informations/info\\_36.html](https://svetpro.ru/htm/informations/info_36.html) - Загл. с экрана.
6. Светодиодное освещение [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: [https://interalighting.ru/blog/2515\\_svetodiodnoe-osveshchenie/](https://interalighting.ru/blog/2515_svetodiodnoe-osveshchenie/) - Загл. с экрана.
7. Освещение светодиодными лампами [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <https://sibopt.ru/osveschenie-svetodiodnymi-lampami.html> - Загл. с экрана.
8. Виды освещения [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <https://electricvdome.ru/osvechenie/vidi-osvechenia.html> - Загл. с экрана.
9. Классификация светильников [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <http://lifeandlight.ru/svetodizajn/svetilniki/klassifikatsiya> - Загл. с экрана.

10. Технические характеристики светодиодных ламп [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <https://www.leadlight.ru/info/tehkarakteristiki-svetodiodnykh-lamp> - Загл. с экрана.
11. Световой поток [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <https://www.ivd.ru/stroitelstvo-i-remont/osvesenie/cto-takoe-svetovoj-potok-21483> - Загл. с экрана.
12. Естественный свет [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: [http://femto.com.ua/articles/part\\_1/1160.html](http://femto.com.ua/articles/part_1/1160.html) - Загл. с экрана.
13. Искусственный свет [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <https://design.wikireading.ru/2410> - Загл. с экрана.
14. Спектр света [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki> - Загл. с экрана.
15. Цветовая температура [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki> - Загл. с экрана.
16. Выходное напряжение источников питания [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <https://chem21.info/info/39481/> - Загл. с экрана.
17. Энергоэффективность [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <https://tdmegaprom.ru/news/energoeffektivnost-svetodiodnyx-lamp-i-svetilnikov.html> - Загл. с экрана.
18. Источники света [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <https://studopedia.info/2-46541.html> - Загл. с экрана.
19. Светодиоды [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <http://remoо.ru/elektrika/harakteristiki-svetodiodov> -

Загл. с экрана.

20. Драйверы для светодиодных светильников [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <http://www.svetilnikiled.ru/poleznoe-dlya-svetilnikov/drajvery> - Загл. с экрана.

21. Арматура светильника [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://ecouniver.com/7502-osvetitelnaaya-armatura-i-svetilniki-pryamogo-sveta.html> - Загл. с экрана.

22. Комплекующие для светодиодных светильников [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <http://www.glcompany.ru/komplektuyushhie.html> - Загл. с экрана.

23. Этапы производства корпусов светодиодных светильников [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <http://www.rusnanonet.ru/articles/105653/> - Загл. с экрана.

24. Производство светильников [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://moybiznes.org/proizvodstvo-svetilnikov> - Загл. с экрана.

25. Корпуса для различных моделей светодиодных светильников: виды, характеристики, цены [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://finelighting.ru/svetilniki/korpusa-razlichnyh-modelej-svetodiodnyh-vidy-karakteristiki-ceny.html> - Загл. с экрана.

26. Материал корпуса светильника [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://svetomaniya.ru/blog/poleznyye-sovety/material-korpusa-svetilnika-kakoj-luchshe> - Загл. с экрана.

27. Алюминий [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <http://www.mining-enc.ru/a/alyuminij/> - Загл. с экрана.

28. Нержавеющая сталь [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://www.metotech.ru/nergstal-opisanie.htm> - Загл. с экрана.

29. Пластик [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. —

Режим доступа: <https://finelighting.ru/svetilniki/korpora-razlichnykh-modelej-svetodiodnykh-vidy-karakteristiki-ceny.html> - Загл. с экрана.

30. Встраиваемые светильники [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <http://www.4living.ru/items/article/built-in-lighting/> - Загл. с экрана.

31. Особенности накладных точечных светильников [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://propotolok.guru/lyustry-i-svetilniki/osobennosti-nakladnyh-tochechnyh-svetilnikov.html> - Загл. с экрана.

32. Универсальные светильники [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://duray.ru/database/stati/vidy-svetodiodnykh-svetilnikov> - Загл. с экрана.

33. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 18 с.

34. Типы уличных светильников [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <http://www.lumpro.ru/publications/sposobyi-krepleniya-ulichnyih-svetilnikov/> - Загл. с экрана.

35. Монтаж светильников и прожекторов [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://nwlelectro.ru/montazh-svetilnikov-i-prozhektorov> - Загл. с экрана.

36. Кронштейны для светильников [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <http://www.opori-osveshhenia.ru/kronshtejny-osveshhenia.htm> - Загл. с экрана.

37. Виды подвесных светильников на тросах [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <http://onlineelektrik.ru/osveshhenie/lyustry/podvesnyie-svetilniki-na-trosax-vidy-i-sposoby-krepleniya.html> - Загл. с экрана.

38. Поворотная лира [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://vfirma.ru/galad/lira/> - Загл. с экрана.

39. Провода в светильниках [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <http://almih.narod.ru/lib-en/pue7-htm/6-6-1.htm> - Загл. с экрана.
40. Монтаж на гипсокартонную стену [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://mrgipsokarton.ru/uroki/krepezh> - Загл. с экрана.
41. Монтаж светильников [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <http://forca.com.ua/info/osveschenie/tehnologiya-montazha-svetilnikov-s-gazorazryadnymi-lampami.html> - Загл. с экрана.
42. Ассоциативный метод [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2017/article/2017034886> - Загл. с экрана.
43. Метод инверсии [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: [https://studopedia.ru/3\\_67235\\_metod-inversii.html](https://studopedia.ru/3_67235_metod-inversii.html) - Загл. с экрана.
44. Метод наводящей задачи [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://lektsii.com/1-56523.html> - Загл. с экрана.
45. Метод агрегативности [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: [http://taby27.ru/studentam\\_aspirantam/philos\\_design/referaty\\_philos\\_design/conzept\\_design/konceptsiya-i-metody-proektirovaniya-v-dizajne-Zyryanov.html](http://taby27.ru/studentam_aspirantam/philos_design/referaty_philos_design/conzept_design/konceptsiya-i-metody-proektirovaniya-v-dizajne-Zyryanov.html) - Загл. с экрана.
46. Мозговой штурм [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2017/article/2017032425> - Загл. с экрана.
47. Обзор методов сценарного подхода [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/80/14353/> - Загл. с экрана.

48. Сценарное проектирование малых светопространств города [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=19973> - Загл. с экрана.

49. Формообразование [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/formoobrazovanie-kak-osnova-distiplin-dizayn-proektirovanie-i-risunok> - Загл. с экрана.

50. Модульность в дизайне уровней [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <http://level-design.ru/pro-ld-book-index/03-modular-level-design/> - Загл. с экрана.

51. Светильники из алюминиевого профиля [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://www.donolux.ru/catalog/33214> - Загл. с экрана.

52. Литье в кокиль [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <http://uas.su/books/spesialmethodsforcasting/31/razdel31.php> - Загл. с экрана.

53. Процесс анодирования алюминия [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://promplace.ru/obrabotka-metallov-staty/anodirovanie-aluminiya-1486.htm> - Загл. с экрана.

54. Цветовая гамма и ее значение в дизайне [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://www.internet-technologies.ru/articles/cvetovaya-gamma-i-ee-znachenie-v-dizayne.html> - Загл. с экрана.

55. Макетирование [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <http://www.viktoriastar.ru/konstruirovanie/318-maketirovanie.html> - Загл. с экрана.

56. Целевая аудитория [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://texterra.ru/blog/tselevaya-auditoriya-zachem-znat-svoego-klienta.html> - Загл. с экрана.

57. Сегментирование рынка [Электронный ресурс] /. — Электрон.



текстовые дан. — Режим доступа: <http://powerbranding.ru/segmentirovanie/> - Загл. с экрана.

58. Технология QuaD [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://www.inventech.ru/technologies/quad/> - Загл. с экрана.

59. SWOT-анализ [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://www.e-executive.ru/wiki/index.php/SWOT> - Загл. с экрана.

60. Трудоемкость выполнения научного исследования [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskiy-podhod-k-opredeleniyu-trudoemkosti-vypolneniya-nauchno-issledovatel'skoj-raboty> - Загл. с экрана.

61. Диаграмма Ганта [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: [http://gibtech.ru/blog/discus?entry\\_id=177](http://gibtech.ru/blog/discus?entry_id=177) - Загл. с экрана.

62. Расчет материальных затрат НИИ [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://mydocx.ru/11-13684.html> - Загл. с экрана.

63. Затраты на потребляемую электроэнергию [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://economist-info.ru/magazine-articles/show/97/> - Загл. с экрана.

64. Заработная плата [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: [https://www.audit-it.ru/terms/trud/zarabotnaya\\_plata.html](https://www.audit-it.ru/terms/trud/zarabotnaya_plata.html) - Загл. с экрана.

65. Тарифы страховых взносов, действующие в 2019 г [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://www.ib.ru/law/vznos> - Загл. с экрана.

66. Социальная ответственность: понятие и виды [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа:

<https://jurisprudence.club/teoriya-gosudarstva-prava-uchebnik/sotsialnaya-otvetstvennost-ponyatie.html> - Загл. с экрана.

67. Нормирование рабочего дня [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <http://www.addere.ru/q16.htm> - Загл. с экрана.

68. Понятие рабочего времени, его нормирование и виды [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <http://www.addere.ru/q16.htm> - Загл. с экрана.

69. Понятие рабочее место и рабочая зона [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <http://edu.trudcontrol.ru/~3d/item/tpz9455U> - Загл. с экрана.

70. Рабочее место при выполнении работ сидя [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200003913> - Загл. с экрана.

71. Рабочее место при выполнении работ стоя [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200005187> - Загл. с экрана.

72. Производственная безопасность предприятия [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <https://www.gd.ru/articles/9767-proizvodstvennaya-bezopasnost-predpriyatiya> - Загл. с экрана.

73. Опасные и вредные производственные факторы [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071> - Загл. с экрана.

74. Работа с ПЭВМ [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: [https://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/instructions/166/146180/](https://ohranatruda.ru/ot_biblio/instructions/166/146180/) - Загл. с экрана.

75. Опасные и вредные производственные факторы [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <https://websot.jimdo.com/> - Загл. с экрана.

76. Понятие о микроклимате. Характеристика микроклимата [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <https://bgdstud.ru/bilety-i-otvety-po-ekzameni-bzhd/406-ponyatie-o-mikroklimate-karakteristika-mikroklimata.html> - Загл. с экрана.

77. Терморегуляция [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/110/129.htm> - Загл. с экрана.

78. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: [http://www.tehbez.ru/Docum/DocumShow\\_DocumID\\_333.html](http://www.tehbez.ru/Docum/DocumShow_DocumID_333.html) - Загл. с экрана.

79. Вредное производство: повышенный уровень шума [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <http://zdravo.by/article/5957/vrednoe-proizvodstvo-povyshennyu-uroven'-shuma> - Загл. с экрана.

80. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки Система ГАРАНТ [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <http://base.garant.ru/4174553/#ixzz5pO7VA9Ui> - Загл. с экрана.

81. Недостаточная освещенность рабочей зоны [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/485533/page:5/> - Загл. с экрана.

82. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901859404> - Загл. с экрана.

83. Система стандартов безопасности труда [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/5200313> - Загл. с экрана.

84. Основные причины возникновения пожаров [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: [https://studme.org/14210923/bzhd/osnovnye\\_prichiny\\_vozniknoveniya\\_pozharov](https://studme.org/14210923/bzhd/osnovnye_prichiny_vozniknoveniya_pozharov) - Загл. с экрана.

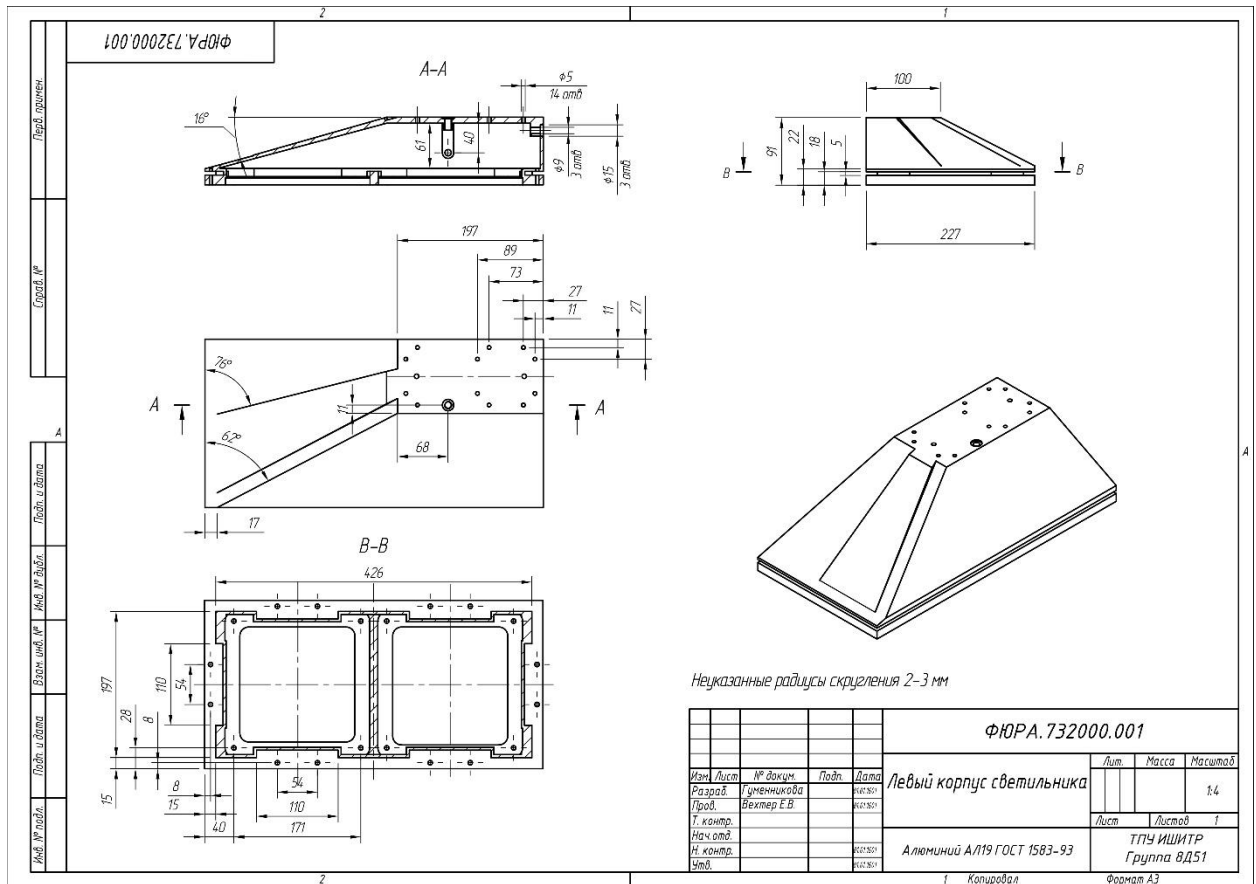
85. Строительные нормы и правила РФ [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <http://sniprf.ru/> - Загл. с экрана.

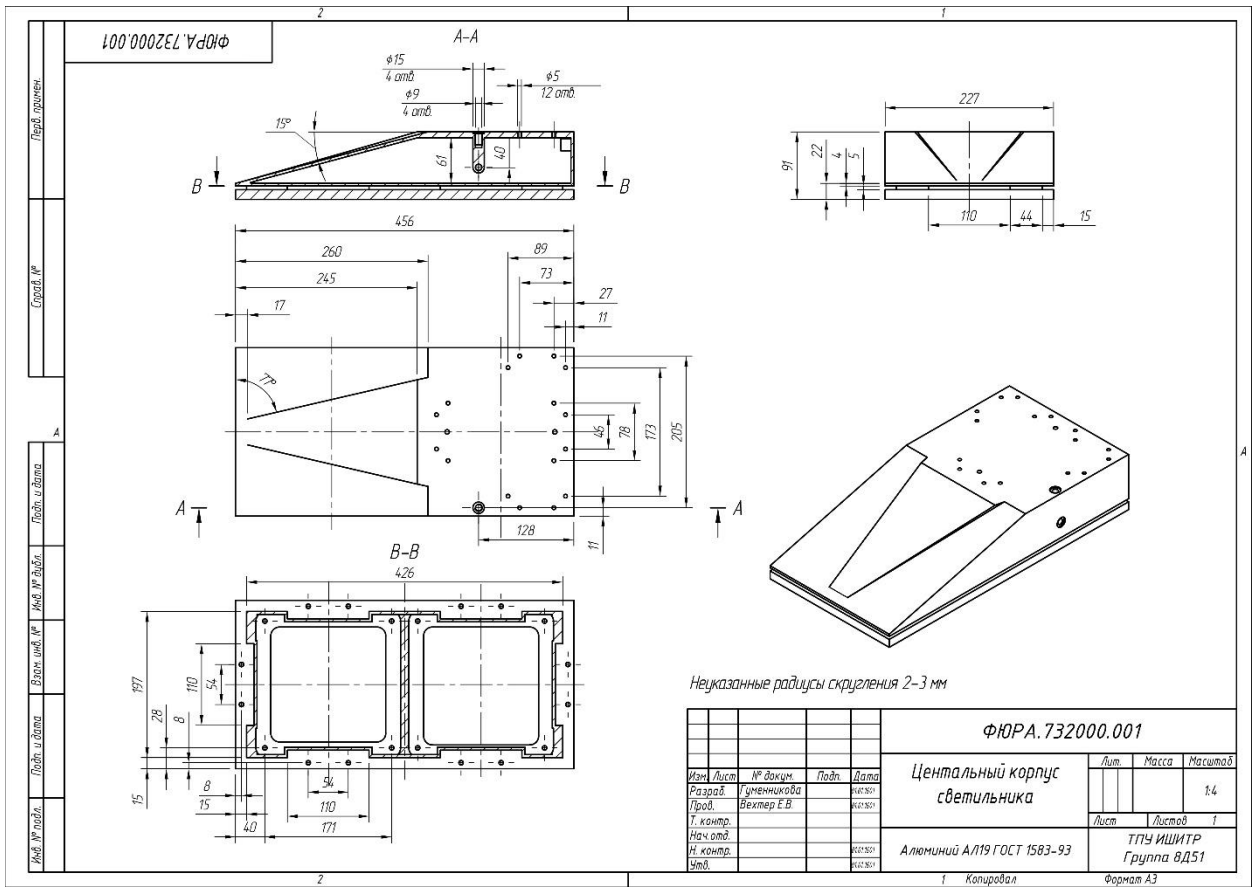
86. Безопасность в чрезвычайных ситуациях [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2018. — Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200139176> - Загл. с экрана.

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

## Конструкторская документация

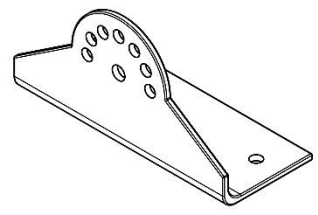
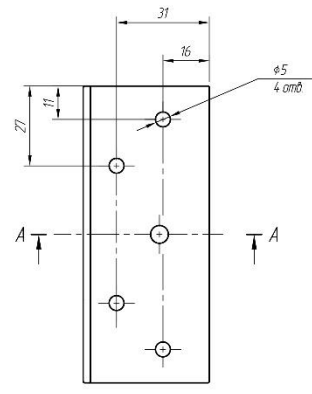
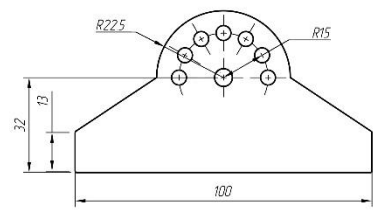
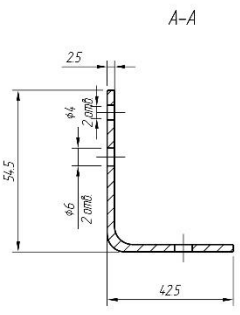




ФЮРА.732000.001					Лит	Масса	Масштаб
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	Центральный корпус светильника		
Разраб	Гуменикова			16.09			1:4
Проед	Вехтер Е.В.			16.09			
Т. контр.					Лист	Листов	1
Нач. отв.					ТТЧ ИШИТР Группа ВД51		
Н. контр.					Алюминий АМ19 ГОСТ 1583-93		
Зав.					Копировал		
					Формат А3		

ФЮРА.74.1000.001

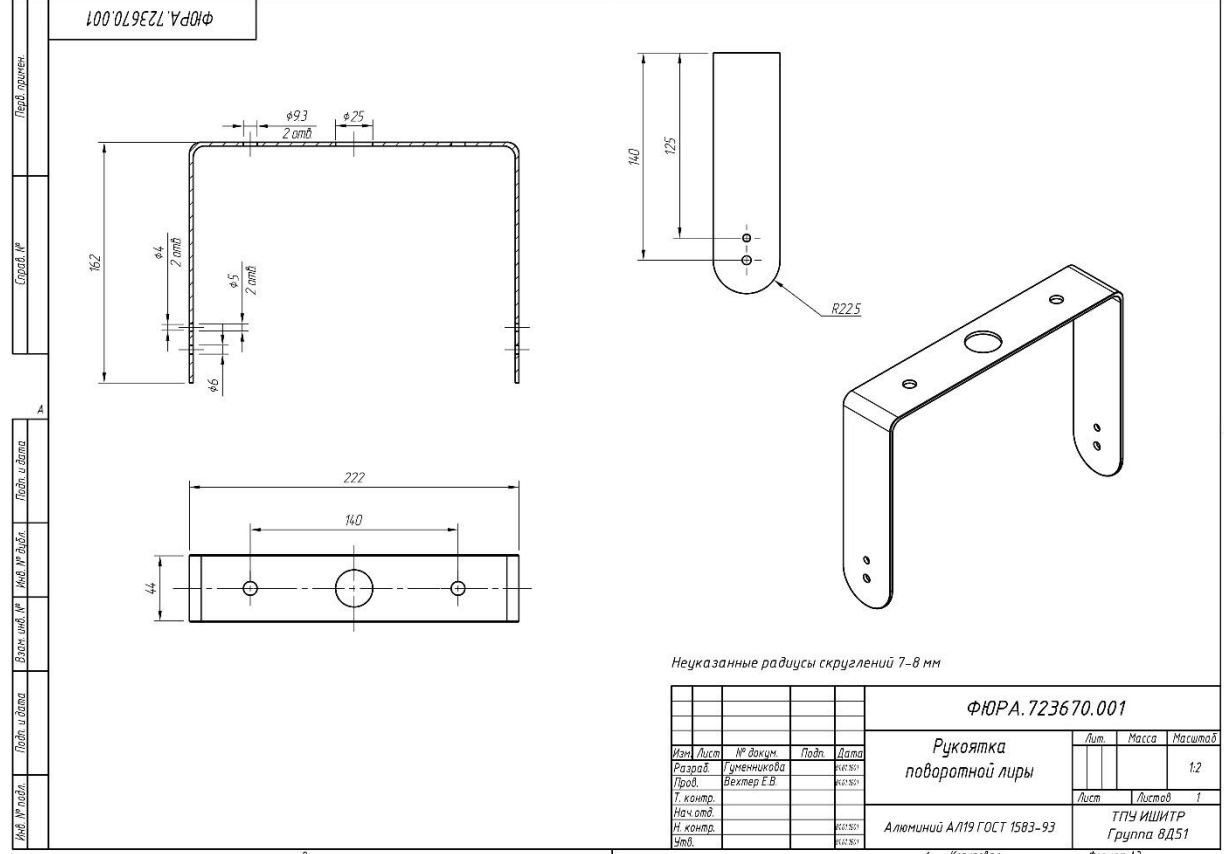
Лист 1  
 Стр. 1 из 1  
 А  
 А  
 А  
 А



Неуказанные радиусы скругления 7-8 мм

ФЮРА.74.1000.001					Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Крепление поворотной лыжи Лист 1 из 1 ТПУ ИШИТР Группа ВД51		
Разраб.		Гуменникова		14.05.01			
Проб.		Вехтер Е.В.		14.05.01			
Т. контр.							
Нач. отд.							
Н. контр.				14.05.01	Алюминий АМ19 ГОСТ 1583-93		
Знак.				14.05.01	f Копировал Формат А3		

ФЮРА.723670.001

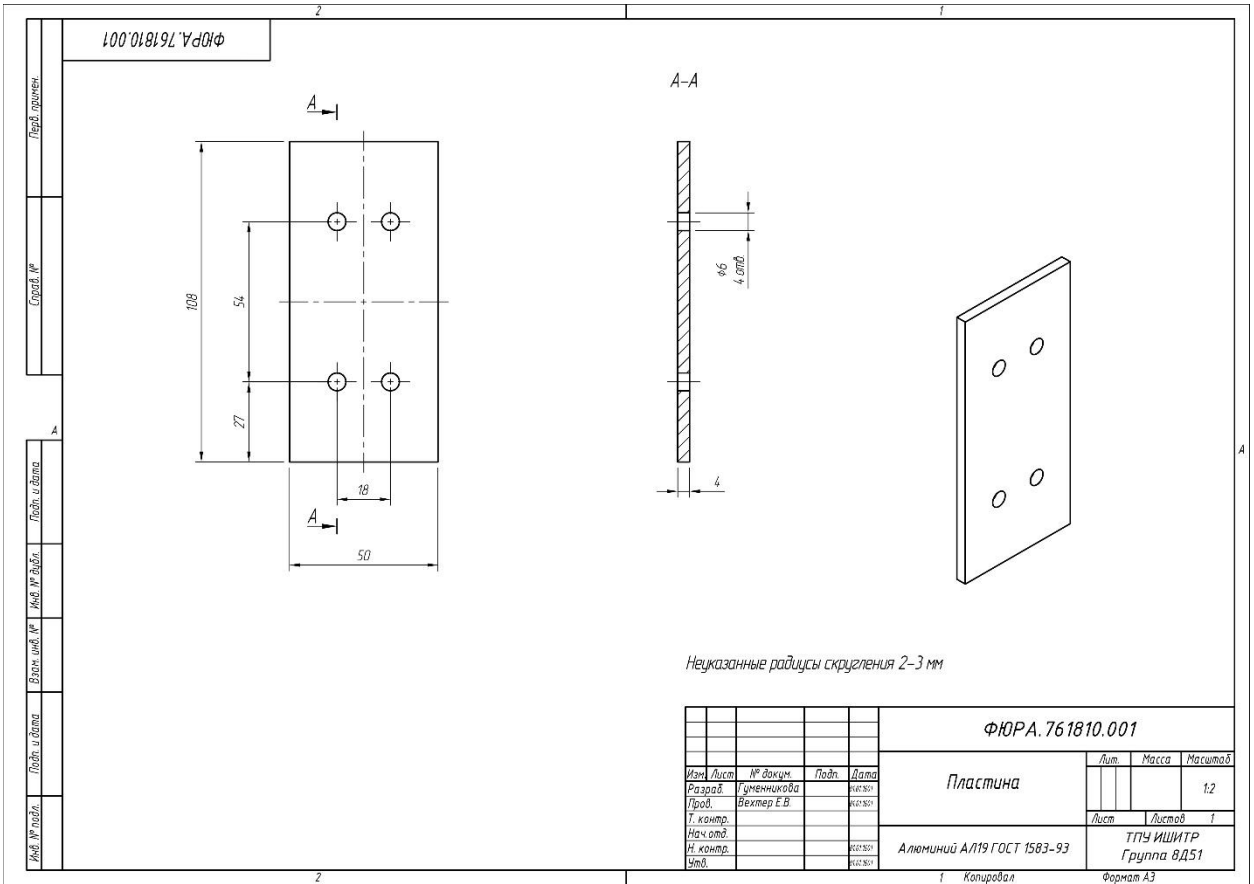


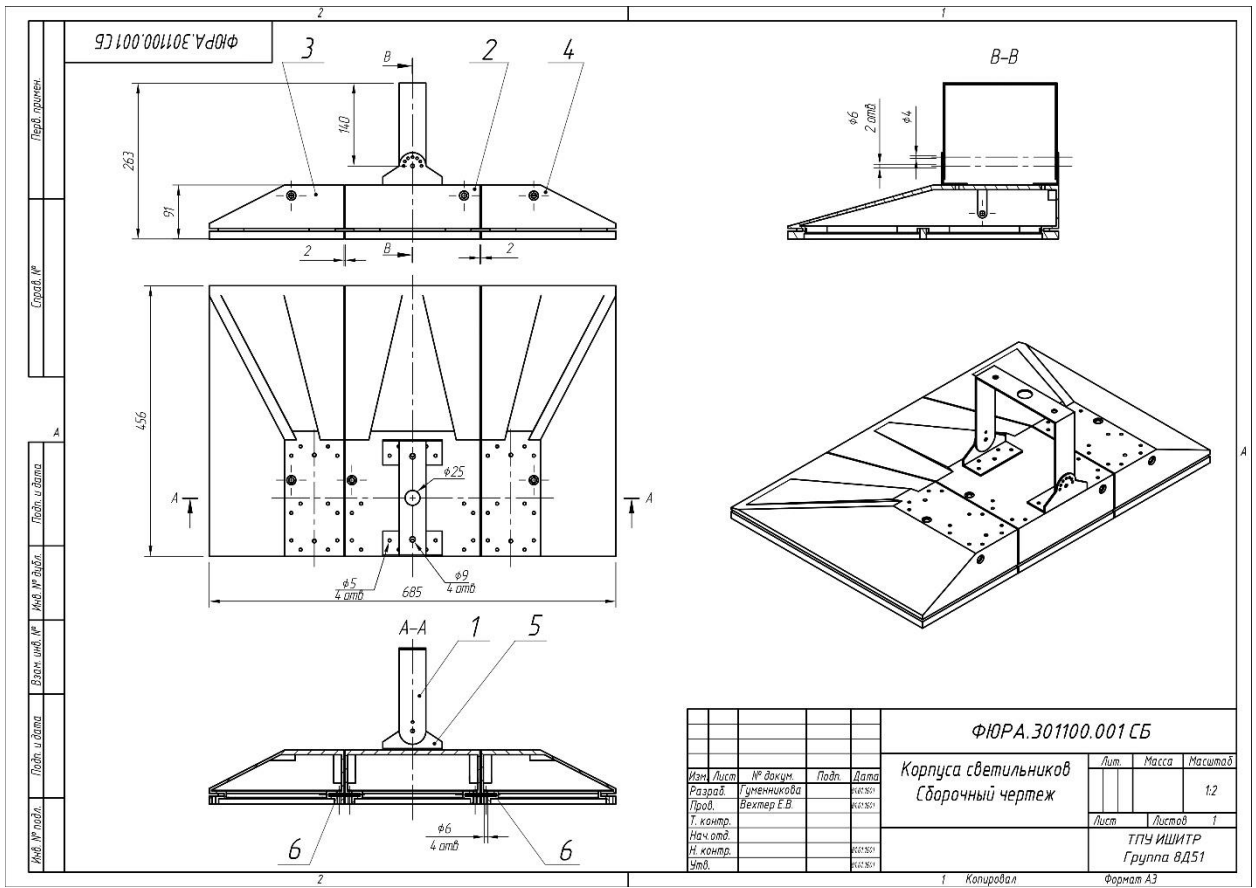
Неуказанные радиусы скруглений 7-8 мм

ФЮРА.723670.001					Лист	Масса	Масштаб
<b>Рукоятка поворотной лыры</b>					1	t2	1:2
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.	Гуменникова			14.07.2019			
Прод.	Вехтер Е.В.			14.07.2019			
Т. контр.							
Нач. отд.							
Н. контр.							
Заб.							
					Лист	Листов	1
					ТПУ ИШИТР Группа ВД51		
					Формат А3		

Копировал Формат А3







ФИЮРА.301100.001 СБ				Лист	Масса	Масштаб
Корпуса светильников Сборочный чертёж						1:2
				Лист	Листов	1
				ТПУ ИШИТР		
				Группа ВД51		

г. Копировал  
Формат А3

Перв. эскиз  
Сбороч. №  
Лист № 1  
Взам. инв. №  
Лист № 1  
Инв. № подл.

ФИЮРА.301100.001 СБ

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание																																										
<i>Документация</i>																																																
А3			ФЮРА.301100.001 СБ	Сборочный чертеж																																												
<i>Детали</i>																																																
А3	1		ФЮРА.723670.001	Рукоятка поворотной лиры	1																																											
А3	2		ФЮРА.731000.001	Корпус центральный	1																																											
А3	3		ФЮРА.732000.001	Корпус левый	1																																											
А3	4		ФЮРА.732000.001	Корпус правый	1																																											
А3	5		ФЮРА.741000.001	Крепление поворотной лиры	2																																											
А3	6		ФЮРА.761810.001	Пластина	4																																											
<i>Стандартные изделия</i>																																																
Б4	7			Винт М5х16	12																																											
<i>ГОСТ 1491-80</i>																																																
Б4	8			Винт М6х16	4																																											
<i>ГОСТ 1491-80</i>																																																
Б4	9			Винт М9.3х16	2																																											
<i>ГОСТ 1491-80</i>																																																
Б4	10			Винт М10 х16	5																																											
<i>ГОСТ 1491-80</i>																																																
Б4	11			Винт М25х16	1																																											
<i>ГОСТ 1491-80</i>																																																
<b>ФЮРА.301100.001 СБ</b>																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> </tr> <tr> <td><i>Изм</i></td> <td><i>Лист</i></td> <td><i>№ докум</i></td> <td><i>Подп</i></td> <td><i>Дата</i></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td><i>Разраб</i></td> <td></td> <td>Гуменникова А.В.</td> <td></td> <td></td> <td><i>Лит</i></td> <td><i>Лист</i></td> </tr> <tr> <td><i>Проб</i></td> <td></td> <td>Вехтер Е.В.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td><i>Листов</i></td> </tr> <tr> <td><i>Н.контр</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td><i>Утв</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">ТПУ ИШИТР Группа 8Д51</td> </tr> </table>														<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подп</i>	<i>Дата</i>			<i>Разраб</i>		Гуменникова А.В.			<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Проб</i>		Вехтер Е.В.				<i>Листов</i>	<i>Н.контр</i>					1		<i>Утв</i>					ТПУ ИШИТР Группа 8Д51	
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подп</i>	<i>Дата</i>																																												
<i>Разраб</i>		Гуменникова А.В.			<i>Лит</i>	<i>Лист</i>																																										
<i>Проб</i>		Вехтер Е.В.				<i>Листов</i>																																										
<i>Н.контр</i>					1																																											
<i>Утв</i>					ТПУ ИШИТР Группа 8Д51																																											
<b>Корпус универсального светильника</b>																																																

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Данные к главе 4

Таблица Б.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы				Конкурентноспособность			
		Б1	Б2	Б3	Б4	К1	К2	К3	К4
Технические критерии оценки ресурсоэффективности									
1. Функциональность	0.2	5	3	4	4	2	1.6	1.2	1.6
2. Удобство в эксплуатации	0.2	5	3	5	4	0.5	0.5	0.3	0.4
3. Энергоэкономичность	0.1	5	4	4	4	0.5	0.2	0.4	0.2
4. Безопасность	0.2	5	5	4	3	0.5	0.5	0.5	0.3
5. Эстетика	0.1	5	2	4	5	1.5	0.6	1.5	1.5
6. Технологичность в изготовлении	0.2	5	2	3	2	0.5	0.2	0.2	0.2
Итого	1								
Экономические критерии оценки эффективности									
1. Курентноспособность продукта	0.3	5	3	4	4	1.5	0.9	1.2	1.2
2. Уровень проникновения на рынок	0.2	3	4	5	3	1	0.6	1	0.6
3. Цена	0.2	4	4	3	3	1.2	1.2	0.9	0.9
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0.2	5	3	4	4	0.5	0.3	0.4	0.4
5. Срок выхода на рынок	0.1	4	3	4	3	0.4	0.3	0.3	0.3
Итого	1								
Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)				
Показатели оценки качества работа									
1. Простота эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0.07	95	100	0.95	0.07				

Продолжение таблицы Б.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

2. Компактность	0.05	95	100	0.95	0.05	
3. Эстетичность	0.07	95	100	0.95	0.07	
4. Эргономичность	0.05	80	100	0.8	0.04	
5. Зонирование пространства	0.07	95	100	0.95	0.07	
6. Комбинаторика	0.08	80	100	0.8	0.06	
7. Безопасность	0.05	80	100	0.8	0.04	
8. Удобство подключения к электросети	0.04	80	100	0.8	0.03	
9. Экологичность материалов	0.08	80	100	0.8	0.06	
10. Долговечность	0.05	95	100	0.95	0.05	
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки						
1. Конкурентоспособность	0.07	95		0.95	0.07	
2. Уровень проникновения на рынок		0.05	80	100	0.8	0.04
3. Цена		0.06	80	100	0.95	0.05
4. Предполагаемый срок эксплуатации		0.04	95	100	0.8	0.04
5. Послепродажное обслуживание		0.04	80	100	0.8	0.03
6. Финансирование новой разработки		0.05	95	100	0.95	0.05
7. Срок выхода на рынок		0.04	80	100	0.8	0.03
8. Наличие сертификации разработки		0.04	95	100	0.95	0.04
Итого		1				0.89
Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)	
Показатели оценки качества работа						
1. Простота эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0.07	95	100	0.95	0.07	
2. Компактность	0.05	95	100	0.95	0.05	
3. Эстетичность	0.07	95	100	0.95	0.07	
4. Эргономичность	0.05	80	100	0.8	0.04	
5. Зонирование пространства	0.07	95	100	0.95	0.07	
6. Комбинаторика	0.08	80	100	0.8	0.06	

Продолжение таблицы Б.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

7. Безопасность	0.05	80	100	0.8	0.04
8. Удобство подключения к электросети	0.04	80	100	0.8	0.03
9. Экологичность материалов	0.08	80	100	0.8	0.06
10. Долговечность	0.05	95	100	0.95	0.05
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
1. Конкурентоспособность	0.07	95		0.95	0.07
2. Уровень проникновения на рынок	0.05	80	100	0.8	0.04
3. Цена	0.06	80	100	0.95	0.05
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0.04	95	100	0.8	0.04
5. Послепродажное обслуживание	0.04	80	100	0.8	0.03
6. Финансирование новой разработки	0.05	95	100	0.95	0.05
7. Срок выхода на рынок	0.04	80	100	0.8	0.03
8. Наличие сертификации разработки	0.04	95	100	0.95	0.04
Итого	1				0.89

Таблица Б.2 – Таблица SWOT-анализа

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Простота эксплуатации С2. Компактность С3. Эстетичность С4. Эргономичность С5. Зонирование пространства. С6. Комбинаторика С7. Безопасность С8. Возможность удобного подключения к электросети С9. Технологичность материалов С10. Долговечность</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Высокие требования к качеству и технологичности материала, следовательно, удорожание продукта. Сл2. — Конкуренты с устойчивым рынком сбыта.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Упрощение технологий изготовления изделия. В2. Снижение цены на продукт. В3. Качественная реклама. В4. Увеличение доступности товара. В5. Универсализация дизайна или кастомизация продукта. В6. Добавление нового функционала</p>	<p><b>Направления развития:</b></p> <p>В6С4С7С2С8С6 Совмещение различных функций в едином устройстве позволит сделать данный продукт лучшим на существующем рынке. В2В6С1С4С5С6С8С9 Многофункциональность объекта, использование высококачественных материалов, а также простота эксплуатации — делает данное устройство актуальным для разных групп лиц. В3С2С3С4С7С10 Многофункциональное устройство, увеличение конкурентоспособности. В4В5С4С7 Наполнение одного объекта функционалом других исключит необходимость в большем количестве предметов. В3С3С6С10 Создание фирменного стиля, узнаваемого бренда.</p>	<p><b>Сдерживающие факторы:</b></p> <p>В1В2В4Сл1 Проблемы с удешевлением в связи с дороговизной материала В2Сл2 Некоторым людям не нужен подобный функционал и проще купить не дизайнерские светильники. В3Сл2 Переизбыток товаров на рынке. В3Сл2 Появление постоянных конкурентов.</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>Уязвимости: У1. Исчезновение заинтересованных групп лиц. У2. Развитая конкуренция технологий производства</p>	<p><b>Угрозы развития:</b></p> <p>У1С4С3С7С1 Увеличить вариативность комплектации под большее количество возможностей, возложить дополнительную функцию на форму. У2С5С8 Возможность потери актуальности данного проекта при условии появления более совершенствованных технологий.</p>	<p><b>Уязвимости:</b></p> <p>У1Сл2 Возможный низкий спросе при высокой конкуренции при условии небольшой разницы в цене продуктов. У2Сл2Сл1 Конкуренты с устойчивой клиентской базой, зарекомендовавшей себя на данном рынке.</p>
	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Простота эксплуатации С2. Компактность С3. Эстетичность С4. Эргономичность С5. Зонирование пространства.</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Высокие требования к качеству и технологичности материала, следовательно, удорожание продукта.</p>

	<p>С6. Комбинаторика  С7. Безопасность  С8. Возможность удобного подключения к электросети  С9. Технологичность материалов  С10. Долговечность</p>	<p>Сл2. — Конкуренты с устойчивым рынком сбыта.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Упрощение технологий изготовления изделия.  В2. Снижение цены на продукт.  В3. Качественная реклама.  В4. Увеличение доступности товара.  В5. Универсализация дизайна или кастомизация продукта.  В6. Добавление нового функционала</p>	<p><b>Направления развития:</b></p> <p>В6С4С7С2С8С6 Совмещение различных функций в едином устройстве позволит сделать данный продукт лучшим на существующем рынке.  В2В6С1С4С5С6С8С9 Многофункциональность объекта, использование высококачественных материалов, а также простота эксплуатации — делает данное устройство актуальным для разных групп лиц.  В3С2С3С4С7С10 Многофункциональное устройство, увеличение конкурентоспособности.  В4В5С4С7 Наполнение одного объекта функционалом других исключит необходимость в большем количестве предметов.  В3С3С6С10 Создание фирменного стиля, узнаваемого бренда.</p>	<p><b>Сдерживающие факторы:</b></p> <p>В1В2В4Сл1 Проблемы с удешевлением в связи с дороговизной материала  В2Сл2 Некоторым людям не нужен подобный функционал и проще купить не дизайнерские светильники.  В3Сл2 Переизбыток товаров на рынке.  В3Сл2 Появление постоянных конкурентов.</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>Уязвимости:  У1. Исчезновение заинтересованных групп лиц.  У2. Развитая конкуренция технологий производства</p>	<p><b>Угрозы развития:</b></p> <p>У1С4С3С7С1 Увеличить вариативность комплектации под большее количество возможностей, возложить дополнительную функцию на форму.  У2С5С8 Возможность потери актуальности данного проекта при условии появления более совершенствованных технологий.</p>	<p><b>Уязвимости:</b></p> <p>У1Сл2 Возможный низкий спросе при высокой конкуренции при условии небольшой разницы в цене продуктов.  У2Сл2Сл1 Конкуренты с устойчивой клиентской базой, зарекомендовавшей себя на данном рынке.</p>



Таблица Б.3 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	Номер работ	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение ТЗ	Руководитель ВКР
Выбор направления исследований	2	Изучение материалов по теме	Студент
	3	Анализ аналогов	Студент
	4	Выбор направления	Руководитель ВКР, студент
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель ВКР, студент
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Эскизирование, формообразование	Студент
	7	Эргономический анализ	Руководитель ВКР, студент
	8	Анализ колористики	Студент
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель ВКР, студент
	10	Определение целесообразности работы	Руководитель ВКР, студент

Таблица Б.4 – Временные показатели поведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$	Длительность работ в календ. днях $T_{Ki}$
	$t_{min}$ , чел-дни	$t_{max}$ , чел-дни	$t_{ожи}$ , чел-дни			
1 Составление технического задания	2	5	3.2	Руководитель	3.2	4.7
2 Подбор и изучение материалов по теме	5	10	7	Исполнитель	7	10
3 Анализ существующих аналогов	4	7	5.2	Исполнитель	5.2	7.7
4 Выбор вариантов дизайн-решений	2	4	2.8	Руководитель Исполнитель	1.4	2.1
5 Календарное планирование работ по теме	2	3	2.4	Руководитель Исполнитель	1.2	1.8
6. Бионический, эргономический и тектонический анализ	4	5	4.4	Исполнитель	4.4	6.5
7 3D моделирование	15	18	16.2	Исполнитель	16.2	23.9
8 Разработка графического материала по бионическому, эргономическому и тектоническому анализу	4	6	4.8	Исполнитель	4.8	7.1
9 Оформление чертежей	4	6	4.8	Исполнитель	4.8	7.1

Продолжение таблицы Б.4 – Временные показатели поведения научного исследования

10 Оформление планшетов, альбома, презентации в общем фирменном стиле	5	8	6.2	Исполнитель	6.2	9.2
11 Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	8	11	9.2	Исполнитель	9.2	13.6
12 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	6	8	6.8	Руководитель Исполнитель	3.4	5
13 Социальная ответственность	7	8	7.4	Руководитель Исполнитель	7.4	5.5
<b>Итого</b>	19	28	22.6	Руководитель	12.9	19.1
	66	94	77.2	Исполнитель	67.5	99.7

Таблица Б.5 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ ра бо т	Вид работ	Испол нители	T Кi  кал. дн.	Продолжительность выполнения работ											
				сент	октяб	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	апрель	май			
1	Составление ТЗ	Исп.1	4	■											
2	Календарное планирование выполнения ВКР	Исп. 1 Исп. 2	4	■	▨										
3	Подбор и изучение материалов по теме, анализ существующих аналогов	Исп. 2	37	▨	▨										
4	Выбор вариантов дизайн-решений	Исп. 2	37			▨									
5	Колористический, функциональный и эргономический анализ	Исп. 2	108			▨	▨	▨	▨	▨					
6	3D моделирование, макетирование	Исп. 2	33							▨	▨				
7	3D визуализация (видеоролик)	Исп. 2 Исп. 3	7							■	■				
8	Оформление чертежей	Исп. 2 Исп. 3	7							■	■				
9	Оформление планшетов, альбома, презентации в общем фирменном стиле	Исп. 2	15							▨	▨				
10	Изготовление окончательного варианта макета	Исп. 2	25									▨			
11	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-	Исп. 2	31										▨	▨	▨

	технической документации)														
12	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Исп. 2 Исп. 3	13												▨ ■
13	Социальная ответственность	Исп. 2 Исп. 3	13												▨ ■

■ Исп. 1 – научный руководитель

▨ Исп. 2 – студент-дизайнер

■ Исп. 3 – консультант

Таблица Б.6 – Сравнительная оценка дизайнерских характеристик дизайн-проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Прибор разработки данной ВКР	Модульный светильник фирмы «Ledlife»	Модульный светильник фирмы «Светмаркет»	Светильник на каркасе «Армстронг»
1. Функциональность	0.2	5	2	4	2
2. Удобство в эксплуатации	0.1	5	3	5	2
3. Эргономичность и износостойкость	0.2	5	4	5	3
4. Внешний дизайн	0.3	5	1	3	4
5. Простота в эксплуатации	0.1	5	3	4	1
Итого	1	25	13	21	12

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

Данные к главе 5

Таблица В.1 – вредные и опасные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
2. Превышение уровня шума		+	+	СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
3. Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	Требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.

Таблица В.2 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
	Iб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
	IIa (175-232)	19-21	18-22	60-40	0,2
	IIб (233-290)	17-19	16-20	60-40	0,2
	III (более 290)	16-18	15-19	60-40	0,3
Теплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1
	Iб (140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1
	IIa (175-232)	20-22	19-23	60-40	0,2
	IIб (233-290)	19-21	18-22	60-40	0,2
	III (более 290)	18-20	17-21	60-40	0,3