



Инженерная школа новых производственных технологий  
Направление подготовки 12.04.02 Оптотехника  
Отделение материаловедения

### **МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

| Тема работы                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Разработка комплексного светотехнического решения административного здания с прилегающей территорией</b> |

УДК 628.97:[721.054+721.051]

Студент

| Группа | ФИО                           | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------------|---------|------|
| 4BM11  | Неверовская Виктория Игоревна |         |      |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО           | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|------------------------|---------|------|
| доцент ОМ | Коржнева Т.Г. | к.т.н.                 |         |      |

### **КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО          | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|--------------|------------------------|---------|------|
| Профессор | Гасанов М.А. | д.э.н.                 |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО            | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------|------------------------|---------|------|
| Доцент    | Антоневич О.А. | к.б.н.                 |         |      |

### **ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Руководитель ООП | ФИО             | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|-----------------|------------------------|---------|------|
| профессор ОМ     | Полисадова Е.Ф. | д.ф.-м.н.              |         |      |

Томск – 2023 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

| Код                                            | Результат освоения ООП                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b><i>Универсальные компетенции</i></b>        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| УК(У)-1                                        | Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| УК(У)-2                                        | Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| УК(У)-3                                        | Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| УК(У)-4                                        | Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия                                                                                                                                                                                                                                           |
| УК(У)-5                                        | Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| УК(У)-6                                        | Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b><i>Общепрофессиональные компетенции</i></b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| ОПК(У)-1                                       | Способен представлять современную картину мира научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом специфики исследований для разработки оптической техники, оптических материалов и технологий оптического производства |
| ОПК(У)-2                                       | Способен организовать проведение научного исследования и разработку, представлять и аргументированно защищать                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                            | полученные результаты интеллектуальной деятельности, связанные с научными исследованиями в области оптической техники, оптико-электронных приборов и систем                                                                                                                                                                               |
| ОПК(У)-3                                   | Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач                                                                                                                                                      |
| <b><i>Профессиональные компетенции</i></b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| ПК(У)-1                                    | Способность к анализу состояния научно-технической проблемы, формированию технического задания и постановке цели и задач в сфере проектирования оптических и оптико-электронных приборов, систем и комплексов, в области исследования оптических материалов и технологий на основе подбора и изучения литературных и патентных источников |
| ПК(У)-2                                    | Способность к моделированию работы оптико-электронных приборов и светотехнических устройств на основе физических процессов и явлений, выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи                                                                                            |
| ПК(У)-3                                    | Способность к выбору оптимального метода и разработке программ экспериментальных исследований, проведению оптических, фотометрических и электрических измерений с выбором технических средств и обработкой экспериментальных данных                                                                                                       |
| ПК(У)-4                                    | Способность к разработке и внедрению фотонных и оптических технологий, к разработке методов контроля качества материалов и изделий, составлению программ испытаний современных светотехнических и оптических приборов и устройств, фотонных материалов.                                                                                   |

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК(У)-5                                                 | Способность конструировать и проектировать отдельные узлы и блоки для осветительной, облучательной, оптико-электронной, лазерной техники, оптоволоконных, оптических, оптико-электронных, лазерных систем и комплексов, осветительных и облучательных установок различного назначения. |
| ПК(У)-6                                                 | Способность применять современную элементную базу электротехники, электроники и микропроцессорной техники при разработке и проектировании оптических и светотехнических систем, приборов деталей и узлов оплотехники;                                                                  |
| ПК(У)-7                                                 | Способность проводить научные исследования и опытно-конструкторские работы в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий                                                                                                                                   |
| <b><i>Профессиональные компетенции университета</i></b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ДПК (У)-1                                               | Способен проектировать и организовывать учебный процесс по образовательным программам с использованием современных образовательных технологий                                                                                                                                          |



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

Школа ИШНПТ

Направление подготовки (специальность) 12.04.12 «Оптотехника»

Отделение школы

(НОЦ) Материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

Е.Ф. Полисадова

(Подпись) (Дата)

(Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

магистерской диссертации

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

Студенту:

| Группа | ФИО                           |
|--------|-------------------------------|
| 4BM11  | Неверовской Виктории Игоревне |

Тема работы:

**Разработка комплексного светотехнического решения административного здания с прилегающей территорией**

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

#### Исходные данные к работе

(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.).

Литература по теме ВКР. Объект исследования – комплексное светотехническое решение административного здания с прилегающей территорией.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(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).</i></p> | <p>1. Обзор литературы: критерии оценки искусственной световой среды города, световое загрязнение, светокомпозиционные решения для обеспечения образной выразительности светового ансамбля, нормативные требования к архитектурному, ландшафтному и функциональному освещению территорий;</p> <p>2. Анализ существующего освещения исследуемой территории;</p> <p>3. Разработка концепции комплексного освещения территории.</p> |
| <p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p>1.Существующая концепция освещения территории;</p> <p>2.Разработанная концепция освещения территории.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p><b>Раздел</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p><b>Консультант</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p>Финансовый менеджмент</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p>Гасанов М.А., профессор</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <p>Социальная ответственность</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>Антоневич О.А., доцент</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны иностранном языке:</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p>Искусственная световая среда города</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 ОМ | Коржнева Т.Г. | К.Т.Н.                 |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                           | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------------|---------|------|
| 4ВМ11  | Неверовская Виктория Игоревна |         |      |

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

Студенту:

| Группа | ФИО                           |
|--------|-------------------------------|
| 4BM11  | Неверовской Виктории Игоревне |

| Школа               | ИШНПТ        | Отделение школы (НОЦ)     | Отделение материаловедения |
|---------------------|--------------|---------------------------|----------------------------|
| Уровень образования | Магистратура | Направление/специальность | 12.04.02 Оптехника         |

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

|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i> | Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска<br>Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ |
| 2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>                                                                                           | Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование                                                                                                                             |
| 3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>                                  | Отчисления во внебюджетные фонды 30 %                                                                                                                                                    |

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

|                                                                                                                    |                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>                                                     | Расчет конкурентоспособности<br>SWOT-анализ                                                                                    |
| 2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>                                                            | Структура работ. Определение трудоемкости.<br>Разработка графика проведения исследования                                       |
| 3. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i> | Расчет бюджетной стоимости НИ                                                                                                  |
| 4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>                                           | Интегральный финансовый показатель.<br>Интегральный показатель ресурсоэффективности.<br>Интегральный показатель эффективности. |

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

|                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------|
| 1. <i>«Портрет» потребителя результатов НТИ</i>                          |
| 2. <i>Сегментирование рынка</i>                                          |
| 3. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>               |
| 4. <i>Матрица SWOT</i>                                                   |
| 5. <i>График проведения и бюджет НТИ</i>                                 |
| 6. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ</i> |

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

**Задание выдал консультант:**

| Должность | ФИО                       | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------------------|------------------------|---------|------|
| Профессор | Гасанов Магеррам Али оглы | д-р экон. наук         |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                           | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------------|---------|------|
| 4BM11  | Неверовская Виктория Игоревна |         |      |

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

|                     |                                                    |                               |                            |
|---------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Группа              |                                                    | ФИО                           |                            |
| 4BM11               |                                                    | Неверовской Виктории Игоревне |                            |
| Школа               | Инженерная школа новых производственных технологий | Отделение (НОЦ)               | Отделение материаловедения |
| Уровень образования | Магистратура                                       | Направление/специальность     | 12.04.02 Оптотехника       |

Тема ВКР:

| Разработка комплексного светотехнического решения административного здания с прилегающей территорией                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Введение</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</li> <li>– Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</li> </ul>                                                                                 | <p>Объект исследования: комплексное светотехническое решение административного здания с прилегающей территорией.</p> <p>Область применения: светотехника, светодизайн.</p> <p>Рабочая зона: офис.</p> <p>Размеры помещения: 34,52 м².</p> <p>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: стационарный компьютер 11 шт.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</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>– ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования;</li> <li>– ГОСТ Р 50923-96 Дисплей. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения;</li> <li>– Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001;</li> <li>– Федеральный закон "О специальной оценке условий труда" от 28.12.2013 N 426-ФЗ</li> </ul>                                                                                                                                                         |
| <b>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</li> <li>– Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора</li> </ul>                                                                                                   | <p><b>Опасные факторы:</b></p> <p>1. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий.</p> <p><b>Вредные факторы:</b></p> <p>1. Повышенный уровень шума;</p> <p>2. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;</p> <p>3. Производственные факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия на организм человека</p> <p><b>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:</b> защитное заземление устройств ПЭВМ.</p> <p><b>Расчет:</b> расчет системы искусственного освещения.</p> |

|                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3. Экологическая безопасность <u>при разработке проектного решения</u></b>            | <b>Воздействие на селитебную зону:</b> не происходит.<br><b>Воздействие на литосферу:</b> образование отходов при выходе из строя персонального компьютера, возникновение отходов при печати.<br><b>Воздействие на гидросферу:</b> не происходит.<br><b>Воздействие на атмосферу:</b> не происходит. |
| <b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях <u>при разработке проектного решения</u></b> | <b>Возможные ЧС:</b><br>Природные катастрофы (наводнения, цунами, ураган и т.д.).<br><b>Наиболее типичная ЧС:</b> пожар на рабочем месте.                                                                                                                                                            |
| <b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

**Задание выдал консультант:**

| Должность | ФИО                        | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------------------|------------------------|---------|------|
| доцент    | Антоневич Ольга Алексеевна | к.б.н.                 |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                           | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------------|---------|------|
| 4BM11  | Неверовская Виктория Игоревна |         |      |

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 129 с., 43 рис., 28 табл., 50 источников.

Ключевые слова: освещение, освещенность, яркость, архитектурное освещение, искусственный свет.

Объектом исследования является комплексное светотехническое решение административного здания с прилегающей территорией.

Цель работы – разработать проект искусственной световой среды природного комплекса г. Томск при учете различных типов восприятия человеком архитектурных объектов, взаимодействия света и архитектуры (тектоники), а также влияния искусственного света на эмоциональное состояние посетителей парков и ландшафтных зон.

В процессе исследования проводились литературный обзор иностранных и отечественных источников, существующих норм освещения, анализ существующего освещения объекта исследования.

В результате исследования получена концепция комплексного освещения административного здания с прилегающей территорией, которая соответствует нормам освещения и создаёт уникальный ночной облик здания.

Степень внедрения: усовершенствование существующей системы освещения городского пространства.

Область применения: проектирование комплексного освещения.

Экономическая значимость работы обусловлена оптимизацией существующего освещения объекта исследования.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

**СП** – свод правил.

**СНиП** – строительные нормы и правила.

**КСС** – кривая силы света.

**КЦТ** – коррелированная цветовая температура.

**СП** – световой прибор.

**RGB** (red, green, blue) – цветовая модель, как правило, описывающая способ кодирования цвета для цветовоспроизведения с помощью трёх цветов, которые принято называть основными.

## Оглавление

|                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Введение .....                                                                                                  | 15 |
| 1 Искусственная световая среда города .....                                                                     | 19 |
| 1.1 Критерии оценки искусственной световой среды города .....                                                   | 19 |
| 1.2 Световое загрязнение .....                                                                                  | 28 |
| 1.3 Светокомпозиционные решения для обеспечения образной<br>выразительности светового ансамбля .....            | 34 |
| 1.4 Анализ нормативных требований к архитектурному, ландшафтному и<br>функциональному освещению территорий..... | 37 |
| 1.4.1 Архитектурное освещение .....                                                                             | 37 |
| 1.4.2 Ландшафтное освещение .....                                                                               | 38 |
| 1.4.3 Освещение парковок .....                                                                                  | 38 |
| 1.4.4 Освещение тротуаров.....                                                                                  | 38 |
| 1.4.5 Освещение площадки перед входом в здание.....                                                             | 38 |
| 2 Анализ существующего освещения .....                                                                          | 39 |
| 2.1 Визуальная оценка существующей концепции освещения.....                                                     | 39 |
| 2.2 Измерение существующего освещения.....                                                                      | 42 |
| 3 Разработка комплексного светотехнического решения .....                                                       | 49 |
| 3.1 Разработка концепции архитектурного освещения .....                                                         | 49 |
| 3.2 Разработка концепции ландшафтного освещения.....                                                            | 56 |
| 3.3 Разработка концепции освещения парковок.....                                                                | 61 |
| 3.4 Разработка концепции освещения тротуаров .....                                                              | 64 |
| 3.5 Общая концепция освещения .....                                                                             | 66 |
| 4 «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»<br>.....                                    | 69 |
| 4.1 Предпроектный анализ.....                                                                                   | 70 |

|                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....                                                                      | 70 |
| 4.1.2 Анализ конкурентных решений.....                                                                                              | 71 |
| 4.1.3 SWOT-анализ.....                                                                                                              | 73 |
| 4.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации .....                                                                            | 77 |
| 4.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического<br>исследования .....                                                 | 80 |
| 4.2 Инициация проекта .....                                                                                                         | 80 |
| 4.2.1 Цели и результаты проекта .....                                                                                               | 80 |
| 4.2.2 Ограничения и допущения проекта.....                                                                                          | 82 |
| 4.3 Планирование управления научно-техническим проектом .....                                                                       | 83 |
| 4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования.....                                                                           | 83 |
| 4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка<br>графика проведения .....                                            | 84 |
| 4.3.3 Бюджет научного исследования .....                                                                                            | 89 |
| 4.3.3.1 Специальное оборудование для научных (экспериментальных)<br>работ .....                                                     | 89 |
| 4.3.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы.....                                                                            | 89 |
| 4.3.3.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы .....                                                                     | 91 |
| 4.3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) .....                                                               | 91 |
| 4.3.3.5 Бюджетная стоимость НИР .....                                                                                               | 92 |
| 4.3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой,<br>бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования . | 92 |
| Выводы по главе.....                                                                                                                | 96 |
| 5 «Социальная ответственность» .....                                                                                                | 97 |
| 5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....                                                                | 97 |

|                                                                                                                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны)                                                                                                  | 97  |
| 5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны                                                                                                   | 98  |
| 5.2 Производственная безопасность .....                                                                                                                         | 99  |
| 5.2.1 Недостаточная освещенность рабочей зоны.....                                                                                                              | 100 |
| 5.2.2 Повышенный уровень шума .....                                                                                                                             | 103 |
| 5.2.3 Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий ..... | 104 |
| 5.2.4 Производственные факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия на организм человека .....                                              | 105 |
| 5.3 Экологическая безопасность .....                                                                                                                            | 105 |
| 5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....                                                                                                                 | 106 |
| Выводы по главе «Социальная ответственность» .....                                                                                                              | 109 |
| Заключение .....                                                                                                                                                | 110 |
| Список использованной литературы.....                                                                                                                           | 111 |
| Приложение А .....                                                                                                                                              | 117 |

## **Введение**

Никто уже не представляет современное городское пространство без искусственного освещения. По большей части именно в вечернее время человек возвращается с работы, ходит в магазины или прогуливается по улицам и рекреационным зонам города. Как следствие, потребность в качественном, продуманном и экономически выгодном искусственном освещении городского пространства очень высока.

Именно поэтому искусственное освещение городских пространств стало неотъемлемой частью инженерной инфраструктуры города. Появилось оно спонтанно, можно сказать, что возникло в результате эволюции благоустройства городского пространства. И на сегодняшний день плотно укоренилось, заняв нишу обязательного обеспечения города.

На сегодняшний день в городе Томск активно развивается не только базовая подсветка городских пространств с использованием современных осветительных приборов, но и архитектурно-дизайнерская подсветка зданий. Также внедряются отдельные световые конструкции, например, качели в микрорайоне «Северный парк» и в Городском саду. Однако, на довольно низком уровне остаётся освещение рекреационных зон с точки зрения не только существующих нормативов, но и влияния такого освещения на человека и природу.

Актуальность работы:

Роль света в городской среде нельзя переоценить. Искусственное уличное освещение имеет большое социокультурное значение, именно оно влияет на ощущение безопасности и комфорта в тёмное время суток. Освещение зданий в свою очередь способно украсить городскую среду, акцентировать внимание на назначении здания, а также подчеркнуть его уникальную архитектуру. От комплексности формирования световых элементов вечерней среды города в большей степени будет зависеть эстетическая составляющая городского пространства.

Функциональное, ландшафтное, архитектурное и информационное – это основные виды освещения, проектируемые в соответствии с разработанными и утверждёнными нормами и требованиями. Именно совокупность этих видов освещения и формирует световую среду городских пространств. Для функционального освещения, например, большую роль играют видимость и различимость, а для архитектурного освещения важен комфорт восприятия и эстетика. Только строгое исполнение требований и норм может обеспечить человеку ощущение безопасности в темное время суток, но оно не справится с функцией обеспечения информативными, художественными и эстетическими качествами световой среды.

Световой урбанизм зачастую игнорирует вечернюю световую среду в пределах небольших фрагментов пространства. Он не обеспечивает архитектурный контекст. Для поддержания психоэмоционального состояния человека важна индивидуальность и выразительность световой среды.

В процессе разработки комплексного освещения выбранной территории необходимо выявить критерии и определить факторы, которые влияют на соответствие видов освещения и выполняют задачи художественной гармонизации пространства.

Уличное освещение стало неотъемлемой частью городского пространства. За относительно короткий промежуток времени уличное освещение проникло в повседневную жизнь каждого жителя урбанизированных регионов мира, до той степени, что оно практически перестало быть явной частью сознательного опыта. Мы замечаем освещение только тогда, когда оно либо отсутствует, либо работает неправильно. Одна из ключевых идей, которые лежат в основе распространения уличного освещения, заключается в том, что лучшее освещение как негативно связано с уровнем преступности, так и позитивно связано с субъективным ощущением безопасности [1].

Среди множества потенциальных мер установка или улучшение уличного освещения остается одной из наиболее часто используемых

стратегий, направленных на проектирование городской среды таким образом, чтобы снизить уровень преступности и, в конечном счете, улучшить чувство безопасности в общественном пространстве [1].

Особое внимание заслуживает освещение природного ландшафтного массива. Нарушение циркадных циклов обитателей природных зон имеет целый ряд негативных последствий для дикой природы. Рекреационная зона вблизи университетского озера является переходной зоной между наземной и водной средой обитания. Неправильное освещение данной территории может пагубно сказаться на условиях добывания пищи подводными обитателями, а также на суточный цикл уток, населяющих данное озеро [2].

Цель работы:

Разработать проект искусственной световой среды природного комплекса г. Томск при учете различных типов восприятия человеком архитектурных объектов, взаимодействия света и архитектуры (тектоники), а также влияния искусственного света на эмоциональное состояние посетителей парков и ландшафтных зон.

Задачи:

- Исследование критериев оценки городской световой среды и факторов светового загрязнения;
- Исследование светокomпозиционных решений для обеспечения образной выразительности светового ансамбля;
- Выбор приемов и средств утилитарного/ландшафтного и архитектурного освещения;
- Построение трехмерной модели объекта исследования в программном комплексе DIALux для наглядной демонстрации результатов работы.

Научная новизна:

В данной работе рассматривается совокупность аспектов архитектурного и ландшафтного искусственного освещения при разработке светового генплана (на примере природного ландшафтного массива

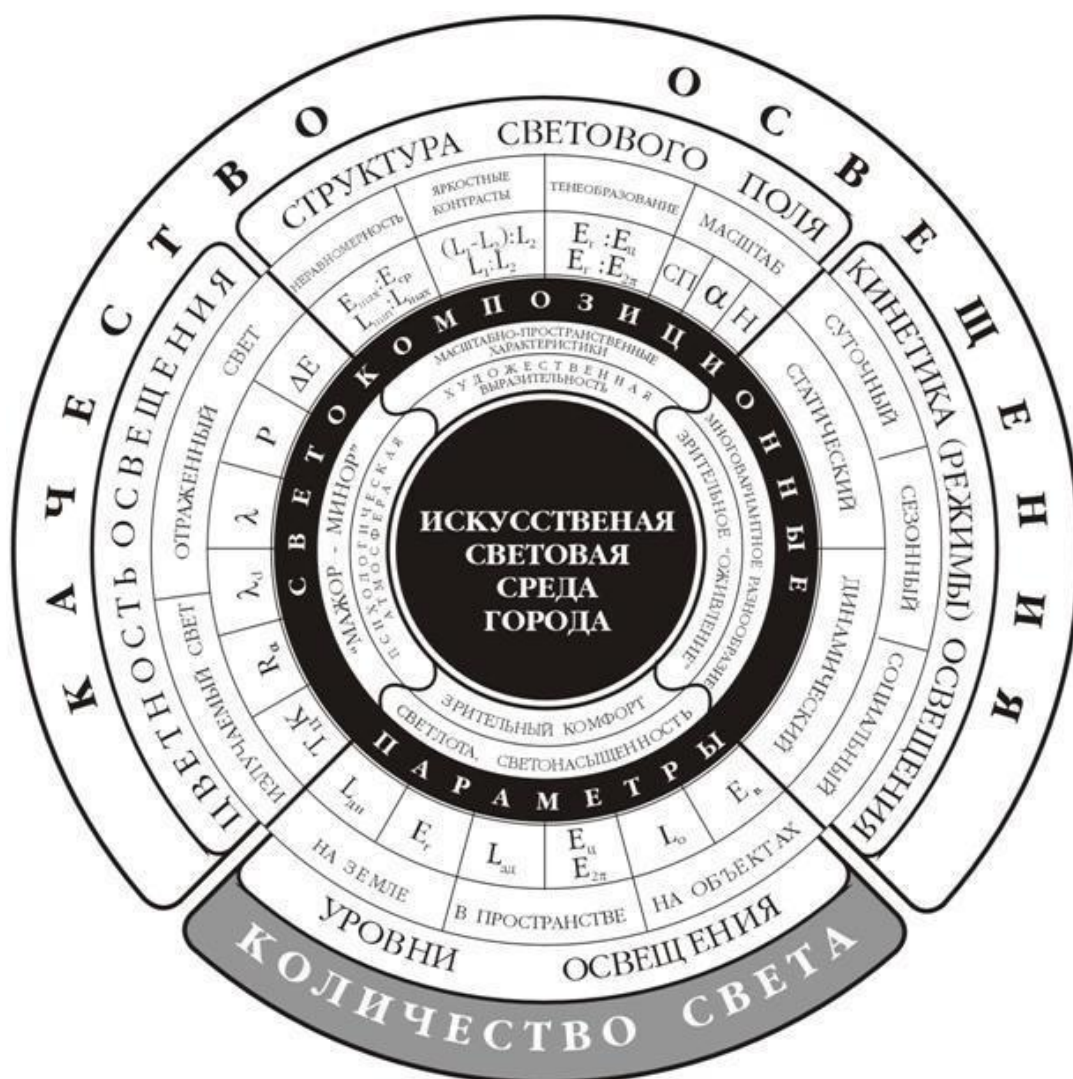
Университетское озеро, г. Томск), что позволяет учесть на этапе проектирования, количественные и качественные характеристики освещения с целью создания комфортной городской световой среды.

## **1 Искусственная световая среда города**

### **1.1 Критерии оценки искусственной световой среды города**

В настоящее время необходима система критериев, которая будет использоваться, чтобы охарактеризовать облик городского пространства в тёмное время суток. Помимо характеристик, которые уже используют светотехники, необходима качественная оценка освещения. А именно характеристики, позволяющие оценить качество освещения определяется распределением света в пространстве, во времени и по спектру, контрастностью освещения и степенью слепимости светящихся элементов [3].

Система критериев включает в себя уровни освещения, количественный критерий определяющий светлоту и светонасыщенность пространства, а также критерии качества, которые включают доминирующую цветность, кинетику освещения и структуру светового поля, от которой зависят качество и масштаб создаваемого светопространства (рис. 1) [3].



Принятые обозначения и сокращения:

- $E_h, E_v, E_{\alpha}, E_{2\pi}$  - освещенность горизонтальная, вертикальная, цилиндрическая, полусферическая, лк  
 $L_{\text{дн}}, L_o, L_{\text{эл}}$  - яркость дорожного полотна, объектов, адаптации, кд/м<sup>2</sup>  
 $T_K$  - цветовая температура источников света  
 $R_a$  - общий индекс цветопередачи источников света  
 $\lambda$  - цветовой тон, нм  
 $\lambda_d$  - доминирующая длина волны излучения, нм  
 $P$  - чистота цвета, %  
 $\Delta E$  - цветовой контраст  
 $СП$  - протяженность светопространства, м  
 $\alpha_{\text{иН}}$  - угловой размер и высота освещаемого (светящего) элемента над горизонтом, м

Рисунок 1 – Критерии оценки искусственной световой среды города

Одна из количественных характеристик – это светлота пространства, она определяется в поле зрения человека. Ощущение зрительного комфорта

устанавливается с достаточной точностью при оценке светлоты пространства. На данный момент нет научно-обоснованных и точных критериев для определения количественной световой усредненности. В нормативных документах по архитектурному освещению СНиП II-4-79, примененных в период 80-90-х годов в СССР, такая оценка производилась с помощью определения средней яркости адаптации для улиц и площадей, относящихся к определенной категории [3]. В настоящее время горизонтальную освещенность и яркость определяют нормы СП 52.13330.2016 [4].

Психологический аспект освещения пространства при свободном его обзоре рассматривается через показатель насыщенности светом и зависит от уровня и распределения яркостей в поле зрения. В контексте пешеходных пространств, светонасыщенность является второй количественной характеристикой светлоты, она ассоциируется с образом «солнечности» и рассчитывается с помощью величины цилиндрической освещенности [3].

В отечественных нормах наружного освещения главных пешеходных улиц города, величина средней полуцилиндрической освещенности не должна быть менее 6 лк на высоте 1,5 метра над землей, а величина минимальной полуцилиндрической освещенности не должна быть менее 2 лк на высоте 1,5 метра над землей [4]. Однако, зарубежные публикации и исследования показывают, что в светлых пространствах цилиндрическая освещенность почти на порядок выше, чем предписывают отечественные нормы [3].

Ещё одна характеристика, являющаяся качественной – это доминирующая цветность освещения. Другими словами, её можно описать, как спектральное распределение излучения. Именно оно и определяет условия цветоадаптации. С точки зрения оптики, они выступают как пространствоформирующие и цветоадаптирующие. Если в одном пространстве функционирует несколько разноспектральных осветительных установок, например, функциональная, рекламная и архитектурная, то за адаптирующую будет приниматься цветность установки, которая имеет

большую мощность и освещает большую территорию (или большую часть поля зрения человека) [3].

Чтобы охарактеризовать цветность освещения, применяют два показателя – цветовая температура и доминирующая длина волны излучения источника, также применяют общий индекс цветопередачи для оценки качества цветопередачи источника. Данный фактор принято оценивать, как эмоциональный и зрительно активный, при этом в существующих нормативных документах имеются рекомендации относительно цветовой температуры и общего индекса цветопередачи источников света [3].

Ещё одним критерием, используемым при оценке качества световой среды, является распределение света во времени, также его называют кинетикой освещения. Чаще всего его используют в рекламном освещении, но сюда можно отнести и архитектурные и функциональные установки, которые отключают в ночное время. Хотя это и не сказывается положительно на художественное восприятие пространства, стоит уточнить, что динамика света в городской среде принимает стихийные масштабы, так как свой вклад вносят автомобильные фары, витринное освещение и прочие установки, которые стали неотъемлемой частью ночной световой среды [3].

Осветительные установки могут иметь статический или динамический режим работы. Сегодня в большинстве осветительных установок применяется традиционный статический режим, который отличается своей технической простотой. Он является стабильным и неизменным, в отличие от меняющегося и живого естественного света. Однако, технический прогресс позволяет создавать искусственный свет, который может быть таким же динамичным и живым, как естественный свет. Режим работы осветительных установок в темное время суток можно разделить на вечерний и ночной [3].

Распределение света во времени можно связывать и с социальными ритмами жизни города (будничные или праздничные режимы), а также с сезонными ритмами (летний, зимний, весенний, осенний режимы).

Светораспределение в пространстве – это ещё один критерий для оценки качества освещения. Оно определяет структуру светового поля в пределах поля зрения человека. Здесь важно учитывать не только различные показатели освещённости, но и слепящее действие, вызываемое световыми приборами, показатели равномерности и контрастности. Они могут быть оценены с помощью количественных соотношений. Например, соотношение  $E_c/E_g$ , характеризует светомоделирующий эффект освещения в пешеходных зонах [3].

Наиболее сложным и важным критерием в оценке структуры световой среды является масштаб создаваемого светового пространства, называемый масштабом освещенности (рис. 2). Он оценивается как в соотношении с размерами человека, так и в соразмерности к неосвещенным элементам, попадающим в поле зрения человека. Обычно, освещают только эстетически важные объекты на местности и функциональные зоны. Сложность использования этого критерия заключается в визуальной неоднозначности границ и трудности улавливания размеров создаваемого светового пространства, особенно при низкой интенсивности света на "планшете", так как в этом случае потенциал зрительной иллюзии наиболее велик. Учитывая вариативность условий адаптации и наблюдения за движущимися людьми в городской среде, наиболее подходящим критерием для оценки масштаба является диапазон светового пространства, учитывающий заданные фотометрические параметры, угловые размеры освещения и светящихся объектов и их высоту над горизонтом. Стоит учитывать, что световое пространство, формируемое искусственными источниками света, зачастую сильно отличается от дневного светового пространства [3].

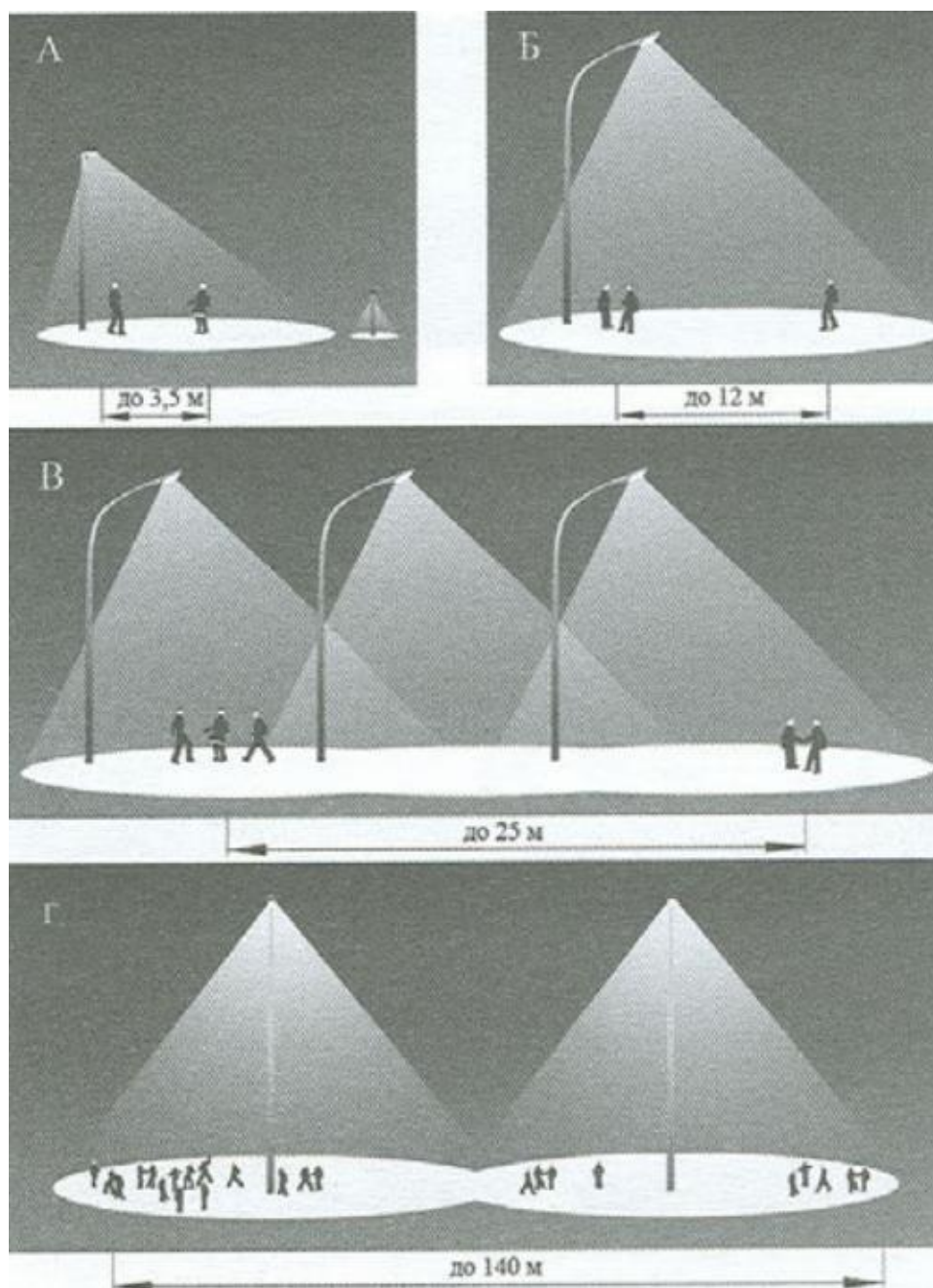


Рисунок 2 – Масштабные характеристики светопроств: А, Б – для индивидуальных контактов, В – для группового общения, Г – для массовых мероприятий

Масштаб светопроств определяют не только по функциональному зонированию города, но и с учётом восприятия дистанции человеком (рис. 3) [3].

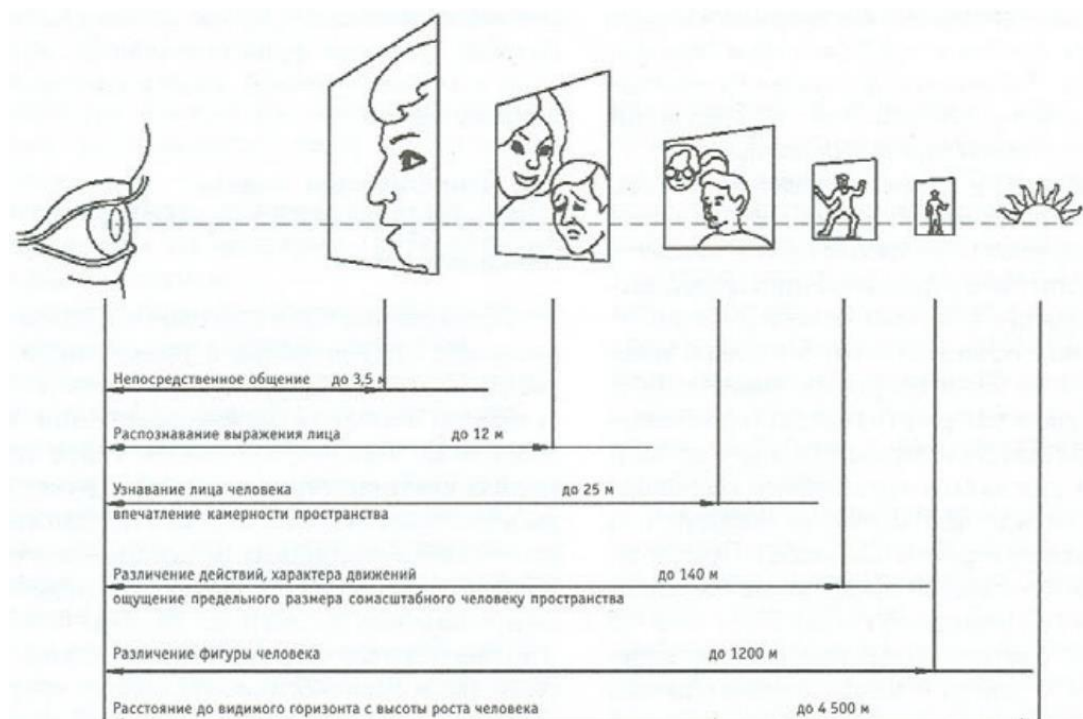


Рисунок 3 – Дистанционный масштаб зрения: оценка расстояния и размеров пространства через характерные особенности восприятия лица и фигуры человека

Масштаб восприятия определяется угловым размером видимых (при ночном освещении) объектов, в том числе людей, их лиц и фигур, и разрешающей способностью глаза в специфическом режиме. Зрительные характеристики при восприятии человеческих фигур и лиц в городских пространствах зависят от расстояния наблюдения и условий освещения, которые также влияют на пространственное восприятие. В дневное время и при достаточном искусственном освещении интонацию разговора можно услышать на расстоянии 2,5 м; до 3,5 м - это расстояние, на котором небольшие группы могут общаться непосредственно на открытом пространстве; до 12 м можно распознать мимику лица, что облегчает общение между людьми; до 25 м можно распознать лицо человека. Таким образом, городские пространства на расстоянии менее 25 м дают ощущение уединенности и относительной безопасности в ночное время при условии достаточного освещения. С другой стороны, на расстоянии до 140 м при наличии достаточного освещения становятся очевидными модели поведения

человека, и пространства такой длины кажутся человеческому глазу почти гипертрофированными. Это масштаб среднего городского района, который обеспечивает условия для создания коллективного контакта и социальной активности [3].

Предельное расстояние, на котором можно идентифицировать человеческие фигуры днем, составляет 1,2 км, а пластику фасада - до 2 км. Расстояние до горизонта, видимого пешеходом, составляет около 4,5 км, а 5 км считается пределом видимости при дальнем планировании городской панорамы [3].

В большинстве реальных ситуаций высота осветительного прибора от горизонта остается важной для определения масштаба светового пространства и эмоциональной оценки светового ансамбля. Это связано с тем, что угловая величина объекта определяется не только его высотой и расстоянием, но и степенью освещенности всей высоты или ее части (рис. 4). Во многих случаях на улицах освещают только нижние уровни фасадов зданий (первый-второй-третий этажи, обычно с витринами), а в других случаях они "висят" в темном окружении, подчеркивая только венчающий парапет (в виде "световой короны"). Это существенно меняет оценку масштаба, т.е. его восприятие. Освещение вершин высоких зданий и архитектурных сооружений также создает дополнительные впечатления, так как вокруг темной периферии зрительного поля внезапно появляются светлые участки, заставляя взгляд произвольно и быстро смещаться вверх [3].

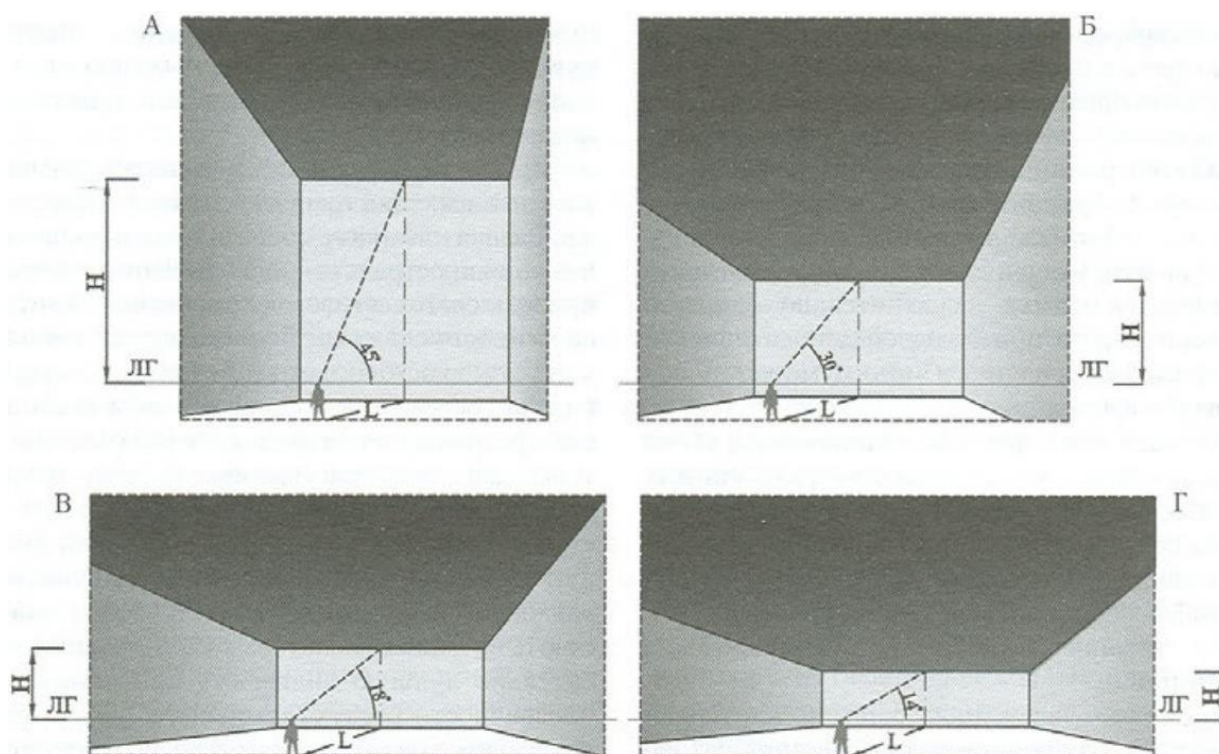


Рисунок 4 – Восприятие архитектурного пространства в зависимости от угловых размеров формирующих его объектов: А - высота фасада  $H$  равна расстоянию до него  $L$ , угол зрения между горизонтом и карнизом здания  $45^\circ$ , ощущение полной замкнутости пространства, хорошие условия восприятия деталей фасада; Б -  $L = 2H$ , угол зрения  $30^\circ$ , нижний предел для создания чувства замкнутости пространства, благоприятные условия восприятия деталей и фасада в целом; В -  $L = 3H$ , угол  $18^\circ$ , чувство минимальной замкнутости пространства, объект еще читается отдельно от дальнего плана, его объемы преобладают над пространством; Г -  $L = 4H$ , угол зрения  $14^\circ$ , отсутствие замкнутости, фасад воспринимается как граница дальнего плана

Науке еще предстоит определить и уточнить численные значения вышеперечисленных параметров и найти новые и лучшие критерии для функциональной, экологической и художественной оценки ночной городской световой среды.

## 1.2 Световое загрязнение

В настоящее время проблема светового загрязнения принимает глобальные масштабы. Оно представляет собой засветку ночного неба, которая возникает в процессе рассеяния искусственного света в нижних слоях атмосферы [5]. При монтаже световых приборов с направлением пучка вверх, а также при отражении искусственного света от поверхностей, возникают световые купола, которые застилают ночное небо. Помимо светового загрязнения, некорректный монтаж приводит к экономическим потерям [6]. Также световое загрязнение в городах усиливается из-за наличия в атмосфере частиц пыли, которые тоже отражают искусственный свет. Наиболее подвержены проблемам светового загрязнения мегаполисы, например, в крупных городах европейских стран наблюдается ежегодный рост от 6 до 12% [7].

Урбанизация, рост населения и экономическое развитие привели к быстрому и постоянному увеличению плотности и распределения искусственного освещения за последние десятилетия [8]. Вносят свой вклад самые разнообразные осветительные приборы, в том числе общественное уличное освещение, рекламное освещение, архитектурное освещение, бытовое освещение и освещение транспортных средств. Наибольшая интенсивность искусственного освещения наблюдается в непосредственной близости (в пределах от нескольких метров до десятков метров) от источников света. В освещенных городских и пригородных районах прямой свет от уличного освещения, бытовых и коммерческих источников, а также свет, отраженный от окружающих поверхностей, может создавать неоднородную световую среду. На гораздо больших территориях, окружающих города и поселки, несколько меньшая интенсивность рассеянного фоновых света обусловлена "свечением неба", искусственным светом, рассеянным в нижних слоях атмосферы. Было доказано, что в условиях облачности в городских

районах эффект свечения неба эквивалентен или превышает величину летнего лунного света на большой высоте [9]; было подсчитано, что около 23% Соединенных Штатов, 37% Европейского Союза, 54% Японии и 5% площади суши в мире регулярно превышают аналогичный порог [10].

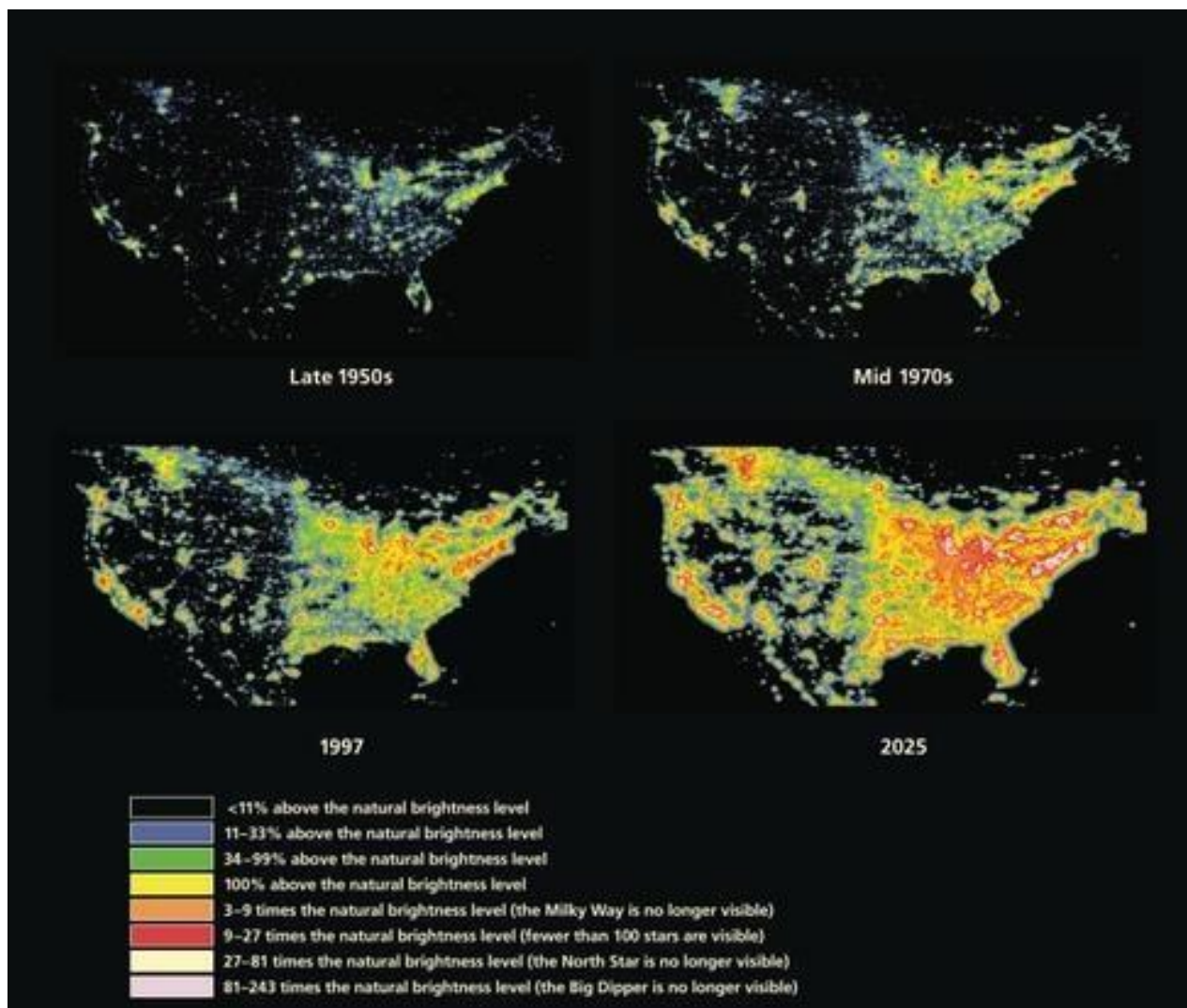


Рисунок 5 – Увеличение яркости искусственного ночного неба в Северной Америке

Ранние муниципальные системы освещения часто функционировали только в безлунные ночи или до полуночи [11]. На протяжении 20-го века производство более дешевых технологий освещения привело к более постоянному уличному освещению в развитых городах, как правило, от заката до рассвета, 365 дней в году. Освещение в коммерческих, промышленных и жилых помещениях может быть постоянно включено или периодически

включаться в темное время суток по соображениям безопасности или удобства, а освещение удобств, например, освещение спортивных площадок, часто концентрируется в часы после захода солнца, что приводит к изменению освещенности в течение ночи [12].

Различные формы искусственного освещения имеют уникальные спектральные характеристики, каждая из которых излучает свет различной интенсивности в определенном диапазоне длин волн [13]. Эти спектральные характеристики отличаются от характеристик естественного прямого и рассеянного солнечного света, сумеречного и лунного света, при этом некоторые типы освещения ограничены очень узкой полосой пропускания, в то время как другие излучают в широком диапазоне длин волн. Раннее электрическое уличное освещение основывалось на лампах накаливания, излучающий в основном в желтых длинах волн, в то время как натриевое освещение низкого давления, широко распространенное в 1960-х и 1970-х годах, излучает один узкий пик в видимом спектре при 589,3 нм, придавая объектам характерный монохроматический оранжевый оттенок. Более современные световые технологии излучают в широком диапазоне длин волн (натриевое освещение под высоким давлением излучает желтый свет, что позволяет различать цвета; газоразрядные лампы высокой интенсивности излучают более белый свет со значительными пиками в синем и ультрафиолетовом диапазонах длин волн, а белое уличное освещение на основе светодиодов обычно излучает на всех длинах волн от 400 до 700 нм с пиками в синем и зеленом цветах). За последние десятилетия спектральное разнообразие источников света увеличилось, и тенденция к внедрению технологий освещения с более широким спектром "белого" света, вероятно, увеличит потенциал воздействия на окружающую среду (в том числе за счет изменения цвета свечения неба) [12].

В сочетании с увеличением пространственного, временного и спектрального распределения ночного светового загрязнения появляется

тенденция серьезного влияния на экологические и эволюционные процессы [13].

Потенциальные пути воздействия светового загрязнения на экосистему следующие, свет воздействует на организмы через зрительную систему у животных, фотосинтетическую систему у растений, а также различные не визуальные пигменты как у растений, так и у животных. Эффекты искусственного освещения обусловлены пространственным рисунком, длинами волн и / или временем источников света. Экологические последствия могут характеризоваться как нарушение информационных потоков и / или изменения в использовании и доступности ресурсов. Степень, в которой эти эффекты влияют на экосистемные процессы, в настоящее время в значительной степени неизвестна [13].

Для оценки светового загрязнения была разработана девятиуровневая шкала яркости ночного неба в определённом месте, которая позволяет количественно определить астрономическую наблюдаемость небесных объектов и помех, вызванных световым загрязнением. Шкала Бортля приведена на рисунке 6 [14].

| Класс | Название                                     | Предельная звездная величина для невооруженного глаза | Яркость неба в зените на угловую секунду | Описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Превосходно-тёмное небо                      | 7,6-8,0                                               | 21,7-22,0                                | Зодиакальный свет, противостояние, зодиакальный пояс видны целиком. Зодиакальный свет очень яркий, зодиакальный пояс просматривается через все небо. Галактика М33 легко видна невооруженным глазом. Облака Млечного Пути в Скорпионе и Стрельце отбрасывают тени на землю. Присутствие на небе Венеры или Юпитера ухудшает темновую адаптацию глаза. Легко различается естественное свечение ночного неба.                                                                                                                                                                                                                            |
| 2     | Истинно-тёмное небо                          | 7,1-7,5                                               | 21,5-21,7                                | Свечение неба слабо просматривается вдоль горизонта. М33 видна прямым зрением. Невооруженный глаз легко видит очень сложные структуры в летнем Млечном Пути. Его яркие участки напоминают мрамор с прожилками, если смотреть в небольшой бинокль. Зодиакальный свет еще достаточно яркий, чтобы отбрасывать слабые тени во время сумерек, отчетливо виден его желтоватый оттенок, если сравнить его с голубовато-белым цветом Млечного Пути. Любые облака в небе видны только как темные пятна или дыры в звездном фоне. Телескоп и окружающие предметы различаются лишь смутно, за исключением случаев, когда они видны на фоне неба. |
| 3     | Деревенское небо                             | 6,6-7,0                                               | 21,3-21,5                                | Слабые признаки засветки проявляются лишь вдоль горизонта. Облака могут быть слабо освещены возле горизонта - там, где небо ярче, - но над головой они темные. Млечный путь еще выглядит сложным; шаровые звездные скопления, например, М4, М5, М15, М22, хорошо видны невооруженным глазом. М33 видна боковым зрением. Зодиакальный свет виден весной и осенью, цвет его различается с трудом.                                                                                                                                                                                                                                        |
| 4     | Деревенско-пригородное небо                  | 6,1-6,5                                               | 20,4-21,3                                | Конусы засветки отчетливо видны над населенными пунктами в нескольких направлениях. Зодиакальный свет виден достаточно хорошо, но не простирается даже до половины небосвода в начале утренних и в конце вечерних сумерек. Млечный Путь высоко над горизонтом выглядит впечатляюще, но в нем мало что различается за исключением самых заметных структур. М33 едва видна боковым зрением. Облака над источником засветки освещены, но над головой все еще темные.                                                                                                                                                                      |
| 5     | Пригородное небо                             | 5,6-6,0                                               | 19,1-20,4                                | Даже в самые лучшие весенние и осенние ночи виден только намек на зодиакальный свет. Млечный Путь очень слаб, невидим вблизи горизонта и с трудом различается над головой. Источники света видны почти во всех направлениях. На большей части или даже на всем небе облака заметно ярче фона.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 6     | Яркое пригородное небо                       | 5,1-5,5                                               | 18,0-19,1                                | Даже в лучшие ночи не видно никаких признаков зодиакального света. Млечный Путь просматривается только в зените. Облака по всему небу довольно яркие. М33 невозможно найти без бинокля, М31 с трудом видна невооруженным глазом.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 7     | Переходное от пригородного к городскому небо | 4,6-5,0                                               |                                          | Фон неба имеет неопределенный серовато-белый оттенок. Яркие источники света видны во всех направлениях, Млечный Путь практически не виден. М44 и М31 едва заметны невооруженным глазом. Облака ярко освещены.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 8     | Городское небо                               | 4,1-4,5                                               | <18,0                                    | Небо белесое или рыжеватое, без труда читаются заголовки газет. Даже в хорошие ночи опытный наблюдатель едва видит М31 и М44. С небольшими телескопами можно отыскать только самые яркие объекты каталога Мессье. Некоторые звезды, которые должны образовывать знакомые контуры созвездий, видны едва-едва или отсутствуют вообще.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 9     | Внутригородское небо                         | 4,0                                                   |                                          | Все небо ярко освещено, даже в зените. Многие из звезд, образующих знакомые созвездия, не видны, а слабые созвездия, такие как Рак и Рыбы, не видны совсем. Кроме, возможно, Плеяд, никакие объекты Мессье глазом не видны. Единственные небесные объекты, на которые приятно смотреть в телескоп, - это Луна, планеты и несколько звездных скоплений (если их удастся найти).                                                                                                                                                                                                                                                         |

Рисунок 6 – Шкала Бортля

На рисунке 7 приведена карта светового загрязнения г. Томска [15].

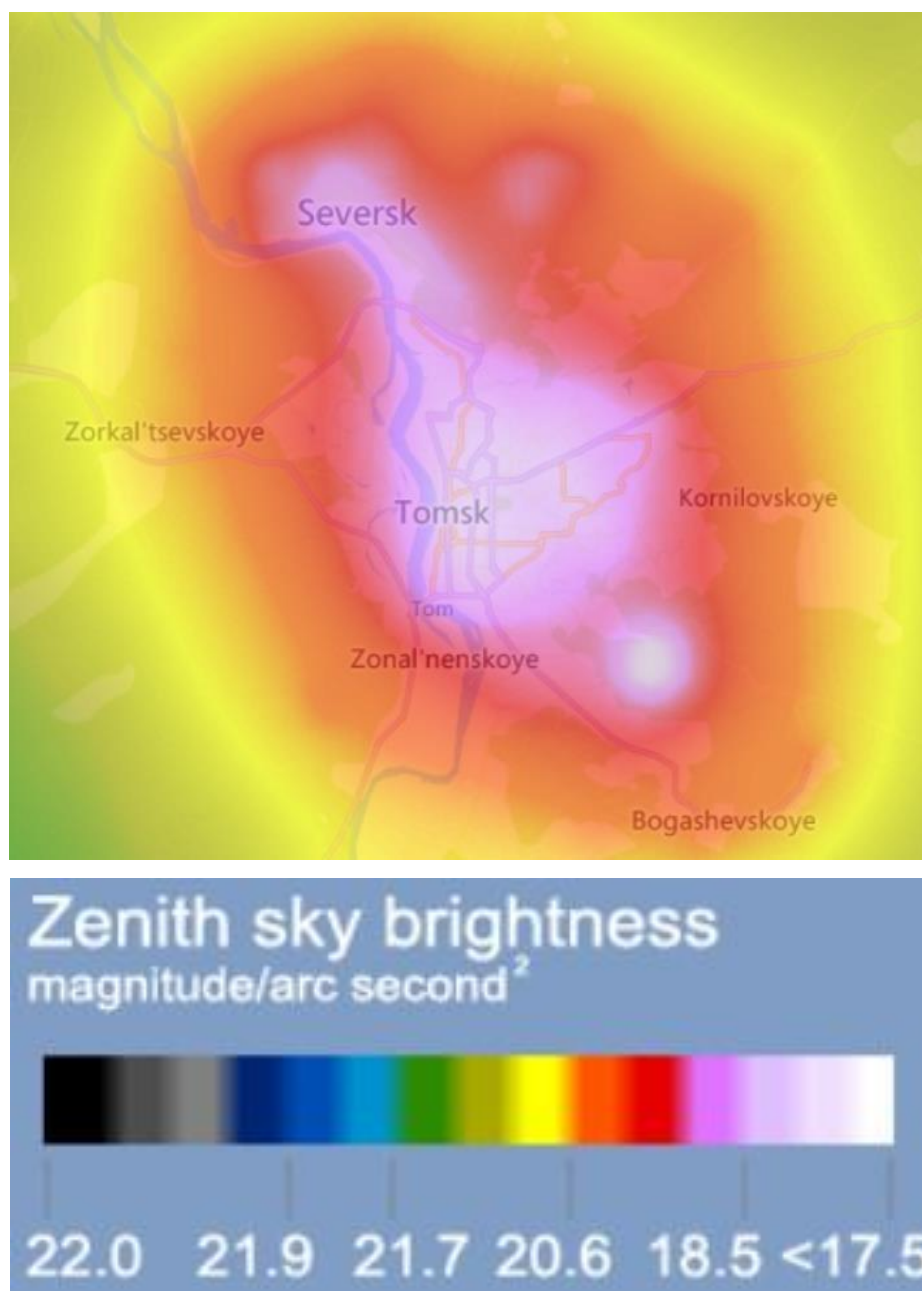


Рисунок 7 – Карта светового загрязнения Томска

Очевидно, что в современном мире невозможно полностью избавиться от искусственного освещения городского пространства, однако, можно уменьшить его количество, и, как следствие, снизить пагубное влияние, если соблюдать некоторые ограничения:

1. Установка на осветительные приборы датчиков движения или таймеров отключения света, если это представляется возможным в конкретном месте городского пространства.
2. Ввод контроля яркости световых приборов и интенсивности световых пучков.
3. При возможности, прекращение освещения объектов, не нуждающихся в освещении.
4. Осуществление контроля за установкой и рабочим состоянием отражателей в световых приборах, свет в световом приборе, по возможности, должен быть направлен вниз.
5. Пропаганда экономии бытового освещения [5].

Подводя итог, можно с уверенностью заявить, что в современном мире остро стоит проблема светового загрязнения. Данную проблему можно назвать глобальной. Если применять описанные выше мероприятия, то влияние светового загрязнения на экологическую обстановку, людей и животных можно сократить.

### **1.3 Светокомпозиционные решения для обеспечения образной выразительности светового ансамбля**

Вопрос архитектурной и объемно-пространственной композиции уже давно изучен многими авторами. Сама по себе архитектурная композиция состоит из пропорций и соотношений элементов здания [16]. Объемная композиция решает задачу организации и гармонизации архитектурно-пространственных форм специфическими средствами и приемами, а свет в свою очередь дополняет и украшает её, выступая неотъемлемым элементом [16, 17, 18, 19, 20].

При формировании уникального архитектурного образа здания или сооружения, одним из основных средств выступает свет, как естественный, так и искусственный. При этом свет может как подчёркивать в темное время суток образ здания, так и изменять его до неузнаваемости. Например, чтобы

подчеркнуть величественности и устойчивость здания, можно выделить его тектонику при помощи искусственного освещения. Или же применить световые эффекты, чтобы поменять его восприятие [21].

Необходимое соблюдения существующих норм освещённости и яркости закрывает лишь проблемы качественного функционального освещения. Если же уделить внимание эстетической составляющей освещения городского пространства, то это может поспособствовать повышению привлекательности городского пространства. Первостепенной задачей формирования привлекательной городской световой среды является единство световой концепции как с архитектурными формами, так и между различными пространствами. Еще одним подходом может являться создание крупных световых панорам. В этом случае фасады зданий, расположенные на одной линии, воспринимаются как единое полотно, которое подчёркивается при помощи искусственного освещения [3, 22, 23].

Во многих сферах жизни человека свет закрепился как художественное средство, позволяющее сформировать уникальное пространство. При этом, для разработки концепции освещения важно комплексно оценить пространство, учесть архитектурные особенности, проанализировать стилистику, после чего адаптировать разрабатываемую концепцию к объекту освещения [24].

Инструментами создания трёхмерной формы в архитектуре являются цвет и свет. Искусственное освещение в своём многообразии, а также различные оптические эффекты, которые он создаёт, моделируют композиции в пространстве. Работа с искусственным светом многообразна, при освещении различных материалов, мы способны создавать абсолютно новые и уникальные световые решения. Так, например, при работе с зеркальными материалами, можно добиться различных эффектов отражения, зеркальной перспективы, динамических бликов, цветных теней или же переотражения рисунка [25].

Стоит отметить, что на восприятия света человеком влияет его психология и физиология. Зрительное восприятие напрямую связано с распределением света на сетчатке глаза. Поэтому при формировании световой

композиции основой должны служить и объемно-пространственный, эстетический и психологический аспекты. Например, используя приём воздушной перспективы, мы можем создать иллюзию глубины пространства.

Из-за несовершенства нашей зрительной системы могут возникать различные визуальные эффекты, например, визуальный эффект ореола, который имеет сложные оптические свойства, связанные с хроматической аберрацией, цветные лучи по-разному фокусируются на сетчатке глаза. Из-за дифракции мы можем искусственно затемнять объекты, а из-за иррадиации осветлять их. Процесс зрения является системой, в которой мы сначала распознаём внешние стимулы, после они преобразуются в импульсы, поступающие в головной мозг, который в свою очередь уже формирует целостные образы. Поэтому оптические особенности и несовершенства нашего зрения влияют на восприятие нами искусственного света [26].

Если учитывать особенности световосприятия человека, а также форму, цвет и структуру освещаемого объекта, то можно правильно подобрать художественные приёмы и средства для составления гармоничной светокомпозиции. Уже в середине XX века существовали примеры использования искусственного цвета в визуальном искусстве. Одним из таких новаторских направлений было оптическое искусство, основоположником которого считают В. Вазарели. Он выступал экспериментатором и создавал композиции с использованием искусственного цвета и геометрических фигур, создавая различные образы и достигая изменения восприятия образов. Результатом его работы стало заключение, что визуальное значение имеют не сами изображения, а их расположение, ритм, кинетика восприятия и вся структура оптического пространства [27].

## **1.4 Анализ нормативных требований к архитектурному, ландшафтному и функциональному освещению территорий**

### **1.4.1 Архитектурное освещение**

Так как объектом исследования является административное здание и прилегающая к нему территория, необходимо изучить существующие требования к архитектурному освещению, чтобы разработанный проект соответствовал нормам.

Нормы для наружного архитектурного освещения зданий и сооружений приведены в Своде правил СП 52.13330.2016 "Естественное и искусственное освещение".

Одним из ключевых требований является отсутствие слепящего действия от осветительных установок на пешеходов и водителей транспортных средств. Это достигается путём оптимального подбора таких характеристик светового прибора, как КСС и мощность, а также во многом зависит от корректного монтажа светового прибора.

Согласно нормам наружного архитектурного освещения городских объектов, средняя яркость фасада освещаемого объекта при заливающим и локальном освещении не должна превышать значения 5 кд/м<sup>2</sup>, а средняя яркость акцентируемого светом элемента значения 15 кд/м<sup>2</sup>.

При проектировании архитектурного освещения рекомендуется использовать световые приборы со светодиодами либо же с разрядными источниками света.

Приборы архитектурного освещения должны располагаться таким образом, чтобы их выходные отверстия не могли оказаться в поле центрального зрения водителей и пешеходов в главных направлениях движения или экранировались светозащитными устройствами.

Коэффициент эксплуатации при проектировании установок архитектурного освещения следует принимать в зависимости от ориентации светового отверстия осветительного прибора и используемого в нем источника света:  $M_F = 0,67$ , если стекло прибора ориентировано вертикально или в

нижнюю полусферу (в пределах угла  $90^\circ - 270^\circ$ ) и  $MF = 0,59$  при ориентации стекла в верхнюю полусферу.

#### **1.4.2 Ландшафтное освещение**

За зданием располагается озеро «Университетское», берег которого благоустроен пешеходными дорожками и зонами отдыха со скамейками. Согласно Своду правил СП 52.13330.2016 "Естественное и искусственное освещение", средняя освещённость пешеходных дорожек в парках и скверах должна быть не менее 4 лк, значение минимальной освещённости должно быть не менее 0,2 лк. Равномерность освещённости на покрытии тротуара должна быть не менее 0,30. Коэффициент эксплуатации принимаем равным 0,67, так как используются светодиодные световые приборы.

#### **1.4.3 Освещение парковок**

Согласно Своду правил СП 52.13330.2016 "Естественное и искусственное освещение", открытые стоянки автомобилей на улицах всех категорий должны иметь среднюю освещённость не менее 6 лк. Коэффициент эксплуатации принимаем равным 0,67.

#### **1.4.4 Освещение тротуаров**

Согласно Своду правил СП 52.13330.2016 "Естественное и искусственное освещение", тротуары, отделенные от проезжей части дорог должны иметь среднюю освещённость не менее 4 лк, минимальную освещённость не менее 0,2 лк, равномерность не менее 0,3.

#### **1.4.5 Освещение площадки перед входом в здание**

Согласно Своду правил СП 52.13330.2016 "Естественное и искусственное освещение", средняя освещённость площадки перед входами культурно-массовых, спортивных, развлекательных и торговых объектов должна составлять не менее 20лк, а минимальная – не менее 0,3 лк.

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

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской работы. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Целью магистерской диссертации является разработка проекта искусственной световой среды природного комплекса г. Томск при учете различных типов восприятия человеком архитектурных объектов, взаимодействия света и архитектуры (тектоники), а также влияния искусственного света на эмоциональное состояние посетителей парков и ландшафтных зон.

Основной задачей данного раздела является определение перспективности конечного продукта, разработанного в рамках научно-исследовательского проекта

## **4.1 Предпроектный анализ**

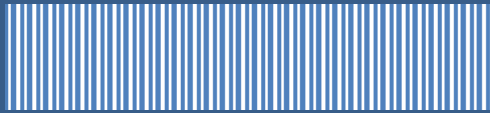
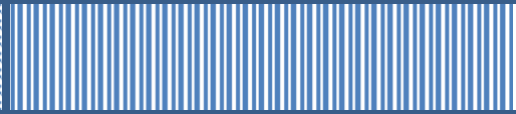
### **4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Разработка, которой посвящена данная работа, представляет собой комплексный проект освещения административного здания и прилегающей территории, включающей природную зону, парковку и тротуар.

Исходя из особенностей светотехнического проекта, можно судить о круге лиц, которые потенциально будут заинтересованы в нём. Целевым рынком нынешней разработки являются собственник здания, для которого разрабатывается проект архитектурного освещения, а также администрация города Томска, которая является владельцем части земельных участков, для которых производится светотехническое проектирование, и которая заинтересованная в улучшении ночного облика города, повышения безопасности населения в тёмное время суток и увеличении привлекательности города для туристов.

Сегментировать рынок услуг можно по степени потребности использования данных расчетов. Результат сегментирования представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Карта сегментирования рынка услуг по разработке проектов освещения.

|        |         | Вид светотехнического проектирования                                              |                                    |                                                                                    |                                              |
|--------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|        |         | Архитектурное освещение                                                           | Утилитарное освещение парковых зон | Утилитарное освещение тротуаров                                                    | Утилитарное освещение автомобильных парковок |
| Размер | Крупные |  |                                    |  |                                              |
|        | Средние |  |                                    |  |                                              |
|        | Мелкие  |                                                                                   |                                    |  |                                              |



Фирма А



Фирма Б



Фирма В

#### 4.1.2 Анализ конкурентных решений

Разработанный светотехнический проект является уникальным в своем роде, так как содержит в себе комплексный проект, направленный на архитектурное и утилитарное освещение, аналогов такому проекту не обнаружено. Поэтому в качестве конкурентных решений были рассмотрены похожие решения по отдельным видам освещения. К примеру, архитектурные проекты освещения светотехнических компаний. В конечном итоге, в качестве конкурирующих решений были выбраны следующие:

1. Архитектурное освещение здания администрации г. Калуга компанией «Promled» – [28]
2. Архитектурное освещение ТЦ «Оранжевый мир» компанией «Архитектурный свет» [29]
3. Архитектурное освещение офисного здания «АО Трест Коксохиммонтаж» компанией «Световые Технологии» [30]

Экспертная оценка основных технических характеристик данных продуктов представлена в таблице 13.

Таблица 13 – оценочная карта сравнения конкурентных технических решений

| №                                                       | Критерии оценки                                                  | Вес критерия | Баллы          |                 |                 |                 | Конкурентоспособность |                 |                 |                 |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                                         |                                                                  |              | Б <sub>ф</sub> | Б <sub>к1</sub> | Б <sub>к2</sub> | Б <sub>к3</sub> | К <sub>ф</sub>        | К <sub>к1</sub> | К <sub>к2</sub> | К <sub>к3</sub> |
|                                                         | 1                                                                | 2            | 3              | 4               | 5               | 6               | 7                     | 8               | 9               | 10              |
| <b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b> |                                                                  |              |                |                 |                 |                 |                       |                 |                 |                 |
| 1                                                       | Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей) | 0,10         | 5              | 4               | 5               | 3               | 0,50                  | 0,40            | 0,50            | 0,30            |
| 2                                                       | Энергоэкономичность                                              | 0,10         | 5              | 4               | 4               | 3               | 0,50                  | 0,40            | 0,40            | 0,30            |
| 3                                                       | Надежность                                                       | 0,15         | 5              | 4               | 5               | 3               | 0,65                  | 0,60            | 0,75            | 0,45            |
| 4                                                       | Простота эксплуатации                                            | 0,05         | 4              | 4               | 4               | 4               | 0,20                  | 0,20            | 0,20            | 0,20            |
| 5                                                       | Визуальная составляющая                                          | 0,10         | 5              | 4               | 3               | 5               | 0,50                  | 0,40            | 0,30            | 0,50            |
| <b>Экономические критерии оценки эффективности</b>      |                                                                  |              |                |                 |                 |                 |                       |                 |                 |                 |
| 1                                                       | Конкурентоспособность продукта                                   | 0,10         | 5              | 4               | 5               | 4               | 0,50                  | 0,40            | 0,50            | 0,40            |
| 2                                                       | Цена                                                             | 0,20         | 3              | 3               | 2               | 5               | 0,60                  | 0,60            | 0,40            | 1,00            |
| 3                                                       | Послепродажное обслуживание                                      | 0,20         | 4              | 4               | 4               | 5               | 0,80                  | 0,80            | 0,80            | 1,00            |
| <b>Итого</b>                                            |                                                                  | <b>1</b>     | <b>39</b>      | <b>36</b>       | <b>36</b>       | <b>34</b>       | <b>4,40</b>           | <b>4,05</b>     | <b>4,05</b>     | <b>4,15</b>     |

Исходя из проведенного анализа можно заключить, что уязвимость конкурентных технологических решений связана, прежде всего с визуальной составляющей и энергоэкономичностью. Визуальная составляющая имеет большую значимость в дневном облике городской среды, одна из основных задач светотехника – минимизация изменения фасада в дневное время. Реализации первых двух конкурентов очень схожи, поэтому коэффициенты их конкурентоспособности едва различимы. Данные компании обладают практически единственным боле-менее значительным достоинством – это уровень их конкурентоспособности, они располагают широкой базой клиентов, наработанной за многие годы, а многие предприятия пользуются их услугами.

Наиболее сильным конкурентом можно считать офисного здания «АО Трест Коксохиммонтаж» компанией «Световые Технологии». Его основными достоинствами являются цена и послепродажное обслуживание.

Преимуществом собственной разработки помимо того, что, она энергоэкономичнее, надёжнее и красивее, можно считать то, что данный продукт на рынке является уникальным. Аналогов разработанному проекту не существует.

#### **4.1.3 SWOT-анализ**

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Матрица составляется на основе анализа рынка и конкурентных технических решений, и показывает сильные и слабые стороны проекта, возможности и угрозы для разработки.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. Матрица SWOT представлена в таблице 14.

Таблица 14 – SWOT-анализ

|  | Сильные стороны                                         | Слабые стороны                                               |
|--|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
|  | С1 Комплексное светотехническое решение в едином стиле. | СЛ1 Высокая стоимость заложенных в проект световых приборов. |

Продолжение таблицы 14

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <p>C2 Соблюдение норм освещенности и яркости.</p> <p>C3 Архитектурное освещение выгодно подчёркивает особенности здания.</p> <p>C4 Разработанное освещение парковой зоны делит её на функциональные области.</p> <p>C5 Спроектированное освещение минимизирует световое загрязнение и влияние на местную фауну.</p> | <p>СЛ2 Сложности при закупке оборудования, так как часть световых приборов иностранного производства.</p> <p>СЛ3 Невозможность послепродажного гарантийного обслуживания световых приборов иностранного производителя.</p> |
| Возможности | <p>B1C1 С помощью привлечения государственного финансирования, можно создать неповторимый и привлекательный ночной облик города.</p> <p>B3C3 Владелец получает увеличение стоимости арендных</p>                                                                                                                    | <p>B1СЛ1 Подбор отечественных аналогов не гарантирует стоимость снижения проекта.</p> <p>B2СЛ1СЛ2 Закупка световых приборов в рамках гранта осложняется высокими требованиями.</p>                                         |

Продолжение таблицы 14

|                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                         | <p>мест в здании, а</p> <p>светотехник</p> <p>пополнение портфолио</p> <p>реализованными</p> <p>проектами для развития</p> <p>себя на рынке.</p> <p>B1C2C5 Выбор</p> <p>световых приборов</p> <p>местного</p> <p>производителя</p> <p>позволит получить</p> <p>демонстрационные</p> <p>образцы, в целях</p> <p>увеличения точности</p> <p>расчётов, за счёт чего</p> <p>будет достигнуто</p> <p>минимальное вредное</p> <p>воздействие на</p> <p>окружающую среду.</p> | <p>B1CЛЗ Не все</p> <p>отечественные</p> <p>производители</p> <p>предлагают</p> <p>гарантийное</p> <p>обслуживание своих</p> <p>световых приборов.</p> |
| <p>B1 Подбор аналогов отечественного производителя.</p> <p>B2 Финансирование за счёт грантов на развитие городской среды.</p> <p>B3 Привлечение денежных средств от</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                        |

Продолжение таблицы 14

|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| владельца здания для<br>повешения его<br>привлекательности. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                         |
| Угрозы                                                      | <p>У1С2С3С4С5 Четко прописанное ТЗ для монтажников позволит избежать вероятности неправильного монтажа световых приборов.</p> <p>У3С4 Для функционального зонирования парковой зоны используются световые приборы с различными характеристиками, которые будут подключены к разным линиям, за счет чего, при выходе из строя части приборов, освещение лишь немного видоизменится, а не исчезнет совсем.</p> | <p>У2СЛ1 В результате порчи световых приборов, инвестор несёт большие денежные потери.</p> <p>У3СЛ3 При выходе световых приборов из строя будет невозможно починить их по гарантии у производителя.</p> |

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

соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Соотношения параметров представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Интерактивная матрица проекта

| Сильные стороны проекта |    |     |    |     |    |     |
|-------------------------|----|-----|----|-----|----|-----|
| Возможности<br>проекта  |    | C1  | C2 | C3  | C4 | C5  |
|                         | B1 | +   | +  | -   | 0  | +   |
|                         | B2 | -   | 0  | -   | -  | 0   |
|                         | B3 | -   | 0  | +   | -  | 0   |
| Слабые стороны проекта  |    |     |    |     |    |     |
| Возможности<br>проекта  |    | СЛ1 |    | СЛ2 |    | СЛ3 |
|                         | B1 | +   |    | 0   |    | +   |
|                         | B2 | +   |    | +   |    | 0   |
|                         | B3 | -   |    | -   |    | -   |
| Сильные стороны проекта |    |     |    |     |    |     |
| Угрозы<br>проекта       |    | C1  | C2 | C3  | C4 | C5  |
|                         | У1 | 0   | +  | +   | +  | +   |
|                         | У2 | 0   | -  | -   | -  | -   |
|                         | У3 | 0   | -  | -   | +  | -   |
| Слабые стороны проекта  |    |     |    |     |    |     |
| Угрозы<br>проекта       |    | СЛ1 |    | СЛ2 |    | СЛ3 |
|                         | У1 | 0   |    | 0   |    | 0   |
|                         | У2 | +   |    | 0   |    | -   |
|                         | У3 | 0   |    | 0   |    | +   |

#### 4.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Для этого необходимо

заполнить специальную форму, содержащую показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта. Перечень вопросов приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

| №<br>п/п | Наименование                                                                     | Степень<br>проработанности<br>научного проекта | Уровень<br>имеющихся знаний<br>у разработчика |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1.       | Определен имеющийся научно-технический задел                                     | 4                                              | 4                                             |
| 2.       | Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела | 3                                              | 5                                             |
| 3.       | Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке        | 5                                              | 5                                             |
| 4.       | Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок  | 5                                              | 5                                             |
| 5.       | Определены авторы и осуществлена охрана их прав                                  | 5                                              | 3                                             |
| 6.       | Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности                        | 3                                              | 3                                             |
| 7.       | Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта                                | 4                                              | 4                                             |
| 8.       | Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки                       | 2                                              | 3                                             |

Продолжение таблицы 16

|     |                                                                                   |    |    |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|----|----|
| 9.  | Определены пути продвижения научной разработки на рынок                           | 3  | 4  |
| 10. | Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки                       | 5  | 4  |
| 11. | Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок    | 2  | 3  |
| 12. | Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот | 2  | 3  |
| 13. | Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки            | 3  | 4  |
| 14. | Имеется команда для коммерциализации научной разработки                           | 2  | 2  |
| 15. | Проработан механизм реализации научного проекта                                   | 5  | 5  |
|     | <b>ИТОГО БАЛЛОВ</b>                                                               | 53 | 57 |

Итоговые значения проработанности научного проекта и знания у разработчика лежат в диапазоне от 43 до 57, что говорит о хорошей

перспективности проекта. Некоторые аспекты вывода продукта на рынок не были учтены, а также проявляется недостаток знаний. Следовательно, требуется дополнительные затраты на наём или консультации у соответствующих специалистов.

#### **4.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования**

Перспективность данного научного исследования выше среднего, поэтому не все аспекты рассмотрены и изучены. Таким образом, для организации предприятия этого недостаточно (пункт 4, 5, 6, 7, 8, 11 не подходят). Но так как основной научно-технический задел определен, этого достаточно для коммерциализации для следующего метода (пункты 1, 2, 3, 15): заключение контрактов с производственными организациями на совместное доведение разработок и изобретений до стадии практической реализации и выхода на рынок. Степени проработанности научного проекта и уровень знаний разработчика достаточно для реализации пунктов, которые были выбраны.

#### **4.2 Инициация проекта**

В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта.

##### **4.2.1 Цели и результаты проекта**

Перед определением целей необходимо перечислить заинтересованные стороны проекта. Информация по заинтересованным сторонам представлена в таблице 17.

Таблица 17 – Заинтересованные стороны проекта

| Заинтересованные стороны проекта      | Ожидание заинтересованных сторон                                         |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Покупатель                            | Увеличение прибыли за счёт повышения привлекательности его собственности |
| Производитель светодиодного освещения | Получение прибыли со своего продукта                                     |
| Научный руководитель, студент         | Выполненная выпускная квалификационная работа                            |

Цели и результат проекта представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Цели и результат проекта

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Цели проекта: | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Исследовать критерии оценки городской световой среды и факторов светового загрязнения;</li> <li>- Исследовать светоконпозиционные решения для обеспечения образной выразительности светового ансамбля;</li> <li>- Выбрать приемы и средства утилитарного/ландшафтного и архитектурного освещения;</li> <li>- Построить трехмерную модель объекта исследования в программном комплексе DIALux для наглядной демонстрации результатов работы.</li> </ul> |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

#### Продолжение таблицы 18

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ожидаемые результаты проекта:        | Успешная презентация проекта заинтересованным лицам.                                                                                                                                                                                           |
| Критерии приемки результата проекта: | Согласование проекта для оформления тендера.                                                                                                                                                                                                   |
| Требования к результату проекта:     | Требования:                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Разработанное решение полностью удовлетворяет нормам и требованиям к освещению;</li> <li>- Разработанное решение превосходит существующее и улучшает ночной облик городского пространства.</li> </ul> |

#### 4.2.2 Ограничения и допущения проекта

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта. Эта информация представлена в таблице 19.

Таблица 19 – Ограничения проекта

| Фактор                                                 | Ограничения             |
|--------------------------------------------------------|-------------------------|
| Бюджет проекта                                         | 236008,15 рублей        |
| Источник финансирования                                | НИ ТПУ                  |
| Сроки проекта                                          | 01.01.2022 – 31.05.2023 |
| Фактическая дата утверждения плана управления проектом | 12.12.2022              |
| Плановая дата завершения проекта                       | 31.05.2023              |

## 4.3 Планирование управления научно-техническим проектом

### 4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

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

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

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 20.

Таблица 20 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

| Основные этапы                 | № раб | Содержание работ                                                        | Должность исполнителя         |
|--------------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Разработка темы диссертации    | 1     | Составление и утверждение темы диссертации, утверждение плана-графика.  | Научный руководитель          |
|                                | 2     | Календарное планирование выполнения диссертации.                        | Инженер, Научный руководитель |
| Теоретические исследования     | 3     | Изучение академической литературы и конкурентных решений в данной сфере | Инженер                       |
|                                | 4     | Изучение программного обеспечения для расчетов                          | Инженер                       |
| Экспериментальные исследования | 5     | Проектирование 3-D модели здания                                        | Инженер                       |
|                                | 6     | Разработка концепции освещения                                          | Инженер, Научный руководитель |
|                                | 7     | Компоновка светотехнической документации                                | Инженер                       |
| Оформление отчета по НИР       | 8     | Составление пояснительной записки                                       | Инженер                       |

#### 4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления бюджета.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5} \quad (1)$$

Где:

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

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

$t_{maxi}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, человеко-дни;

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

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

Где:

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

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

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

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

$$T_{ki} = T_{pi} * k \quad (3)$$

Где:

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

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

$k$  – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{праз}}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48 \quad (4)$$

Где:

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

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

$T_{\text{праз}}$  – общее количество праздничных дней в году;

Расчеты временных показателей проведения научного исследования представляются в таблице 21.

Таблица 21 – Временные показатели проведения научного исследования.

| Название<br>работы                                                                    | Трудоёмкость работ        |       |                           |       |                          |       | Длительность<br>работ в<br>рабочих днях<br>$T_{Pi}$ | Длительность<br>работ в<br>календарных<br>днях<br>$T_{ki}$ |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|---------------------------|-------|--------------------------|-------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|                                                                                       | $t_{mini}$<br>чел-<br>дни |       | $t_{maxi}$<br>чел-<br>дни |       | $t_{ожи}$<br>чел-<br>дни |       |                                                     |                                                            |
|                                                                                       | Исп.1                     | Исп.2 | Исп.1                     | Исп.1 | Исп.2                    | Исп.1 |                                                     |                                                            |
| 1                                                                                     | 2                         | 3     | 4                         | 5     | 6                        | 7     | 8                                                   | 9                                                          |
| Составление и<br>утверждение<br>темы<br>диссертации,<br>утверждение<br>плана-графика. | 1                         | -     | 2                         | -     | 1,4                      | -     | 1,4                                                 | 2                                                          |
| Календарное<br>планирование<br>выполнения<br>диссертации.                             | 1                         | 2     | 2                         | 3     | 1,4                      | 2     | 2                                                   | 3                                                          |

Продолжение таблицы 21

|                                                                         |    |     |    |     |      |       |       |     |
|-------------------------------------------------------------------------|----|-----|----|-----|------|-------|-------|-----|
| Изучение академической литературы и конкурентных решений в данной сфере | -  | 40  | -  | 60  | -    | 48    | 48    | 71  |
| Изучение программного обеспечения для расчетов                          | -  | 50  | -  | 70  | -    | 58    | 58    | 86  |
| Проектирование 3-D модели здания                                        | -  | 5   | -  | 8   | -    | 6,2   | 6,2   | 9   |
| Разработка концепции освещения                                          | 30 | 60  | 40 | 80  | 34   | 68    | 68    | 75  |
| Компоновка светотехнической документации                                | -  | 5   | -  | 8   | -    | 6,2   | 6,2   | 9   |
| Составление пояснительной записки.                                      | -  | 20  | -  | 40  | -    | 28    | 28    | 41  |
| <b>Итого:</b>                                                           | 32 | 182 | 44 | 269 | 36,8 | 216,4 | 217,8 | 296 |

Исп.1 – научный руководитель; Исп.2 – инженер.

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

График строится в виде таблицы с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени выполнения научного проекта. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от

исполнителей, ответственных за ту или иную работу. График приведён в таблице 22.

Таблица 22. – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

| Код<br>рабо<br>ты<br><br>из<br>ИСП<br>) | Вид работ                                    | Исполни<br>тели | Т <sub>к</sub> ,<br>. | Продолжительность выполнения работ |  |  |       |  |  |      |  |  |      |  |  |      |  |  |                  |  |  |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-----------------------|------------------------------------|--|--|-------|--|--|------|--|--|------|--|--|------|--|--|------------------|--|--|
|                                         |                                              |                 |                       | Янв.                               |  |  | Февр. |  |  | Март |  |  | Апр. |  |  | Май. |  |  | И<br>ю<br>н<br>ь |  |  |
|                                         |                                              |                 |                       |                                    |  |  |       |  |  |      |  |  |      |  |  |      |  |  |                  |  |  |
| 1                                       | Выбор<br>направления<br>исследования         | Р, С            | 5                     |                                    |  |  |       |  |  |      |  |  |      |  |  |      |  |  |                  |  |  |
| 2                                       | Описание<br>требований                       | Р               | 10                    |                                    |  |  |       |  |  |      |  |  |      |  |  |      |  |  |                  |  |  |
| 3                                       | Патентный<br>поиск                           | С               | 10                    |                                    |  |  |       |  |  |      |  |  |      |  |  |      |  |  |                  |  |  |
| 4                                       | Составление<br>технического<br>задания       | Р               | 10                    |                                    |  |  |       |  |  |      |  |  |      |  |  |      |  |  |                  |  |  |
| 5                                       | Изучение<br>литературы                       | С               | 40                    |                                    |  |  |       |  |  |      |  |  |      |  |  |      |  |  |                  |  |  |
| 6                                       | Проектирован<br>ие модуля по<br>сбору данных | С               | 20                    |                                    |  |  |       |  |  |      |  |  |      |  |  |      |  |  |                  |  |  |

Продолжение таблицы 22

|   |                                                    |   |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|----------------------------------------------------|---|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|   | Проектирование модуля нейронной сети               | С | 20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | Проектирование веб-интерфейса для нейронной сети   | С | 20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   | Сбор данных для обучения искусственного интеллекта | С | 40 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0 | Разработка модуля нейронной сети                   | С | 80 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | Разработка веб-интерфейса                          | С | 40 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | Тестирование модуля нейронной сети                 | С | 20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | Тестирование веб-модуля                            | С | 20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | Написание документации                             | С | 50 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 | Проверка работы                                    | Р | 20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |



Руководитель (Р)



Студент (С)

### 4.3.3 Бюджет научного исследования

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

#### 4.3.3.1 Специальное оборудование для научных работ (экспериментальных)

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

Для разработки проекта требуется обычное оборудование в виде персонального компьютера. Программное обеспечение бесплатно и не требует дополнительных затрат.

Таблица 23 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

| № п/п | Наименование оборудования          | Кол-во единиц оборудования | Цена единицы оборудования, тыс.руб. | Общая стоимость оборудования, тыс.руб. |
|-------|------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------|
| 1.    | Персональный компьютеры            | 1                          | -                                   | -                                      |
| 2.    | Программное обеспечение DiaLux Evo | 1                          | -                                   | -                                      |

#### 4.3.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы

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

Основная заработная плата одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} * Т_{\text{р}} \quad (5)$$

Где:

$З_{\text{осн}}$  – среднедневная заработная плата, руб.;

$Т_{\text{р}}$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дней. (по таблице 10 для инженера: 217 дней, для руководителя: 37 дней).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} * М}{F_{\text{д}}} \quad (6)$$

Где:

$З_{\text{м}}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. Дней (в данном случае 247);

$М$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года (при отпуске в 118 раб. дней,  $М = 8,1$  месяц, 6-дневная рабочая неделя);

Должностной оклад работника за месяц определяется по формуле:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{мс}} * (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}} \quad (7)$$

Где:

$З_{\text{мс}}$  – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб (для руководителя  $З_{\text{мс1}} = 28600$  , а для инженера  $З_{\text{мс2}} = 6500$  );

$k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент, равен 0,3;

$k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2;

$k_{\text{р}}$  – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томск);

По формуле 7 определяется должностной оклад руководителя и инженера за месяц:

$$З_{\text{м1}} = З_{\text{мс1}} * (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}} = 28600 * (1 + 0,3 + 0,2) * 1,3 = 55770 \text{ руб}$$

$$З_{\text{м2}} = З_{\text{мс2}} * (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}} = 6500 * (1 + 0,3 + 0,2) * 1,3 = 12675 \text{ руб}$$

Среднедневная заработная плата у руководителя и инженера рассчитывается по формуле 6:

$$З_{дн1} = \frac{З_{м1} * М}{F_{д}} = \frac{55770 * 8,1}{247} = 1828,89 \text{ руб}$$

$$З_{дн2} = \frac{З_{м2} * М}{F_{д}} = \frac{12675 * 8,1}{247} = 415,65 \text{ руб}$$

Основная заработная плата руководителя и инженера рассчитывается по формуле 5:

$$З_{осн1} = З_{дн1} * Т_{р1} = 1828,89 * 37 = 67668,93 \text{ руб}$$

$$З_{осн2} = З_{дн2} * Т_{р2} = 415,65 * 217 = 90196,05 \text{ руб}$$

Таким образом, затраты на общую основную заработную плату составляют:

$$З_{осн \text{ общ}} = З_{осн1} + З_{осн2} = 67668,93 + 90196,05 = 157864,98$$

#### **4.3.3.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы**

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

$$З_{доп} = k_{доп} * З_{осн} \quad (8)$$

Где:

$З_{доп}$  – дополнительная заработная плата;

$З_{осн}$  – основная заработная плата;

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

По формуле 8 определяется дополнительная заработная плата для руководителя и инженера:

$$З_{доп1} = k_{доп} * З_{осн1} = 0,15 * 67668,93 = 10150,34 \text{ руб}$$

$$З_{доп2} = k_{доп} * З_{осн2} = 0,15 * 90196,05 = 13529,41 \text{ руб}$$

Таким образом, общая дополнительная заработная плата составляет:

$$З_{доп \text{ общ}} = З_{доп1} + З_{доп2} = 10150,34 + 13529,41 = 23679,75 \text{ руб}$$

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

Отчисления во внебюджетные фонды определяются по формуле:

$$З_{внеб} = k_{внеб} * (З_{осн} + З_{доп}) \quad (9)$$

$k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2023 году –30% (ст. 425 НК РФ) [31].

Отчисления во внебюджетные фонды для руководителя и инженера определяются по формуле 9:

$$З_{внеб1} = k_{внеб} * (З_{осн1} + З_{доп1}) = 0,3 * (67668,93 + 10150,34) = 23345,78 \text{ руб}$$

$$З_{внеб2} = k_{внеб} * (З_{осн2} + З_{доп2}) = 0,3 * (90196,05 + 13529,41) = 31117,64 \text{ руб}$$

Таким образом, общие затраты на составляется отчисления во внебюджетные фонды:

$$З_{внеб \text{ общ}} = З_{внеб1} + З_{внеб2} = 23345,78 + 31117,64 = 54463,42 \text{ руб}$$

#### 4.3.3.4 Бюджетная стоимость НИР

Группировка затрат по статьям представляется в таблице 24.

Таблица 24 – Группировка затрат по статьям.

| Статьи                    |                                      |                                            |                                           |                           |
|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------|
| 1                         | 2                                    | 3                                          | 4                                         | 5                         |
| Спец.оборудование,<br>руб | Основная<br>заработная<br>плата, руб | Дополнительная<br>заработная плата,<br>руб | Отчисления на<br>социальные<br>нужды, руб | Стоимость<br>бюджета, руб |
| 0,00                      | 157864,98                            | 23679,75                                   | 54463,42                                  | 236008,15                 |

#### 4.3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в процессе оценки бюджета затрат трех вариантов

исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается по формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (10)$$

Где:

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

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

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения из всех вариантов;

По перечисленным вычислениям определяются общие затраты для всех вариантов:

$$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 236008,15 \text{ руб}, \Phi_{\text{исп.1}} = 1300000 \text{ руб},$$

$$\Phi_{\text{исп.2}} = 370000 \text{ руб}, \Phi_{\text{max}} = \Phi_{\text{исп.1}} = 1300000 \text{ руб}$$

По формуле 10 определяется интегральный финансовый показатель для текущего проекта:

$$I_{\text{финр}}^{\text{текущ.проект}} = \frac{\Phi_{\text{текущ.проект}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{236008,15}{1300000} = 0,18$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{\Phi_{\text{исп.1}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{1300000}{1300000} = 1,00$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{\Phi_{\text{исп.2}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{370000}{1300000} = 0,28$$

В результате расчетов интегральных финансовых показателей по трем вариантам разработки текущий проект с меньшим перевесом считается более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

Интегральные показатели ресурсоэффективности всех вариантов определяются путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 25).

Таблица 25 – Сравнительная оценка характеристик всех вариантов.

| Объекты исследования<br>Критерии            | Весовой<br>коэффициент<br>параметра | Текущий<br>проект | Исп.1 | Исп.2 |
|---------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|-------|-------|
| Безопасность при<br>использовании установки | 0,3                                 | 5                 | 5     | 5     |
| Стабильность работы                         | 0,15                                | 5                 | 4     | 4     |
| Технические характеристики                  | 0,2                                 | 5                 | 4     | 4     |
| Механические свойства                       | 0,2                                 | 5                 | 4     | 3     |
| Материалоёмкость                            | 0,15                                | 5                 | 5     | 5     |
| ИТОГО                                       | 1                                   | 5,00              | 4,45  | 4,25  |

В результате расчетов интегральных показателей ресурсоэффективности по трем вариантам разработки текущий проект с большим перевесом признан считается более приемлемым с точки зрения ресурсной эффективности.

Интегральные показатели эффективности всех вариантов вычисляются на основании показателей ресурсоэффективности и интегральных финансовых показателей по формуле:

$$I_{эф.i} = \frac{I_{р.исп.i}}{I_{р.исп.i}} \quad (11)$$

Где:

$I_{эф.i}$  – интегральный показатель эффективности i-ого варианта разработки;

$I_{р.исп.i}$  – интегральный показатель ресурсной эффективности i-ого варианта разработки;

$I_{р.исп.i}$  - интегральный финансовый показатель i-ого варианта разработки;

По формуле 11 определяется интегральный показатель эффективности проектов:

$$I_{эф.текущ.проекта} = \frac{I_{р.текущ.проекта}}{I_{р.текущ.проекта}} = \frac{5}{0,18} = 27,78$$

$$I_{\text{эф.исп.1}} = \frac{I_{\text{р}}^{\text{исп.1}}}{I_{\text{р}}^{\text{исп.1}}} = \frac{4,45}{1} = 4,45$$

$$I_{\text{эф.исп.2}} = \frac{I_{\text{р}}^{\text{исп.2}}}{I_{\text{р}}^{\text{исп.2}}} = \frac{4,25}{0,28} = 15,18$$

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансовым и ресурсным эффективным вариантом является текущий проект. Наш проект является более эффективным по сравнению с конкурентами.

### **Выводы по главе**

В ходе работы был проведен экономический анализ проекта, посчитаны разного рода затраты, зарплатные отчисления, составлен SWOT анализ, выявлены сильные и слабые стороны проекта, выявлены конкуренты и произведено сравнение с похожими конкурирующими разработками, составлен календарный рейтинг план с расчетом трудозатрат, а также построена диаграмма Ганта на основе этих данных.

## **5 «Социальная ответственность»**

Целью магистерской диссертации является разработка проекта искусственной световой среды природного комплекса г. Томск при учете различных типов восприятия человеком архитектурных объектов, взаимодействия света и архитектуры (тектоники), а также влияния искусственного света на эмоциональное состояние посетителей парков и ландшафтных зон.

Разработка проекта, результаты которого демонстрируются в выпускной работе, велась в учебной аудитории, оборудованной одиннадцатью рабочими местами. На каждом рабочем месте присутствуют: компьютерный стол, офисное кресло, персональный компьютер с периферийными устройствами. Учебная аудитория содержит: побеленные стены, потолок, два окна, пожарную сигнализацию.

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

#### **5.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны)**

Законодательством РФ регулируются отношения между организацией и работниками, касающиеся оплаты труда, трудового распорядка, социальных отношений, особенностей регулирования труда женщин, детей, людей с ограниченными способностями и др. Продолжительность рабочего дня не должна превышать 40 часов в неделю. Для работников до 16 лет – не более 24 часов в неделю, от 16 до 18 – не более 35 часов, как и для инвалидов I и II группы. Для работников, работающих на местах, отнесенных к вредным условиям труда 3 и 4 степени – не более 36 часов. Данные параметры регламентируются Трудовым кодексом [32].

Организация обязана предоставлять ежегодные отпуска продолжительностью 28 календарных дней. Для работников, занятых на работах с опасными или вредными условиями, предусматривается дополнительный отпуск.

### 5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

В данном разделе рассмотрены основные требования по эргономике рабочего места при выполнении работ сидя, которые регламентируются ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования [33].

Конструкцией рабочего места должно быть обеспечено оптимальное положение работающего, которое достигается регулированием:

- высоты рабочей поверхности, сиденья и пространства для ног;
- высоты сиденья и подставки для ног (при нерегулируемой высоте рабочей поверхности). В этом случае высоту рабочей поверхности устанавливают по номограмме для работающего ростом 1800 мм. Оптимальная рабочая поза для работающих более низкого роста достигается за счет увеличения высоты рабочего сиденья и подставки для ног на величину, равную разности между высотой рабочей поверхности для работающего ростом 1800 мм и высотой рабочей поверхности, оптимальной для роста данного работающего [33].

Конструкция стула должна обеспечивать:

- ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400мм;
- регулировку высоты поверхности сиденья в пределах (400 – 550) мм и углами наклона вперед до 15°, и назад до 5°;
- высоту опорной поверхности спинки (300 ± 20) мм, ширину – не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости в пределах ±30°;
- регулировку спинки от переднего края сиденья (260 – 400) мм;
- стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной (50 – 70) мм [33].

Согласно ГОСТ 21889-76 Система "Человек-машина". Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования. Кресло должно обеспечивать человеку-оператору соответствующую характеру и условиям труда физиологически рациональную рабочую позу, также должно обеспечивать

длительное поддержание основной рабочей позы в процессе трудовой деятельности и не должно затруднять рабочим движениям [34].

Рабочее место пользователя ПК следует оборудовать подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20°. Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии (100 - 300) мм от края, обращенного к пользователю или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной 91 столешницы. Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии (600 - 700) мм, но не ближе 500 мм [34].

## 5.2 Производственная безопасность

Данный раздел содержит анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.

Офисные сотрудники подвергаются в основном физическим и психофизиологическим факторам. В таблице 26 представлены все вредные и опасные факторы и их классификация в соответствии с нормативным документом ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы» [35].

Таблица 26 – Классификация вредных и опасных факторов

| Факторы<br>(ГОСТ<br>12.0.003-2015)            | Нормативные документы                                                                                      |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Недостаточная<br>освещенность рабочей<br>зоны | СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное<br>освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-<br>05-95.  |
| Превышение уровня<br>шума                     | ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов<br>безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие<br>требования безопасности. |

Продолжение таблицы 26

|                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий;                                                              | ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов;<br>ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты; |
| Производственные факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия на организм человека (активное наблюдение за ходом производственного процесса, монотонность труда, перенапряжение анализаторов) | МР 2.2.9.2311 – 07 «Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности».                                                                                    |

### 5.2.1 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Низкая освещенность негативно воздействует на зрительный аппарат человека, приводит к быстрой утомляемости, снижает работоспособность, вызывает дискомфорт, является причиной головной боли и бессонницы.

Рабочая зона или рабочее место разработчика освещается таким образом, чтобы можно было отчетливо видеть всю поверхность рабочего стола и монитор,

а также исключается слепящее действие источника света. Кроме того, необходимая освещенность определяется разрядом зрительных работ. Наименьший размер объекта различения составляет 0.5 – 1 мм. В помещении отсутствует естественное освещение. По нормам освещенности [36] и отраслевым нормам работа за ПК относится к зрительным работам высокой точности для любого типа помещений. В таблице 27 показано нормирование освещенности для работы за ПК.

Таблица 27 – Нормирование освещенности для работы за ПК

| 1        | 2        | 3   | 4  | 5 | 6 | 7  | 8  |
|----------|----------|-----|----|---|---|----|----|
| Выс      | С        | I   | 5  | 2 | 1 | 3  | 1  |
| окой     | т 0,3 до | П а | 00 | 5 | 5 | ,0 | ,2 |
| точности | 0,5 мм   |     |    |   |   |    |    |

Где:

1 – характеристика зрительных работ;

2 – наименьший или эквивалентный размер объекта;

3 – разряд и подразряд зрительной работы;

4 – средняя освещенность на рабочей поверхности от системы общего освещения, лк;

5 – показатель дискомфорта;

6 – коэффициент пульсации освещенности, %;

7 – КЕО при верхнем освещении, %;

8 – КЕО при боковом освещении.

Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК, представлены в таблице 28 [36].

Таблица 28 – Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК

|                                          |                 |
|------------------------------------------|-----------------|
| Освещенность на рабочей плоскости        | 500 лк          |
| Освещенность на экране ПК                | Не более 200 лк |
| Равномерность распределения освещенности | Не менее 0,6    |
| Показатель дискомфорта                   | Не более 19     |
| Коэффициент пульсации                    | Не более 5%     |
| Индекс цветопередачи источника света     | Ra 80           |

Произведем расчет освещения учебной аудитории. Рассматриваемое помещение имеет светлый цвет потолков и стен, серое покрытие пола. Длина помещения (А) – 6,14 м, ширина (В) – 5,63 м, высота (Н) – 3 м. Высота рабочей поверхности ( $h_{rp}$ ) – 0,8 м, требуемая освещенность (Е) – 500 лк. Приблизительные коэффициенты отражения, согласно таблице 1.9.3 из «Пособие к МГСН 2.06-99 Расчет и проектирование искусственного освещения помещений общественных зданий» [37]: для побеленного потолка – 50%; для побеленных стен при незанавешенных окнах – 30%. Коэффициент запаса  $k = 1,5$ , коэффициент неравномерности  $Z = 1,1$ . В качестве источника света используются офисные светодиодные светильники с косинусной КСС (интегральный критерий оптимальности  $\lambda = 1,4$ ). Расстояние светильника от перекрытия  $h_c = 0,5$  м. Длина светильника  $l_{cv} = 0,595$ . Определим расчетную высоту:

$$h = H - h_c - h_{rp} = 3 - 0,1 - 0,8 = 2,1 \text{ м} \quad (1)$$

Расстояние между светильниками:

$$L = \lambda * h = 1,4 * 2,1 = 2,94 \text{ м} \quad (2)$$

Расстояние от крайнего ряда светильников до стены:

$$\frac{L}{3} = \frac{2,94}{3} = 0,98 \text{ м} \quad (3)$$

Количество рядов светильников:

$$n_{\text{ряд}} = \frac{(B - \frac{2}{3}L)}{L} + 1 = \frac{(5,83 - \frac{2}{3} * 2,94)}{2,94} + 1 \approx 3 \quad (4)$$

Количество светильников в ряду:

$$n_{\text{св}} = \frac{(A - \frac{2}{3}L)}{l_{\text{св}} + 0,5} = \frac{(6,14 - \frac{2}{3} * 2,94)}{0,595 + 0,5} \approx 8 \quad (5)$$

Размещаем светильники в три ряда. В каждом ряду можно установить 8 светодиодных светильников мощностью 30 Вт (с длиной 0,595 м).

Рассчитаем индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h(A+B)} = \frac{34,56}{2,1 * (6,14 + 5,63)} = 1,4 \quad (6)$$

По таблице коэффициентов использования светодиодных светильников определяем коэффициент использования светового потока:  $\eta = 0,38$  [28].

Определяем потребный световой поток светильников в каждом из рядов:

$$\Phi = \frac{E_{\text{н}} S K_{\text{з}} Z}{N_{\text{л}} \eta} = \frac{500 * 34,56 * 1,5 * 1,1}{24 * 0,38} = 3126 \text{ лм} \quad (7)$$

Выбираем ближайший стандартный светильник – Diora Office SE 30/3400 opal 4K с потоком 3400 лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$\begin{aligned} -10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ст.}} - \Phi_{\text{расч.}}}{\Phi_{\text{ст.}}} * 100\% \leq 20\% \\ -10\% \leq 0,08 \leq 20\% \end{aligned} \quad (8)$$

Определяем электрическую мощность осветительной установки:

$$P = 24 * 30 = 720 \text{ Вт}$$

### 5.2.2 Повышенный уровень шума

Повышенный шум в пределах 40-70 дБ создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия, и при длительном воздействии может стать причиной неврозов. Воздействие шума с уровнем шума свыше 80 дБ может привести к потере слуха. При воздействии высоких уровней более 140 дБ возможен разрыв барабанных перепонки, контузия или смерть. Шумовое загрязнение на рабочем месте неблагоприятно воздействует на работающих: снижается внимание, скорость психических реакций и т.п. В

результате снижается производительность труда и качество выполняемой работы [38].

При написании магистерской диссертации, специалист может отказаться под шумовым воздействием со стороны оборудования, находящегося в учебной аудитории. Источником данного фактора могут стать персональные компьютеры, в которых находится мощный куллер, предназначенный для охлаждения системы, а также учебные стенды со световыми приборами и датчиками, расположенные в аудитории, в которой выполняется написание диссертации. Работы, выполняемые специалистом, оцениваются как научная деятельность, конструирование и проектирование. В связи с этим эквивалентный уровень шума не должен превышать 50 дБ [39].

### **5.2.3 Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий**

При разработке проекта освещения, возникает необходимость работы на таком электрооборудовании, как персональный компьютер, который подключен к электрической сети через сетевой фильтр. Из-за этого возможна вероятность прохождения электрического тока через тело человека.

Опасное и вредное воздействия на людей электрического тока проявляются в виде электротравм (судороги, остановка сердца, остановка дыхания, ожоги и др.) и заболеваний. Результат воздействия тока на человека зависит от величины силы тока, его рода и частоты, продолжительности воздействия и множества других факторов. Причиной поражения электрическим током в условиях учебной аудитории могут стать случайное прикосновение к токоведущим частям или появление напряжения на металлических частях оборудования.

Напряжение прикосновения и токи при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать 8 В и 1 мА, соответственно (постоянный ток) или 2 В, 0,3 мА (переменный ток частотой 50 Гц) согласно

12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов [40].

Для обеспечения защиты от прямого прикосновения необходимо применение таких технических способов и средств основной защиты, как: основная изоляция, защитное отключение, безопасное расположение токоведущих частей, средства индивидуальной защиты по ГОСТ 12.1.019- 2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. [41].

#### **5.2.4 Производственные факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия на организм человека**

Основными производственными факторами, обладающими свойствами психофизиологического воздействия на организм инженера-светотехника являются:

- при умственной нагрузке - работа в состоянии дефицита времени, длительность сосредоточенного внимания, высокая степень сложности задания, выраженная ответственность;
- при зрительной нагрузке - высокая точность выполняемой работы, необходимость высокой координации сенсорных и моторных элементов зрительной системы, т.е. координации зрения с системой органов движения, время работы с экраном персональных электронно-вычислительных машин (ПЭВМ).
- при физической нагрузке - статические мышечные нагрузки, связанные с длительным нахождением в положении сидя [42].

#### **5.3 Экологическая безопасность**

Продукт реализации проекта является нематериальным, и, следовательно, может рассматриваться только вместе с ЭВМ. Их производство включает в себя токсичное сырье, которое подлежит специальной утилизации и переработке – без них материалы способны, постепенно разрушаясь, наносить непоправимый вред

экологии и здоровью человека. Многие предметы офисной техники, после завершения срока своей эксплуатации, становятся опасными отходами, которые могут оказать вред атмосфере, гидросфере и литосфере. Например, ЖК-экраны являются большим источником парниковых газов, а люминесцентные лампы содержат в себе от 10 до 70 мг ртути.

Согласно «ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения» [43], отработанную технику (в том числе ЭВМ) запрещается выбрасывать наряду с обыкновенным мусором, а необходимо обратиться в специальные службы для ее утилизации или переработки.

Вышедшие из строя люминесцентные лампы являются одним из самых распространенных источников ртутного загрязнения. Отработанные ртутьсодержащие лампы являются чрезвычайно опасными отходами (1 класс опасности), предельно допустимая среднесуточная концентрация составляет 0,0003 мл/м<sup>3</sup> [44].

Утилизация таких ламп заключается в их передаче перерабатывающим предприятиям, которые имеют специальное оборудование для переработки вредных ламп в безвредное сырье – сорбент, которое может являться материалом для других производств. Отработанные люминесцентные лампы относятся к отходам, которые собираются и сортируются отдельно, поэтому их утилизация и хранение должны отвечать определенным требованиям.

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

Для учебного корпуса, в котором ведется разработка, наиболее вероятно возникновение такой ЧС как пожар, который может возникнуть при замыкании электропроводки оборудования, обрыве проводов или же при несоблюдении мер пожарной безопасности.

Согласно ГОСТ 12.1.004-91 [45], обеспечение безопасности людей при возникновении чрезвычайной ситуации является обязательной задачей для всех государственных систем и подразделений. Для профилактики возникновения

100 ЧС должен проводиться следующий комплекс мер по предотвращению возгорания:

- не допускается блокирование или загромождение пожарных выходов;
- необходимо проводить регулярные проверки первичных средств для тушения пожаров и систем оповещения;
- во всех служебных помещениях должны быть установлены «Планы эвакуации людей при пожаре и других ЧС»;
- должны проводиться инструктажи по пожарной безопасности и тренировки действий в случае возникновения пожаров;
- необходимо правильное содержание и эксплуатация электрических приборов;
- должны соблюдаться установленные в организации правила противопожарной безопасности;
- помещения с ЭВМ должны быть оборудованы первичными средствами пожаротушения (разрешается использование углекислотных и порошковых огнетушителей);
- недопустимо использовать для тушения пожара пенные огнетушители или воду, так как они проводят электрический ток;
- помещения с ЭВМ должны проектироваться согласно I или II степени огнестойкости.

Рассматриваемое помещение оснащено средствами пожаротушения в соответствии с нормами:

- Огнетушитель пенный ОП-10 – 1 шт.
- Огнетушитель углекислотный ОУ-5 – 1 шт. В помещении и на этаже присутствуют следующие средства оповещения:
- световая индикация направления движения к выходу в коридорах этажа;
- звуковая индикация, которая представляет собой систему оповещения о пожаре через громкоговоритель;
- пассивные датчики задымленности.

Чтобы минимизировать вероятность возникновения пожара нужно своевременно проводить профилактические работы, направленные на устранение возможных источников возникновения пожара, такие как:

- систематическое наблюдение за состоянием электропроводки;
- выключение питания оборудования при завершении работы и покидании рабочего места;
- периодическое проведение инструктажа по пожаробезопасности для персонала.

При возникновении пожара должна сработать система пожаротушения, издав предупредительные сигналы, и передав на пункт пожарной станции сигнал о ЧС, в случае, если система не сработала по каким-либо причинам, необходимо нажать тревожную кнопку или самостоятельно произвести вызов пожарной службы по телефону 101, сообщить место возникновения ЧС и ожидать приезда специалистов [46].

### **Выводы по главе «Социальная ответственность»**

Значение всех производственных факторов на изучаемом рабочем месте соответствует нормам, которые также были продемонстрированы в данном разделе, за исключением фактора, обладающего свойствами психофизиологического воздействия на организм человека. Для минимизации влияния данного фактора на организм человека, достаточно соблюдать меры, приведенные в МР 2.2.9.2311 – 07 «Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности [42].

Категория помещения по электробезопасности согласно ПУЭ соответствует первому классу – «помещения без повышенной опасности» [47].

Согласно правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок персонал должен обладать I группой допуска по электробезопасности. Присвоение группы I по электробезопасности производится путем проведения инструктажа, который должен завершаться проверкой знаний в форме устного опроса и (при необходимости) проверкой приобретенных навыков безопасных способов работы или оказания первой помощи при поражении электрическим током [48].

Помещение учебной аудитории относится к категории помещения группы Д. Характеристика веществ и материалов, находящихся в помещении: негорючие вещества и материалы в холодном состоянии [49].

Рассмотренный объект, оказывающий незначительное негативное воздействие на окружающую среду, относится к объектам III категории [50].