

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

Школа базовой инженерной подготовки
Направление подготовки (специальность) 12.03.02 «Оптотехники»
Отделение школы материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Применение осветительных приборов с регулируемой цветовой температурой в проектировании офисного освещения

УДК 628.973.9

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154В40	Ван Лиин		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ИШНПТ	Толкачева Ксения Петровна	Кандидат технических наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Баннова Кристина Алексеевна	Кандидат экономических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Штейнле Александр Владимирович	Кандидат медицинских наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Оптотехника	Полисадова Елена Федоровна	Кандидат физико-математических наук		

Томск- 2018 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Применять глубокие естественнонаучные, математические, гуманитарные, общепрофессиональные знания в области оплотехники
P2	Воспринимать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области световой, оптической и лазерной техники, оптического и светотехнического материаловедения и оптических и светотехнических технологий
P3	Применять полученные знания для решения задач, возникающих при эксплуатации новой техники и технологий оплотехники
P4	Владеть методами и компьютерными системами проектирования и исследования световой, оптической и лазерной техники, оптических и светотехнических материалов и технологий
P5	Владеть методами проведения фотометрических и оптических измерений и исследований, включая применение готовых методик, технических средств и обработку полученных результатов
P6	Владеть общими правилами и методами наладки, настройки и эксплуатации оптической, световой и лазерной техники для решения различных задач
Универсальные компетенции	
P7	Проявлять творческий подход при решении конкретных научных, технологических и опытно-конструкторских задач в области оплотехники
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности
P9	Уметь эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации
P10	Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам научной, педагогической и производственной деятельности
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

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

Школа базовой инженерной подготовки
Направление подготовки (специальность) 12.03.02 «Оптотехника»
Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель направления
«Оптотехника» ОМ

(Подпись) _____ (Дата) Е.Ф.Полисадова
(Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
154В40	Ван Лиин

Тема работы:

Применение осветительных приборов с регулируемой цветовой температурой в проектировании офисного освещения	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	.06.2018г
--	-----------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)</i></p>	<p>Литература по теме ВКР. Объект исследования - учебные аудитории ТПУ</p>
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</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>Обзор литературы: источники света; светотехнические характеристики, строение глаза, показатели комфортного освещения.</p> <p>Особенности проектирования осветительных установок внутреннего освещения.</p> <p>Гигиеническая оценка искусственного и естественного освещения.</p> <p>Разработка проекта освещения световыми приборами с регулируемой цветовой температурой.</p>
--	---

<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Фотографии исследуемых объектов</p> <p>Изображение КСС световых приборов для внутреннего освещения.</p>
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Штейнле Александр Владимирович, доцент ЭБЖ ИНК
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Баннова Кристина Алексеевна, доцент МЕН ИСГТ

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

--

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	.06.2018г
---	-----------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ИШНПТ	Толкачева. К.П.	Кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154В40	Ван Лиин		

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

Студенту:

Группа	ФИО
154В40	Ван Лиин

Школа	Базовой инженерной подготовки	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Оптотехника

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Научные статьи и публикации, человеческие ресурсы, компьютер, ставка для расчета отчислений во внебюджетные фонды – 20% от фонда оплаты труда, нормативно – правовая документация.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	1. <i>Определение ресурсной (ресурсо-сберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.</i> 2. <i>Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований.</i> 3. <i>Определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.</i>
<i>Планирование и формирование бюджета научно-исследовательских работ</i>	1. <i>Расчет основной заработной платы исполнителей темы.</i> 2. <i>Расчет отчислений на социальные нужды.</i> 3. <i>Расчет электроэнергии и прочих расходов.</i> 4. <i>Формирование бюджета затрат научно – исследовательского проекта</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<i>Оценка конкурентоспособности ИП Матрица SWOT Модель Кано Оценка перспективности нового продукта Инвестиционный план. Бюджет ИП Основные показатели эффективности ИП</i>
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Баннова Кристина Алексеевна	Кандидат экономических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154В40	Ван Лиин		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
154В40	Ван Лиин

Школа	Базовой инженерной подготовки	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Оптотехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>При работе на «Радуга-спектр» на работников возможно воздействие следующих вредных факторов:</p> <p>Микроклимат;</p> <p>Производственный шум.</p> <p>А также опасных факторов:</p> <p>Электрическое напряжение;</p> <p>Пожаровзрывобезопасность</p>
<i>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</i>	
<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <p>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <p>механические опасности (источники, средства защиты);</p> <p>термические опасности (источники, средства защиты);</p> <p>электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</p> <p>пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p>	<p>1.1 Характеристика факторов изучаемой производственной среды, описывающих процесс взаимодействия человека с окружающей производственной средой:</p> <p>Воздействие электрического напряжения на организм человека;</p> <p>Расчет искусственной освещенности</p> <p>Микроклимат.</p> <p>1.2 Анализ опасных факторов проектируемой производственной среды:</p> <p>электробезопасность (пороговый не отпускающий ток составляет 50 Гц (6-16мА). Защита от воздействия электрического тока осуществляется путем проведения организационных, инженерно-технических и лечебно-профилактических мероприятий.);</p> <p>пожаровзрывобезопасность</p>
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <p>защита селитебной зоны</p> <p>анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</p>	<p>2. Охрана окружающей среды:</p> <p>- Утилизация металлических отходов</p>

<p>анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</p>	
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; выбор наиболее типичной ЧС; разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</p>	<p>3. Возможные чрезвычайные ситуации являются: пожары, ситуации природного характера. К мерам по предупреждению будут относиться: 1. Планирование защиты населения и территорий от ЧС на уровне предприятия (организации); 2. Создание запасов средств индивидуальной защиты и поддержание их в готовности; 3. Выявление угроз пожара и оповещение персонала; 4. Подготовка работающих к действиям в условиях ЧС; 5. Подготовка и поддержание в постоянной готовности сил и средств для ликвидации ЧС.</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>	<p>4. Правовые вопросы обеспечения безопасности</p>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Штейнле Александр Владимирович	К. М. Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154В40	Ван Лиин		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 97 с., 8 рисунков, 25 форм, 25 таблиц, 32 литературных источника, 2 приложений.

Ключевые слова: цветовая температура, светодиод, качественное освещение, циркадные ритмы.

Объектом исследования является проектированием офисного освещения.

Цель работы – экспериментальное исследование влияние цветовой температурой на проектирование офисного освещения с использованием программы DIALux.

В процессе исследования проводился обзор литературы, исследование характеристики светодиодного светильники, проведен экономический анализ работ, определены мероприятия по технике безопасности.

В результате исследования показана влияние разных цветовой температурой на офисное освещение.

Область применения: офисное освещение

Экономическая эффективность/значимость работы улучшение качества офисного освещения приводит к тому что это проектирование использован в светотехнике в РФ и КНР развивается.

В будущем планируется Результаты планируется использовать при исследовании качественного освещения в офисе.

Оглавление

Введение	12
Глава 1. Литературный обзор источников света для создания оптимального освещения.	14
1.1. Особенность строения человеческого глаза	14
1.2. Структура источника света	19
1.3. Влияния света на органы человека.	22
1.4. Влияние спектра на биоритмы человека	26
1.5. Решение влияния синего света на здоровье	27
Глава 2. Анализ норм освещенности	29
2.1. Программа для расчета внутреннего освещения	31
2.2. Размещение контрольных точек при измерении средней освещенности помещений	31
2.3. Акценты в проектировании качественного освещения для офиса	34
Глава 3. Дизайн-проект освещения компьютерного класса	38
3.1. Характеристика светильников в эксперименте	39
3.2. Регулировка цветовой температуры по деятельности человека	40
Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	43
4.1 Потенциальные потребители результатов исследования	43

4.2 Анализ конкурентных технических решений	44
4.3 Технология QuaD	46
4.4 SWOT-анализ	49
4.5 Структура работ в рамках научного исследования	51
4.6 Определение трудоемкости выполнения работ	53
4.7 Разработка графика проведения научного исследования	55
4.8 Планирование управления научно-техническим проектом	56
4.9.1. Расчет материальных затрат НТИ	59
4.9.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.	60
4.9.3. Основная заработная плата исполнителей темы	60
4.9.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	62
4.9.5. Накладные расходы	63
4.9.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	63
4.10 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	64
Глава 5. Техногенная безопасность	67
5.1. Анализ вредных факторов производственной среды	67
5.1.1. Производственный шум	67

5.1.2. Микроклимат	68
5.1.3. Освещенность	70
5.2. Анализ опасных факторов производственной среды	71
5.2.1. Электробезопасность	71
5.2.2. Пожаровзрывобезопасность	72
5.3. Региональная безопасность	75
5.4 Организационные мероприятия обеспечения безопасности	76
5.4.1 Требования к помещениям для работы	76
5.4.2 Общие требования к организации и оборудованию рабочих мест	77
5.4.3 Режим труда и отдыха при работе с ПЭВМ	79
5.5. Особенность законодательного регулирования проектных решений	80
5.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	85
Заключение	89
Список литературы	91
Приложение 1	96
Приложение 2	97

Введение

Мы тратим примерно две трети нашей продуктивной жизни в закрытых пространствах с недостаточным количеством дневного света или в котором организовано недостаточно качественное освещение. В основном, это время мы проводим на работе, подвергая свои глаза различным зрительным нагрузкам. Если проанализировать рабочий день офисного служащего, то мы видим некоторую цепь повторяющихся событий, в которую входят: выполнение стандартных обязанностей за рабочим местом, совещания и встречи в переговорных комнатах, коммуникации и перемещения по остальному пространству офисного здания, минуты перерывов и расслабления в зонах отдыха. В определенное время суток человек переживает различные циклы спада и от солнечного цикла и цветовой температуры источников света. Также мы знаем, что, изменяя цветовую температуру источников света в окружающем пространстве можно влиять на изменение биоритмов человека. Поэтому к качеству искусственного света следует проявлять большие требования. Для комфортного и безопасного нахождения при искусственном свете необходимо соблюдать регламентированные требования и правила устройства осветительных установок, которые как улучшить показатели жизнедеятельности человека в офисном пространстве и создать в нем качественное освещение.

Задание является исследование литературы по источникам света;

светотехническим характеристикам, строению глаза, показателю комфортного освещения. Проектировать внутреннее освещение с изменяемой цветовой температурой, изменяемой по поведенческим ритмам организма.

Особенности проектирования осветительных установок внутреннего освещения.

Объектом исследования являются аудитории административных и учебных заведений

Цель работы – проектирование внутреннего освещения световыми приборами с изменяемой цветовой температурой в программе.

Глава 1. Литературный обзор источников света для создания оптимального освещения.

Осветительные приборы в офисе теперь в основном состоят из ламп накаливания, люминесцентных и светодиодных ламп. Сравнивая характеристики вышеупомянутых трех типов ламп и в соответствии с характером активности человека и циркадным ритмом. При анализе литературного обзора источников света, найти наиболее подходящей лампой для офисного освещения.

1.1. Особенность строения человеческого глаза

Свет воздействует на организм человека через нервную систему. Нервное волокно передает световые сигналы зрительной коре и другим частям мозга, контролирует биологические часы и гормоны организма и регулирует физиологические и поведенческие ритмы организма. [1]

Поток излучения, отраженный от наблюдаемого предмета, проходит через роговой оболочку, и с поверхность хрусталика, фокусируется на внутренней поверхности глаза – сетчатой оболочке, образуя на ней обратное и уменьшенное изображение (мозг «переворачивает» обратное изображение, и оно воспринимается как прямое). Оптическую систему глаза составляют роговица, водянистая влага, хрусталик и стекловидное тело (рис. 1). [2]

Визуальная система глаза – сетчатка. Процесс получения визуальной информации в основном происходит в сетчатке. Задачей части клеток сетчатки является преобразование оптического сигнала в электрический сигнал. Эти электрические сигналы обрабатываются другими клетками сетчатки и передаются в мозг для обработки и интеграции информации и формирования визуальной системы. [3]

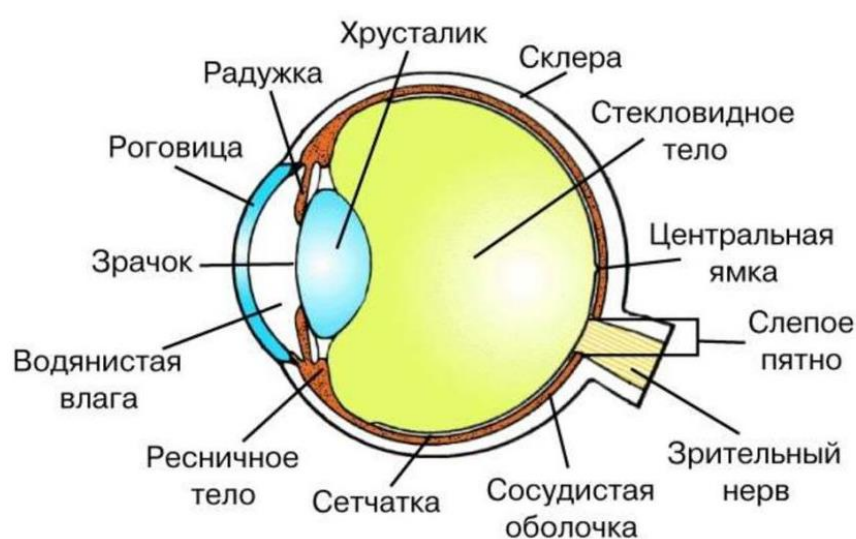


Рисунок 1. Горизонтальный разрез правого глаза.

Светочувствительные ганглиозные клетки сетчатки, но не участвует в зрительном изображении, связанное с регулированием циркадного ритма биона (рис. 2). [4] Анализируя научную литературу, можно выделить еще фото пигмент – меланопсин, это третий фоторецептор, регулирующий циркадные ритмы человека. Циркадные ритмы – это фундаментальные циклы биологических событий организма, таких как пищеварение, сон и температура тела, повторяющиеся 24 часа. Циркадные ритмы воздействуют на внутренние часы организма, на выработку гормона мелатонина, они производят и

выравнивают определенные физиологические реакции, в зависимости от уровня освещенности и цветовой температуры. [5]

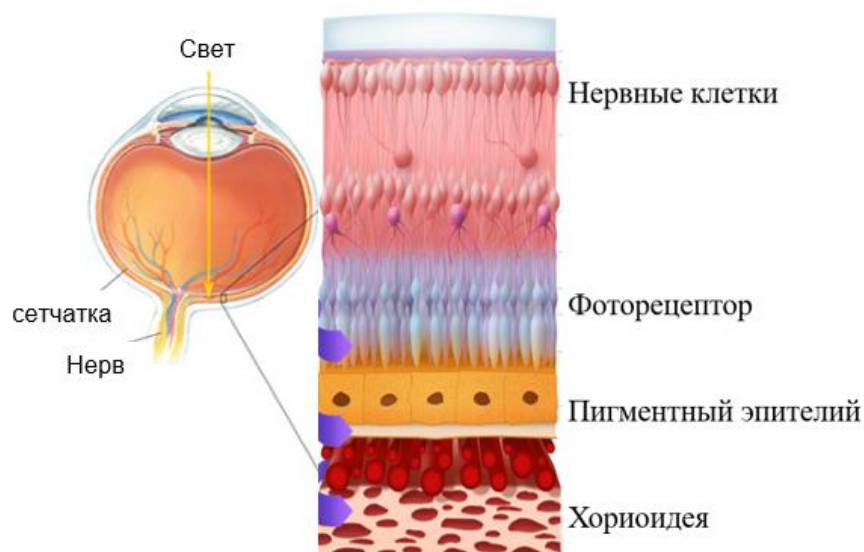


Рисунок 2. Структура сетчатки и ее состав нейронов.

Зрение является сложным и далеко не до конца изученным процессом. Глаз превращает падающий на него свет в сигналы, преобразует их и посылает в мозг, который трансформирует эти сигналы в зрительные образы. Глаз способен оценивать общее количество доходящего до него света, его качество и распределение по различным направлениям. Зрительные ощущения, возникающие у человека в результате действия на глаза видимого излучения, позволяют судить о светлоте и цветности, размерах и форме предметов, излучающих и отражающих свет, их движении и взаимном расположении. Эти ощущения могут быть различны в одной и той же, но по-разному освещенной архитектурно-пространственной ситуации, то есть они зависят от условий светоцветовой адаптации глаза, способного работать в одном из трех режимов (таблица 1).

Таблица 1 – Основные характеристики зрения человека.

Характеристики зрения	Основные режимы работы глаза		
	Дневное (фотопическое, центральное) зрение	Сумеречное (мезопическое) зрение	Ночное (скотопическое, периферическое) зрение
Светочувствительные элементы сетчатки глаза	Колбочки	Колбочки+палочки	Палочки
Средние яркости адаптации	Высокие яркости, $L \geq 10$ кд/м ²	Малые яркости, $0,01 < L < 10$ кд/м ²	Очень малые яркости, $L \leq 0,01$ кд/м ²
Диаметр зрачка глаза	2 мм	5-7 мм	8-10 мм
Световая чувствительность	Относительно малая	Относительно большая	Наивысшая
Способность к восприятию цветов	Хорошее различение всех цветов	Голубые и зеленые относительно светлеют, красные темнеют	Цвета не различаются, черно-белое видение

<p>Спектральная чувствительность к хроматическим излучениям</p>	<p>Максимальная к желто-зеленому $[V(\lambda)=1,0 \text{ при } \lambda= 555 \text{ нм}]$ с уменьшением к красному $[V(\lambda)=0,0021 \text{ при } \lambda= 710 \text{ нм}]$ и фиолетовому $[V(\lambda)=0,0012 \text{ при } \lambda= 410 \text{ нм}]$</p>	<p>Максимальная к голубовато-зеленому ($\lambda=520$ нм) с уменьшением в длинноволновой и коротковолновой частях спектра</p>	<p>Максимальная к зеленовато-голубому $[V'(\lambda)=1,0 \text{ при } \lambda= 510 \text{ нм}]$ с уменьшением к красно-оранжевому $[V'(\lambda)=0,00737 \text{ при } \lambda= 620 \text{ нм}]$ и фиолетовому $[V'(\lambda)=0,0022 \text{ при } \lambda= 390 \text{ нм}]$</p>
<p>Способность к различению деталей (острота зрения)</p>	<p>Высокая разрешающая способность – хорошая различимость деталей</p>	<p>Малая разрешающая способность, мелкие детали не видны</p>	<p>Отсутствует, детали не видны</p>
<p>Способность к различению движения</p>	<p>Хорошее различение движущихся объектов, видимых размеров</p>	<p>Различение движения объектов средних и больших размеров</p>	<p>Сохраняется зрительная реакция на крупные движущиеся объекты</p>

1.2. Структура источника света

Освещение помещения реализуется с помощью тепловых источников света, газоразрядными источниками света, полупроводников ИС (рис. 3).

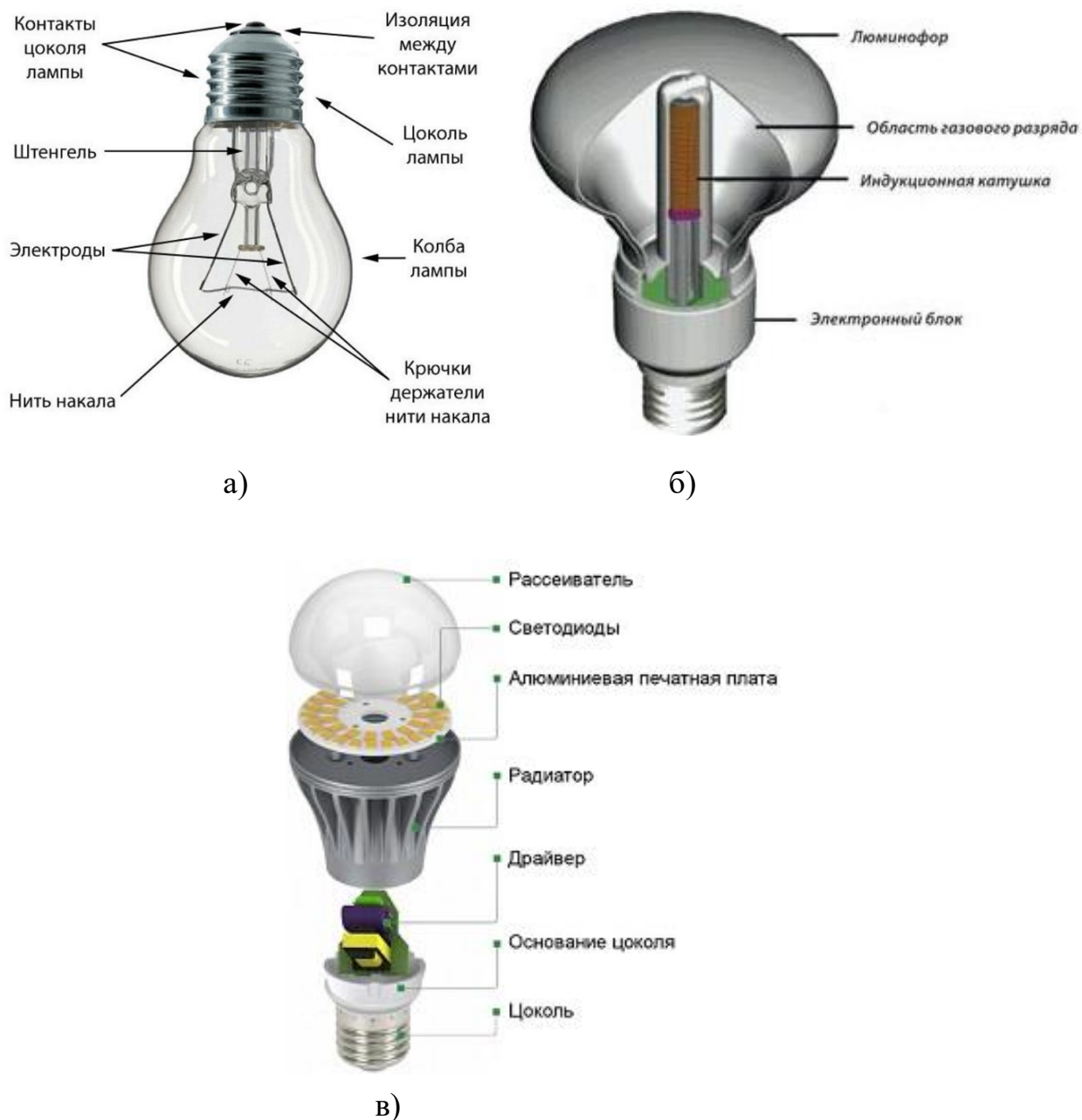


Рисунок 3. Конструктивные особенности ИС: а) устройство тепловых ИС, б)

Устройство газоразрядными ИС, в) Устройство полупроводников ИС

Светотехнические характеристики ИС представлены в таблице 2.

Таблица 2. Сравнительный анализ источников света внутреннего освещения.

Типа ИС	Тепловые источники света	Газоразрядные источники	Полупроводниковые источники
Достоинства	<p>1.Излучить непрерывный спектр, ближе всего к свету солнца.</p> <p>2.Высокий индекс цветопередачи 99~100.</p>	<p>1.Цветовая температура 2500К-6500К.</p> <p>2.Световая отдача 80 лм /Вт</p> <p>3.Срок службы 10 тысяч часов</p>	<p>1.Цветовая температура 2700К-5500К.</p> <p>2.Световая отдача выше 90 лм / Вт</p> <p>3.Срок службы 100 тысяч часов</p>
Недостатка	<p>1.Низкая цветовая температура 2300~2 900К</p> <p>2.Срок службы 1000 часов</p> <p>3.Наименьшая световая отдача 16 лм / Вт</p>	<p>1.Содержат ртути.</p> <p>2.Цветопередача светодиодов низкого чем у тепловых источников света, только больше 85.</p>	<p>1.Высокая начальная стоимость.</p> <p>2. Цветопередача светодиодов 80.</p> <p>3.Светодиодные лампы содержат большее синий свет с Тц большее 4000 К</p>
Применение	Общее, музейное освещение	Общее освещение	Внутренне и наружное освещение

В последнее время люди все чаще выбирают LED-освещение, имеющее ряд преимуществ. В работе не будет подробного перечисления всех достоинств LED, выделим только их мгновенное зажигание, т.е. в светодиодах, в отличие от лампы накаливания или ЛЛ, электрический ток преобразуется непосредственно в световое излучение, и регулирование цветовой температуры.

1.3. Влияния света на органы человека.

С большим выпуском световых приборов (СП), качество создаваемого ими света снижается. Поэтому в работе рассматриваются не только особенности проектирования систем освещения на LED – технология, но и проведен анализ периодической литературы, но и по влиянию светодиодного освещения.

В настоящее время существует три метода получения белого свечения [8]:

1. Синий светодиодный чип возбуждает порошок YAG для образования белого света;
2. Ультрафиолетовый светодиод возбуждает трихроматический порошок цвета;
3. Многокристальный светодиод: красный, зеленый и синий светодиодные чипы размещаются вместе, испускаемый ими, смешивается вместе, чтобы дать белый свет.

На рисунке 4 схематически представлены эти 3 метода.

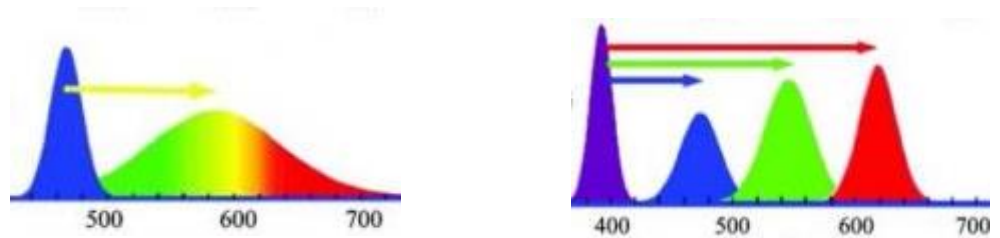
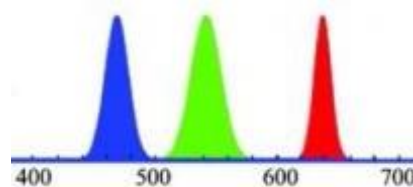


Рисунок 4. а) Синий светодиодный чип б) Ультрафиолетовый светодиод



в) Многокристальный светодиод

Рисунок 4. 3 метода получения белого свечения.

Первый метод. Технология получила название "нитрид галлия на кремнии" (GaN-на-Si). Светоизлучающий слой из нитрида галлия выращивается на пластинах из монокристаллического кремния. Кремний заменил сапфир, который обычно использовался в качестве подложки, без ухудшения характеристик светодиода. Оптимизация качества слоев из нитрида галлия, выращенных на кремниевых подложках, позволила достичь высокого уровня эффективности и яркости светодиодов при высокой надежности.

Второй метод – применение керамического люминофора. Керамический люминофор – это силикон, содержащий частицы одного или нескольких люминофоров. Технология керамических люминофоров уже продемонстрировала свои преимущества при создании светодиодов белого цвета свечения. Но они могут применяться также и при изготовлении светодиодов других цветов. А в сочетании с технологией GaN-на-Si новые

керамические люминофоры обеспечивают улучшенную температурную стабильность, более высокий (на 25–30%) уровень яркости светодиодов и более однородный световой пучок.

Метод 3. Технология CoB. Кристаллы монтируются (прикрепляются, впаиваются) на плату без корпусов и керамических подложек и покрываются общим слоем люминофора. При такой технологии обеспечиваются высокая надежность (защищенность контакта от окисления), миниатюрность и хороший теплоотвод. В CoB-технологии используется больше силикона с замешанным в нем люминофором, чем в плате с напаянными светодиодами, но в итоге стоимость CoB все же ниже, чем платы со светодиодами (в зависимости от дизайна разница может составлять до 50%).

Процесс изготовления CoB-матрицы состоит из следующих этапов:

- нанесение на подложку вещества, обеспечивающего адгезию;
- установка кристаллов на подложку и затвердевание слоя защитного покрытия;
- плазменная очистка поверхности;
- соединение контактов кристалла и платы ультратонкими, как правило, золотыми проводниками толщиной несколько микрон;
- заливка кристаллов силиконом с люминофором для герметизации кристаллов;
- отверждение силикона.

В ряде источников [9], самым неблагоприятным является ультрафиолетовых лучах, вблизи ультрафиолетовых лучей и инфракрасных лучах с синим светом 400-500 нм.

Рассмотрим, как синие лучи негативно влияют на глаз человека. Энергия фотонов обратно пропорциональна длине электромагнитной волны, а значит, коротковолновое фиолетовое и синее излучение обладает большей энергией, нежели любое другое. Попадая в рецепторы, оно вызывает химическую реакцию с высвобождением продуктов метаболизма, которые не могут полностью утилизироваться поверхностной тканью сетчатки – эпителием. Со временем это может серьёзно повредить сетчатку и вызвать ухудшение зрения вплоть до слепоты.

Синий свет подавляет эпифизарную секрецию мелатонина, мелатонин контролирует наш циркадный ритм. Нарушения сна могут вызывать раздражительность и часто отрицательно влиять на наше здоровье, снижать нашу продуктивность, повышать кровяное давление, риск инсульта и развитие диабета. Исследования показали, что длительное воздействие синего света во время сна может задержать быстрые стадии сна. Чрезмерное воздействие синего света особенно опасно для детей, что приводит к цифровой визуальной усталости, повреждению глаз, поведенческим расстройствам и диабетическим симптомам. [10]

1.4. Влияние спектра на биоритмы человека

Изменения света являются наиболее важными факторами, влияющими на синтез мелатонина во внешней среде. Секреция мелатонина пропорциональна длине темного периода. Таким образом, свет-темный цикл регулирует внутренний биологический ритм тела, влияя на циркадный ритм синтеза мелатонина. Освещение ночью может препятствовать синтезу мелатонина, а спектральное распределение и интенсивность света оказывают различное влияние на синтез мелатонина. Красный свет оказывает самое слабое ингибирующее действие на мелатонин, а эффект ингибирования зеленого света является самым сильным. Сильный свет может мгновенно ингибировать синтез мелатонина в шишковидной железе, тогда как слабый свет требует относительно длительного времени для его подавления.

Использование красноватого спектрального освещения перед сном хорошо для людей, чтобы поддерживать полноценный сон, у зеленого и синего есть более сильная способность ингибировать секрецию мелатонина и достигать более низкой глубины сна (небольшие изменения разницы температур во время сна) Поэтому использование сине-зеленого спектра освещения не способствует поддержанию высокого качества сна. [11-12]

Летом утром, когда естественный свет облучается человеческим телом раньше, мелатонин в организме быстро разлагается, так что люди могут встать раньше и иметь лучший дух. Зимой ученики, которые начинают учебу или

работают, часто испытывают недостаток энергии, когда они просыпаются. Это связано с тем, что отсутствие света в организме в зимнее утро не может быстро уменьшить концентрацию мелатонина в организме. [13]

Зимой люди предпочитают использовать теплую подсветку и прохладное освещение летом. Можно видеть, что холодность и теплоту освещения могут быть правильно отрегулированы в соответствии с изменениями сезона, чтобы помочь людям поддерживать хорошее настроение, сохраняя при этом хорошую среду освещения. [14-15]

1.5. Решение влияния синего света на здоровье

В солнечном свете природы также присутствует голубой компонент света, за исключением того, что компонент синего света имеет правильную пропорцию во всем спектре. Необходимо управлять энергией синего света в светодиоде до надлежащего соотношения. В таблице 3 показаны разные уровни опасности негативного влияния синего света на сетчатку. [16-17]

Таблица 3. Уровень опасности негативного влияния синего света на сетчатку
GB/T 20145—2006/CIE S009/E : 2002

Уровень опасности	Диапазон плотности излучения $\text{Вт} \times \text{м}^{-2} \times \text{ср}^{-1}$	вред
Без опасности	≤ 100	Время экспозиции меньше 1000

		с, не вредно
Низкая опасность	$\leq 10^4$	Время экспозиции меньше 100 с, не вредно
Средняя опасность	$\leq 4 \times 10^4$	Время экспозиции меньше 10 с, не вредно
Сильная опасность	$\geq 4 \times 10^4$	Не приспособлен к сильному свету.

Для опасности светодиодных ламп следует учитывать в нужном месте, чтобы использовать светодиодные лампы с соответствующей цветовой температурой. [18]

Цветовая температура источника света определяется путем сравнения его цветных и теоретических тепловых черных корпусных излучателей. Температура Кельвина, когда тепловой радиатор черного тела соответствует цвету источника света, является цветовой температурой этого источника света и напрямую связана с законом излучения черного тела Планка. [19]

Если цветовая температура низкая, красная составляющая спектра больше, тогда как синий свет меньше. Обычно говорят, что теплый свет – это температура цвета ниже 3300 К, теплый свет похож на лампу накаливания, компонент красного света больше, может дать людям теплый, здоровый, удобный, более сонный характер. Применимо к домам, домам, общежитиям, гостиницам и другим местам или местам с относительно низкой температурой. Холодный свет имеет более чем 5300К цветовую температуру, которая является более синими компонентами. Поэтому светодиоды высокой цветовой

температуры не подходят для внутреннего освещения, а лампы с низкой цветовой температурой должны использоваться как можно больше.

Чтобы правильно понять проблему так называемого синего света, поскольку синий свет является частью белого света, доля голубого света в дневном солнечном свете также меняется. Поэтому нереально просто исключить синий свет, и нужно только контролировать энергию голубого света в безопасном диапазоне.

Внутренняя часть должна быть выбрана как опасность низкого и опасного синего света с цветовой температурой ниже 4000 К и светодиодом с индексом цветопередачи 80 или выше в качестве внутреннего осветительного прибора. И следует обратить внимание на защиту особых людей (таких как дети), чтобы избежать долгосрочного взгляда прямо на светодиодные фонари. [20]

Глава 2. Анализ норм освещенности

Проект освещения должен включать в себя 2 задачи:

- полученные результаты E , L , U должны соответствовать нормативным документам;
- осветительная установка должна создавать «качественное» освещение.

В крупных городах сосредоточено огромное количество офисных зданий, в которых трудится большая часть населения. Поэтому на сегодняшний день

улучшить свое физическое и эмоциональное состояние. используя качественное освещение в офисе является важным управлением.

Рекомендуемые источники света для общего освещения общественных зданий и общедомовых помещений жилых зданий в приложения 1. Расчет ОУ компьютерного класса разработан в соответствии норм, представленных в приложения 2. В следующей таблице сравнительный анализ нормы освещения Российской Федерации СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение», Европейской CEN 2002 «Свет и освещение – Освещение рабочих мест» и Китайской GB 50034 – 2013 «Стандарт для освещения зданий» в таблице 4.

Таблица 4. Сравнение нормы освещения Российской Федерации, Европейской и Китайской. [21-23]

	СНиП 23-05-95	CEN 2002	GB 50034 – 2013
Среднее освещение Еср	От 300 до 500	300	300
Коэффициент равномерного освещения	0,5	0,6	0,6
Цветовой температуры К	2700~4500	2700~4500	3300~5300*
Показатель дискомфорта	19		
Индекс цветопередача	80-84	80	80
Тип светильников	СД; МГЛ	СД; МГЛ	СД; МГЛ

*Долгосрочная работа или пребывание в комнате или месте, цветовая температура не должна превышать 4000 К.

2.1. Программа для расчета внутреннего освещения

Dialux является самым популярным инструментом для светотехнических расчетов. Программа DIALux производит светотехнические расчеты, учитывая множество факторов, которые не учитываются при проектировании освещенности по табличным методам. Это наиболее точный инструмент светотехнического проектирования. DIALux позволяет оценить результат по различному виду диаграммам распределения освещенности и трёхмерной визуализации. DIALux производит расчет всех требуемых световых характеристик: яркости, всех видов освещенности, показателей блёскости, КЕО и пр. С его помощью можно рассчитать дневной свет и тени при планировании освещения. Программа принимает во внимание географическое расположение здания, погодные условия и тени от окружающих строений и прочих объектов.

2.2. Размещение контрольных точек при измерении средней освещенности помещений

Прибор для измерения освещенности называется люксометром. Коэффициент пульсации освещенности – это отношение разности между максимальным и минимальным значением освещенности к ее среднему значению за время измерения:

$$K_{п} = \frac{E_{\text{макс}} - E_{\text{мин}}}{2E_{\text{ср}}} \times 100\% \quad (1)$$

Для определения контрольных точек план помещения разбивают на равные, по возможности квадратные, части. Контрольные точки размещают в центре каждого квадрата. Для этого рассчитывают индекс помещения i по формуле:

$$i = \frac{ab}{h_0(a + b)} = \frac{6 \times 7}{3 \times (6 + 7)} = 1,1 \quad (2)$$

где, a - ширина помещения, м;

b - длина помещения, м;

h_0 - высота подвеса светильника,

Минимальное количество контрольных точек N для измерения средней освещенности квадратного помещения определяют по таблице 5. [24]

Таблица 5. Минимальное число контрольных точек измерения.

Индекс помещения i	Число точек измерения
От 1 до 2 включ.	9

В неквадратных помещениях выделяют квадрат наибольшей площадью S_k , для которого определяют количество точек измерения N_1 как указано выше. Минимальное количество точек измерения средней освещенности N рассчитывают по формуле:

$$N = N_1 \frac{S_n}{S_k} \quad (3)$$

где S_n - площадь помещения, м²,

S_k - площадь квадрата, м². [25]

1. Минимальную освещенность в помещениях и вне зданий определяют, как минимальные измеренные значения освещенности из последовательности их значений в контрольных точках по формуле

$$E_{\text{мин}} = \min\{E_i\} \quad (4)$$

где E_i - измеренные значения освещенности в контрольных точках. [26]

2. Среднюю освещенность в помещении определяют, как среднеарифметическое значение измеренных освещенностей в контрольных точках помещения по формуле:

$$E_{\text{ср}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N E_i, \quad (5)$$

где E_i - измеренные значения освещенности в контрольных точках помещения, лк;

N - число точек измерения.

3. Среднюю освещенность улиц, дорог, площадей и тоннелей определяют, как среднеарифметическое значение измеренных освещенностей E_i в контрольных точках дорожного покрытия по формуле (5). [27]

4. Цилиндрическую освещенность $E_{\text{ц}}$ в контрольной точке определяют, как среднеарифметическое значение освещенностей, измеренных в четырех взаимно перпендикулярных вертикальных плоскостях, по формуле

$$E_{\text{ц}} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^{i=4} E_{\text{в}i} \quad (6)$$

где $E_{\text{сi}}$ - измеренные значения освещенности во взаимно перпендикулярных вертикальных плоскостях, лк. [28]

5. При отклонении напряжения сети от номинального более чем на 5% фактическое значение освещенности уточняют по формуле:

$$E_{\text{ф}} = E \frac{U_{\text{ном}}}{U_{\text{ном}} - K(U_{\text{ном}} - U_{\text{ср}})} \quad (7)$$

где E - минимальная, средняя или цилиндрическая освещенности, лк;

$U_{\text{ном}}$ - номинальное напряжение сети, В;

K - коэффициент, равный 0 для светодиодов с импульсными блоками питания, 1 - для люминесцентных ламп при использовании емкостного балластного сопротивления и электронных пускорегулирующих аппаратов, 2 - для люминесцентных ламп при использовании индуктивного балластного сопротивления и дуговых ртутных ламп (ДРЛ), 3 - для металлогалогенных ламп (МГЛ), дуговых ртутных ламп с излучающими добавками (ДРИ), натриевых ламп высокого давления (ДНаТ), 4 - для ламп накаливания и светодиодов с мостовыми схемами включения; [29]

2.3. Акценты в проектировании качественного освещения для офиса

В зависимости от характера выполняемой работы, типов помещения, расположения рабочих мест, установленного осветительного оборудования, всего микроклимата пространства, времени года и суток организм человека реагирует, в той или иной степени. Известно, что рабочее освещение в офисе

может активизировать, стимулировать деятельность человека и придавать определенное значение обстановке.



Рисунок 5. Модели освещения, применяемые в типовых офисных помещениях.

При проектировании освещения следует делать различие между специфическим рабочим освещением и неспецифическим освещением помещения.

Систем освещения обуславливалась тремя областями: зрительная деятельность, восприятие помещения и личное самочувствие. В результате исследований было установлено, что наиболее эффективными методами освещения для зрительной деятельности являются осветительные установки преимущественно отраженного света, которые обеспечивают безбликовое и

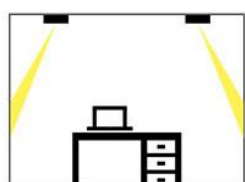
комфортное качественное освещение.



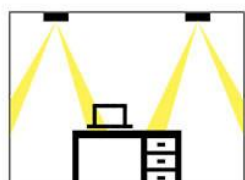
5. Основное освещение. Потолочные светильники отраженного света в сочетании с отраженным от стены светом.



6. Дополнительное освещение. Световое акцентирование рабочей поверхности.



7. Дополнительное освещение. Световое акцентирование стен.



8. Дополнительное освещение. Акцентирование рабочей поверхности и стен.

Рисунок 6. Модели освещения, применяемые в типовых офисных помещениях

Восприятие помещения в основном зависит от наполненности пространства светом. Ощущение достаточной освещенности обуславливается в первую очередь количеством света в поле зрения, то есть, от освещенности участка, преобладающего в поле зрения.

Восприятие помещения в основном зависит от наполненности пространства светом. Ощущение достаточной освещенности обуславливается в первую очередь количеством света в поле зрения, то есть, от освещенности участка, преобладающего в поле зрения.

Следовательно, в используемом небольшом помещении степень

освещенности стен имеет наибольшее значение. Напротив, в помещении большей площади ощущение общей освещенности определяется степенью освещенности потолка. Кроме того, исследования показывают, что ощущение освещенности помещения можно усилить за счет световых акцентов, расположенных, прежде всего на стене. Чем сильнее акцентированное освещение подчеркивает информационную структуру в помещении, тем более высокие оценки привлекательности получает помещение; оно кажется более располагающим, выразительным, приятным и интересным. В свою очередь, помещение, с наличием только основного освещения получило оценку как скучного и неинтересного пространства.

Выделение зрительных точек путем акцентированного освещения способствует хорошему самочувствию. Концепции освещения, которые ограничиваются одним из видов основного освещения, характеризуются как «утомляющие», монотонные и отталкивающие. Наиболее отчетливо это проявляется при отраженном от потолка освещении. Дифференцированное качественное освещение позволяет выделить четкую структуру визуального окружения; акцентированное освещение управляет восприятием, распознавание элементов помещения происходит быстро и уверенно.

Напрашивается вывод о том, что о хорошем самочувствии можно говорить в том случае, когда используются световые акценты, которые обеспечивают лучшее понимание обстановки в помещении и придают привлекательность

объектам, находящимся в поле зрения.

При проектировании освещения следует делать различие между специфическим рабочим освещением и неспецифическим освещением помещения. Условия освещения, которые обеспечивают оптимальное выполнение специфической зрительной задачи, не являются автоматически источником оптимального самочувствия. Для хорошего самочувствия особую роль, очевидно, играет акцентированное освещение. Однако исследования также показывают, что не существует оптимального комплексного решения, которое в равной степени удовлетворяло бы различным требованиям к освещению относительно зрительной деятельности, оптимального впечатления от помещения и личного самочувствия.

Поэтому необходимым условием является проектирование освещения, при котором будут учтены различные варианты использования помещения, что позволит получить в итоге качественное освещение, которое соответствует потребностям и условиям использования. [5]



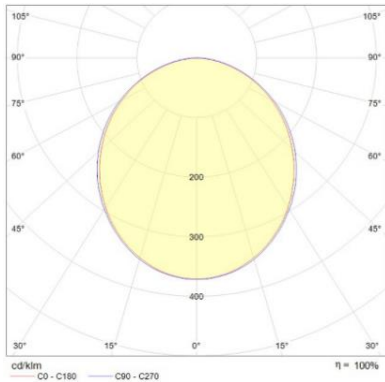
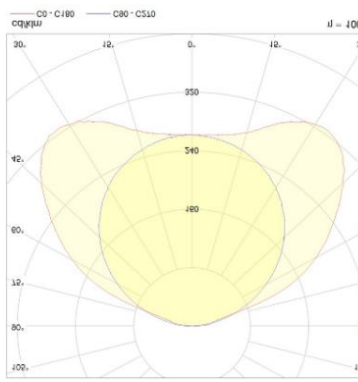
Глава 3. Дизайн-проект освещения компьютерного класса

Нормы искусственного освещения не запрещают использование СД в проектировании искусственного освещения. Разработаем осветительную установку для компьютерного класса в ПО Dialux с учетом циркадных ритмов.

3.1. Характеристика светильников в эксперименте

Особенности циркадных ритмов представлены в главе 1. Основная задача проектировщика подобрать специализированные СП с регулируемой цветовой температурой. В результате анализа рынка производителей выбраны СП ТМ Световые технологии. Характеристики светильников представлены в таблице 6.

Таблица 6. Характеристика светильников в эксперименте.

Название светильника	LINER/S LED 1200 TH W CH CF	ОТХ LED 595 CH CF
Вид светильника		
КСС		
Тип ИС	СД	СД
Световой поток	2500 лм	3800 лм
Мощность светильника	32 Вт	39 Вт
Энергоэффективность	78 лм/Вт	97 лм/Вт
Индекс цветопередачи (CRI)	>80	>85
Цветовая температура	2700-5600 К	2800-5800 К
Коэффициент мощности	> 0,94	> 0,96

Напряжение	230 В	230 В
Коэффициент пульсации	<5%	<5%
Пусковой ток	42 А	42 А

В настраиваемых светодиодных светильниках белого света цветовая температура регулируется прямо во время работы при помощи контроллеров освещения.

3.2. Регулировка цветовой температуры по деятельности человека

В определенное время суток человек переживает различные циклы спада и от солнечного цикла и цветовой температуры источников света. Изменяя цветовую температуру источников света в окружающем пространстве можно влиять на изменение биоритмов человека в таблице 7. [30 - 32]

Таблица 7. Цветовая температура при изменении биоритмов человека.

Летоная время	Деятельность человека	Тцв ИС
8:00-9:00	Подъем активной мозговой деятельность	2700-3500К
9:00-12:00	Активная жизнедеятельность Физическая и мозговая работа	3500-4000К
12:00-13:00	Небольшой спад жизненной энергии, требуется перерыв и прием пищи	2700-3000К
13:00-16:00	После отдых наступна подъем энергии, быстрое время реакции	3000-4500 К
16:00-17:00	Хорошие показатели физической и умственной деятельности	4500К-3500 К

17:00-18:00	Снижение концентрации внимания и мозговой активности желательно подкрепление организма	3500-2700 К
-------------	---	-------------

По деятельности человека в одном дне , проектировать следующий вариант освещения : Утром человек подъем активной мозговой деятельности, в течение регулировать цветовую температуру 2700 К; Когда человек занимается активную жизнедеятельности – физическую и мозговую работу, нужно регулировать цветовую температуру 3000 и 2700К; После перерыв и отдых наступав подъем энергии, быстрое время реакции, Поэтому цветовая температура поменяется 4000 К; Ближе вечером снижение концентрации внимания и мозговой активности желательно подкрепление организма , нужно регулировать цветовую температуру 4000 и 2700К.

Светотехнические результаты смоделированной осветительной установки представлены в таблице 8 и таблице 9. По результатам эксперимента, при разных цветовой температуры освещённости комнат почти не изменяется. А по рисункам, разные яркости при разных цветовой температуры. Поэтому использовать светильники высокой цветовой температуры, человек чувствует больше ярко; использовать светильники низкой цветовой температуры, человек чувствует больше темно.

Таблица 8. Освещение кабинета 250 при разных цветовой температуре: Зона 1 – Работа за компьютер; Зона 2 – Работа круглый стол для.

Утром	2700 к Тц в Зона 1	2700 к Тц в Зона 2	Общий
	3000 к Тц в Зона 1	2700 к Тц в Зона 2	Общий
Днем	4000 к Тц в Зона 1	4000 к Тц в Зона 2	Общий
Вечером	2700 к Тц в Зона 1	4000 к Тц в Зона 2	Общий

Таблица 9. Освещенность в рабочей плоскости в аудитории 250 корпуса 16 в ТПУ.

Тцв	К	Освещенность в рабочей плоскости			
		Еср	Еmin	Еmax	$\frac{E_{min}}{E_{ср}}$
2700		454	194	544	0,41
3000		454	194	544	0,41
4000		454	194	544	0,41
5000		454	194	544	0,41

Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Качественное освещение не только удовлетворяет основной потребности освещения, ещё регулирует циркадные ритмы, влияет эффективность работы.

Качественное освещение применяется к освещению офиса. В крупных городах сосредоточено огромное количество офисных зданий, в которых трудится большая часть населения. Поэтому на сегодняшний день улучшить свое физическое и эмоциональное состояние используя качественное

освещение в офисе является важным управлением. Исходя из этого, потенциальными потребителями результатов наших исследования будут любые предприятия, пребывающие светотехнику.

4.2 Анализ конкурентных технических решений

Для достижения поставленной цели необходимо произвести анализ конкурентных технических решений. Для этого составим таблицу.

Таблица 10. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1.Повышение производительности труда пользователя	0,09	4	5	3	0,36	0,45	0,27
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,05	3	3,5	2,5	0,15	0,18	0,13

3. Помехоустойчивость	0,04	4	5	3	0,16	0,2	0,12
4. Энергоэкономичность	0,10	2,75	2	3,5	0,23	0,2	0,35
5. Надежность	0,02	4	3	5	0,08	0,06	0,1
6. Уровень шума	0,02	3,75	3,5	4	0,08	0,07	0,08
7. Безопасность	0,01	2,75	3	2,5	0,03	0,03	0,03
8. Потребность в ресурсах памяти	0,01	3	3	3	0,24	0,24	0,24
9. Функциональная мощность(предоставляемы е возможности)	0,08	3,75	4	3,5	0,3	0,32	0,28
10. Простота эксплуатации	0,04	3,25	3,5	3	0,13	0,14	0,12
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,03	4	3	5	0,12	0,09	0,15
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,04	3,25	4	2,5	0,13	0,16	0,1
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,06	4,25	3,5	5	0,26	0,21	0,3
2. Уровень проникновения на рынок	0,02	2,5	3	2	0,05	0,06	0,04
3. Цена	0,08	3	4	2	0,24	0,32	0,16

4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,09	2,75	2,5	3	0,25	0,23	0,27
5. Послепродажное обслуживание	0,04	3,25	3	3,5	0,13	0,12	0,14
6. Финансирование научной разработки	0,03	3,25	4	2,5	0,10	0,12	0,08
7. Срок выхода на рынок	0,01	3,25	3	3,5	0,03	0,03	0,04
8. Наличие сертификации разработки	0,07	2,25	2,5	2	0,15	0,18	0,14
Итого	1	66	68	64	3,4	3,1	3,4

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i \quad (8)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Разработка:

$$K=66 \times 3,4=224,4$$

Конкуренты:

$$K1=68 \times 3,1=210,8$$

$$K2=64 \times 3,4=217,6$$

Проведя анализ выяснили, что проект конкурентоспособна. Данная разработка является удобной в эксплуатации, также проект является надежной,

проект проста в эксплуатации, так как предназначена для определенного вида деятельности и выполнена по определенным требованиям.

4.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по сто балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 11. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,10	86	100	0,86	0,086
2. Помехоустойчивость	0,05	77	100	0,77	0,0385

3. Надежность	0,04	56	100	0,56	0,0224
4. Унифицированность	0,01	89	100	0,89	0,0089
5. Уровень материалоемкости разработки	0,02	56	100	0,56	0,0112
6. Уровень шума	0,03	87	100	0,87	0,0261
7. Безопасность	0,09	90	100	0,9	0,081
8. Потребность в ресурсах памяти	0,06	69	100	0,69	0,0414
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,08	72	100	0,72	0,0576
10. Простота эксплуатации	0,07	60	100	0,6	0,042
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,09	98	100	0,98	0,0882
12. Ремонтопригодность	0,07	76	100	0,76	0,0532
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
13. Конкурентоспособность продукта	0,01	87	100	0,87	0,08
14. Уровень проникновения на рынок	0,03	65	100	0,65	0,002

15.Перспективность рынка	0,08	74	100	0,74	0,002
16. Цена	0,06	67	100	0,67	0,03
17. Послепродажное обслуживание	0,05	87	100	0,87	0,015
18. Финансовая эффективность научной разработки	0,02	93	100	0,93	0,001
19. Срок выхода на рынок	0,04	58	100	0,58	0,002
Итого	1	1447		14,47	0,6885

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{\text{ср}} = \sum V_i \cdot B_i = 1447 \times 0,6885 = 996 \quad (9)$$

где $P_{\text{ср}}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки; V_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Разработка считается перспективной, если средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки более 80, в нашем случае 996, это говорит о безоговорочной перспективности разработки.

4.4 SWOT-анализ

SWOT –представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Таблица 12. Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	V1	0	+	+	+	0
	V2	-	+	+	-	+
	V3	-	+	+	-	0
Угрозы проекта	У1	+	-	0	0	+
	У2	-	-	-	0	-
Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	
	V1	-	0	+	0	
	V2	-	-	-	-	+
Угрозы проекта	У1	+	+	0	-	
	У2	-	-	-	-	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные стороны и возможности: В1С2С3С4, В2С2С3С5, В3С2С3;

Коррелирующие сильные стороны и угроз: У1С1С5;

Коррелирующие слабых сторон и возможности: В1Сл3; В2Сл4; В3Сл3;

Коррелирующие слабых сторон и угроз: У1Сл1Сл2; У2Сл4.

Таблица 13. SWOT анализ

	Сильные стороны	Слабые стороны
	научно-исследовательского проекта:	научно-исследовательского проекта:
	<p>С1.Наличие бюджетного финансирования.</p> <p>С2.Квалифицированный персонал.С3.Наличие необходимых установок для проведения испытаний.</p> <p>С4.Экономичность технологии.</p> <p>С5.Наличие материала</p>	<p>Сл1.Большой срок поставок материалов используемых при проведении научного исследования.</p> <p>Сл2.Длительность проведения некоторых исследований.</p> <p>Сл3.Отсутствие инжиниринговой</p>

	для исследований	компании, способной построить производство под ключ. Сл4.Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой.
<p>Возможности:</p> <p>В1.Использование инновационной инфраструктуры ТПУ.</p> <p>В2.Повышение производительности</p> <p>В3.Спрос на результаты исследований.</p>	<p>В1С2С3С4, В2С2С3С5, В3С2С3</p> <p>Наличие необходимых материалов и оборудования, а также персонала в процессе исследований может способствовать повышению производительности в будущем.свойствами.</p>	<p>В1Сл3; В2Сл4; В3Сл3</p> <p>Для повышения производительности и спроса на результаты исследований необходимы квалифицированные кадры среди потенциальных потребителей.</p>
Угрозы:	У1С1С5	У1Сл1Сл2; У2Сл4

<p>У1. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства.</p>	<p>Основной угрозой является несвоевременное финансирование – может возникнуть нехватка материалов для исследований.</p>	<p>Вследствие несвоевременного финансирования может возникнуть приостановка исследований на некоторое время.</p>
<p>У2. Отсутствие спроса на новые технологии производства.</p>	<p>возникнуть нехватка материалов для исследований.</p>	<p>приостановка исследований на некоторое время.</p>

4.5 Структура работ в рамках научного исследования

Для выполнения и планирования данной работы по теме, сначала нужно ее разделить на несколько частей, то есть различные этапы:

1. Подготовительный этап. Выбор темы; изучение, анализ информации по выбранной теме. Техничко-экономическое обоснование целесообразности проведения исследований по данной теме. Определение рабочей группы;

2. Формирование теоретической части. Выявление возможных направлений исследования;

3. Проведение экспериментов по теоретической части;

4. Количественная оценка экспериментального исследования, выбор параметров, проведение численного моделирования;

5. Корректировка разработанных параметров после получения результатов эксперимента;

6. Выводы и предложения по теме, обобщение результатов разработки.
Составление технологического отчета;

7. Завершающий этап. Проведение анализа результатов исследования всей рабочей группы.

Таблица 14. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№. Раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка задания на НИР	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
Выбор направления исследования	2	Поиск и изучение материала по теме	Научный руководитель, Студент
	3	Выбор моделей и способов анализа	Научный руководитель
	4	Календарное планирование	
Теоретические исследования	5	Изучение литературы по теме	Научный руководитель Студент
	6	Поиск методов решения	Студент
	7	Систематизация и	

		оформление информации	
Оценка полученных результатов	8	Измерение и получение данных	Студент, консультант
	9	Анализ полученных результатов	Руководитель, Консультант, Студент
Оформление отчета по НИР	10	Составление пояснительной записки	Студент

4.6 Определение трудоемкости выполнения работ

Определение трудоемкость выполнения каждого этапа. Теоретические материал для выполнения этого пункта представлен в лекционном разделе "Определение трудоемкости выполнения НИОКР.

Трудоемкость выполнения НИОКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости работ $1_{о\dot{я}}$ используется следующая формула:

$$t_{ож\dot{i}} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \text{ чел.-дн.}, \quad (10)$$

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ож i}}{ч i}, \quad (11)$$

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

$t_{ож i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-ли.;

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

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

$$T_{ki} = T_{pi} \times k \quad (12)$$

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

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

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

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{T_{кг}}{T_{кг} - T_{вд} - T_{пд}}, \quad (13)$$

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

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

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

Определим длительность этапов в рабочих днях и коэффициент календарности:

$$k = \frac{T_{кг}}{T_{кг} - T_{вд} - T_{пд}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22, \quad (14)$$

тогда длительность этапов в рабочих днях, следует учесть, что расчетную величину продолжительности работ T_k нужно округлить до целых чисел.

4.7 Разработка графика проведения научного исследования

Таблица 15. Временные показатели проведения ВКР

№ ра б.	Исполнители	Продолжительность работ						
		t_{\min} , чел-д н	t_{\max} , чел-д н	$t_{\text{ож}}$ чел-д н	T_p раб.дн	T_k кал.дн	U_i , %	Γ_i , %
1	Руководитель	4	8	5,6	5,6	7	9,33	9,33
2	Студент-дипл омник Руководитель	15	18	16,2	8,1	10	13,33	22,6
3	Руководитель	4	9	6	6	7	9,33	32
4	Руководитель	4	8	5,6	5,6	7	9,33	41,3
5	Руководитель, Консультант,	8	15	10,8	5,4	7	9,33	50,6
6	Студент-дипл омник	7	9	7,8	7,8	9	12	62,6
7	Студент-дипл омник,	7	12	9	4	11	14,6	77,3 3
8	Консультант, Студент-дипл омник	6	9	3,6	1,3	4	5,3	82,6
9	Студент-дипл	4	10	6,4	2,1	3	4	86,6

	омник Руководитель							
10	Студент-дишл омник	7	11	8,6	8,6	10	13,3	100, 00
Итого		Руководитель				41		
		Студент				54		

Продолжительность каждой работы руководителя в рабочих днях $T_r=41$ чел-дн; Продолжительность каждой работы студента в рабочих днях $T_r=54$ чел-дн.

4.8 Планирование управления научно-техническим проектом

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный график проекта. Для планирования НИОКР была выбрана диаграмма Ганта, которая представляет собой 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 8 с разбивкой по месяцам за период времени выполнения научного проекта. При этом работы на графике выделены различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 16. Календарный план-график проведения НИОКР по теме

Этапы	Вид работы	Исполнитель	t_k	Февраль	Март	Апрель	Мая	Июнь
1	Составление и утверждение задания НИР	руководитель	7	█				
2	Поиск и изучение материала по теме	Руководитель Студент-дипломник	10	█ █				
3	Выбор моделей и способов анализа	руководитель	7		█			
4	Календарное	руководитель	7		█			

	планирование работ																			
5	Изучение литературы по теме	Студент-дипломник, руководитель	7																	
6	Поиск методов решения	Студент-дипломник	9																	
7	Систематизация и оформление информации	Студент-дипломник,	11																	
8	Измерение и получение цифры	Студент-дипломник, консультант	4																	
9	Анализ полученных результатов	Студент-дипломник Консультант руководитель	3																	

4.9.1. Расчет материальных затрат НИИ

В данном разделе произведем расчет материальных затрат по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} \quad (15)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования; $N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования; C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.); k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 17.

Таблица 17. Материальные затраты.

Наименование	Единица изменения	количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы (з... руб
Бумага	лист	150	2	345
Картридж для	шт.	1	1000	1150
Интернет	М/бит (пакет)	1	350	402,5

Ручка	шт.	1	20	23
Дополнительная	шт.	2	400	920
Тетрадь	шт.	1	10	11,
Итого	2852			

Нужно материальные затраты НТИ 2852 рублей.

4.9.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.

Таблица 18. Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ.

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования тыс. руб.	Общая стоимость оборудования тыс. руб.
1	LED LED 1200 CH CF	1	2300	2300
2	LED 1200 CH CF	1	2400	2400
Итого:			4700 руб	

Затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ 4700 рублей.

4.9.3. Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата; $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{осн}$).

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (16)$$

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p \quad (17)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника; T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 18); $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} \quad (18)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя; F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 19. Баланс рабочего времени.

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
-----------------------------	--------------	---------

Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	48
- невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	252	252

Баланс рабочего времени руководителя и студента 252 дней.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p \quad (19)$$

где $Z_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.; $k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 ; k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5; k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 20. Расчёт основной заработной платы.

Исполнители	$Z_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб.дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	33664	0,3	0,2	1,3	65645	2709	41	111075
Студент	9893	0,3	0,2	1,3	19291	796	54	42984
Итого $Z_{осн}$								154059

Основной заработной платы 154059 рублей.

4.9.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{ОСН} + З_{доп}) \quad (20)$$

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

На 2015 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30 , 2%.

Таблица 21. Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб	Дополнительная заработная плата, руб
Руководитель проекта	111075	16661
Студент-дипломник	42984	6448
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,302	
Итого	53505	

Отчисления во внебюджетные фонды 53505рублей.

4.9.5. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. В нашем случае подсчитаем затраты электроэнергии. Одноставочный тариф на электроэнергию 3 руб за 1 кВт/час.

Таблица 22. Затраты на электроэнергию

№	Наименование оборудования	Мощность, кВт/час	Время эксплуатации, час	Расход электроэнергии, руб.
1	Компьютер	7	80	1680
Итого				1680

Таким образом, затрат на электроэнергию 1680 рублей.

4.9.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основной для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции. Определение бюджета затрат на НИР приведет в таблице 23.

Таблица 23. Расчет бюджета затрат НИР

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИР	2852	Пункт 3.9.1
2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.	4700	Пункт 3.9.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта	164426	Пункт 3.9.3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	53505	Пункт 3.9.4
5. Затраты на электроэнергию	1680	Пункт 3.9.5
Расчет бюджета затрат НИР	227163	Сумма ст.1-5

Расчет бюджета затрат НИР 227163 рублей.

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

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

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования.

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{227163}{230000} = 0,99 \quad (21)$$

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

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (22)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности

рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 24).

Таблица 24. Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования/ критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	5
2.Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	4
3.Помехоустойчивость	0,15	3	5
4. Энергосбережение	0,20	5	5
5. Надежность	0,2	5	5
6. Материалоемкость	0,2	5	5
Итого	1	4,55	4,85

$$I_{p-исп1} = 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,1 \cdot 2 + 0,2 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 = 4,55$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп1}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}} = \frac{4,55}{0,99} = 4,60 \quad (23)$$

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

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}} = \frac{4,60}{4,85} = 0,95 \quad (24)$$

Таблица 25. Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп. 1
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,99
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,55
3	Интегральный показатель эффективности	4,60
4	Сравнительная эффективность вариантов	0,95

	исполнения	
--	------------	--

Из значений интегральных показателей эффективности позволяет выбрать более эффективный вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Так как с каждым годом появляется многочисленное количество конкурентоспособных предприятий, необходимо создавать продукцию, удовлетворяющую нормам и требованиям потребителей, а также отвечающую стандартам качества. Для этого производится ряд процедур, на основе которых выявляется эффективность исследования разработки. Будет ли она востребована на рынке, проверяется целесообразность использования сырья и дорогостоящего оборудования.

В ходе работы дали оценку коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Рассчитали накладные расходы, сформировали бюджет затрат научно-исследовательского проекта, который составил 227163 руб. На основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования определили эффективность исследования.

Список литературы

1. Андрей М.И. Физиология и психология восприятия света / М.И. Андрей. – М.: Просвещение, 2018. – 25 – 37 с.
2. Цузмер А. Функции органа зрения и его гигиена // Человек: Анатомия. Физиология. Гигиена: Учебник для 8 класса средней школы / А. Цузмер, О. Петришина. – М.: Просвещение, 1979. – 185 –193 с.
3. Крейдлин Г. Е. Жесты глаз и визуальное коммуникативное поведение // Труды по культурной антропологии / Г. Е. Крейдлин. – М.: Просвещение, 2002. –236 – 251 с
4. Свет влияет на здоровье глаза [Текст]: учеб. общая биология. / под ред. В. И. Сивоглазов. – М.: Академия, 2011. – 27 с.
- 5.Внукова О. А. Качественное освещение: биологическая и эмоциональная эффективность/ О. А. Внукова. – М., 2018. – 13 с.
6. Щень Ч. Светодиод-оптимальный вариант освещения/ Ч. Щень. – Пинкин, 2014. – 12 – 15с.
7. Бижак Г. П. Спектры излучения светодиодов и спектр действия для подавления секреции мелатонина [Текст] / Г. П. Бижак // Светотехника. – 2012. – № 3. – 10–11 с.

8. Островский М.А. Потенциальная опасность освещения светодиодами для глаз детей и подростков [Текст] / М.А. Островский, Светотехника. – 2012. – № 3. – 13–15с.

9. Кобав М. Спектры излучения светодиодов и спектр для подавления секреции мелатонина[Текст] / М.Б. Кобав, Светотехника. – 2012. – № 4. – 23–25с.

10. Algvere P.V. О вреде и пользе синего света [Текст] / P.V. Algvere, Вестник оптометрии. –2015 – № 4. – 42 с.

11. Новикова Л.В. Влияние цвета и света на человека [Текст] / Л.В. Новикова, Blue Light. – 2013. – № 1. –40 – 41с.

12. Брейнард Г. К. Восприятие света как стимула незрительных реакций человека[Текст] / Г. К. Брейнард, Светотехника. – 2008. – № 1. – 20 – 27с.

13. Иванов А. К. Опасность синего света [Текст] / А. К. Иванов, Вестник оптометрии – 2016. –№4. – 34 – 36с.

14. Боммель В. В. Светотехника завтра: что самое «жгучее»? [Текст] / В. В. Боммель, Светотехника. – 2010. – № 3. – 14 – 16с.

15. Дейнего В.Н Светобиологическая безопасность ламп и ламповых систем. [Текст] / В.Н. Дейнего, Blue Light. – 2011. –№ 1. – 25 – 26с.

16. AMA Adopts Guidance to Reduce Harm from High Intensity Street Lights [Электронный ресурс]. – <https://www.ama-assn.org/ama-adopts-guidance-reduce>

17. Ruining That Moody Urban Glow [Электронный ресурс]. – <https://www.nytimes.com/2015/10/18/opinion/sunday/ruining-that-moody-urban-glow.html>

18. Limiting the impact of light pollution on human health, environment and stellar visibility [Электронный ресурс]. – <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>

19. О биологическом эквиваленте излучения светодиодных и традиционных источников света с цветовой температурой 1800–10000 К / А.В. Аладов, А.Л. Закгейм, М.Н. Мизеров, А.Е. Черняков, Светотехника. – 2012. – № 3. – 7 – 9 с.

20. Опасность голубого света и невидимый биологический эффект светодиодной подсветки показывают различные цветовые температуры [Электронный ресурс]. – <http://www.sanjing-lighting.com/news/dongtai/show287>

21. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003. – 18с.

22. CEN 2002 Свет и освещение - Освещение рабочих мест. М.: Стандартиформ, 2013. – 52с.

23. GB 50034 – 2013 Стандарт для освещения зданий. – П.: Издательство Цин Хуа, 2013. – 49с.

24. Гуревич М.М. Фотометрия, Энергоатомиздат / М.М. Гуревич. – М.: 1983. – 180 –182, 152 –156 с.

25. ГОСТ Р 54944-2012. Здания и сооружения. Методы измерения освещенности. – М.: Стандартинформ, 2013. – 15с.
26. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003. – 16с.
27. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Стандартинформ, 2013. – 8с.
28. ГОСТ 8.014-72. Государственная система обеспечения единства измерений. Методы и средства поверки фотоэлектрических люкметров. М.: Издательство стандартов, 1972. – 19с.
29. Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю.Б. Айзенберга 3-е изд. переруб. и доп. М.: Знак – 2006 г.
30. Освещение и биоритмы человека [Электронный ресурс]. – <http://www.designrules.ru/index.php/faq/31-general/33-what-is-osveshenieibioritmi-article>
31. Брейнард Г.К. Восприятие света как стимула незрительных реакций человека [Текст] / Г.К. Брейнард, И. Провенсио, Светотехника. – 2008. — №1. – 15 – 20 с.
32. Blue Light Hazard and Non-Visual Biological Effect of LED Backlight

Displayer at Different Color Temperatures [Электронный ресурс]. –
<http://www.sanjing-lighting.com/news/dongtai/show287.html>

Рекомендуемые источники света для общего освещения общественных зданий и общедомовых помещений жилых зданий.

Требования к освещению	Обеспечение психоэмоционального комфорта в помещении с разрядами зрительных работ разрядов
Характеристика зрительной работы по требованиям к цветоразличению	Требования к цветопередаче отсутствуют (кабинеты, рабочие комнаты, конструкторские, чертежные бюро, читательские каталоги, книгохранилища и т.п.)
Освещенность, лк	От 300 до 500
Индекс цветопередачи источников света Ra	80-84
Диапазон цветовой температуры источников света T _{цв} , К	2700-4500
Рекомендуемые источники света для общего освещения	СД; ЛЛ типов: МГЛ

Критерии нормы освещения кабинеты и рабочие комнаты, офисы СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».

Освещенность на рабочей поверхности от системы общего освещения, Еср лк	300
Цилиндрическая освещенность, Ец лк	100
Вертикальное освещение Ев	-
Горизонтальное освещение Егор	-

-Для компьютерного класса Ев и Егор не учитываются.