

Школа ИШНПТ

Направление подготовки 12.03.02 Опототехника

Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы

Проектирование торгового освещения

УДК 628.973.2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В81	Аверкова Ольга Александровна		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Кашук Ирина Вадимовна	К.Т.Н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Черемискина Мария Сергеевна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов
ОПК(У)-2	Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, интеллектуально-правовых, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов и процессов
ОПК(У)-3	Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики оптических измерений
ОПК(У)-4	Способен использовать современные информационные технологии и программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности
ОПК(У)-5	Способен участвовать в разработке текстовой, проектной и конструкторской документации в соответствии с нормативными требованиями
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способность к формированию технических требований и заданий на проектирование и конструирование оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей
ПК(У)-2	Способность к математическому моделированию процессов и объектов оптоэлектроники и их исследованию на базе профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов
ПК(У)-3	Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов оптоэлектроники на схематехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования
ПК(У)-4	Способность к разработке технологических процессов и технической документации на изготовление, сборку, юстировку и контроль механических, оптических, оптико-электронных блоков, узлов и деталей
ПК(У)-5	Способность к внедрению технологических процессов производства, метрологического обеспечения и контроля качества изделий оптических, оптико-электронных систем, приборов, деталей, элементов и оптических покрытий различного назначения
ПК(У)-6	Способность к проектированию оснастки и специального инструмента, предусмотренных технологией изготовления оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей
ПК(У)-7	Способность к организации контроля качества выпускаемой оптической продукции

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

Школа ИШНПТ

Направление подготовки 12.03.02 Опотехника

Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ **на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
4B81	Аверкова Ольга Александровна

Тема работы:

Проектирование торгового освещения
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2022
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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>	1. Программные комплексы: 3D Max, Photoshop, DIALuxEVO 2. Каталоги световых приборов на базе светодиодных источников. 3. Чертежи и фотографии 4. Литература.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <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>	Требования к проектированию освещения торговых комплексов, нормы освещения и принципы проектирования внутренних помещений. Методы измерения освещенности в помещении. Разработка внутреннего освещения избранных зон в программном комплексе Dialux evo. Энергетический расчет проекта.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Фотографии объектов исследования,

	2. Чертежи ТРЦ, 3. Изолиний по результатам исследований
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кащук Ирина Вадимовна
Социальная ответственность	Черемискина Мария Сергеевна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	15.09.2021
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОМ ИШНПТ	Толкачева К. П.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В81	Аверкова Ольга Александровна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
4В81		Аверкова Ольга Александровна	
Школа	Инженерная школа новых производственных технологий	Отделение (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	12.03.02 Оптотехника

Тема ВКР:

Проектирование торгового освещения

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Введение - Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. - Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения	Объект исследования <u>Системы освещения</u> Область применения <u>производственно-коммерческая</u> Рабочая зона: <u>офис</u> Размеры помещения <u>4x4 м</u> Количество и наименование оборудования рабочей зоны <u>три рабочих стола, четыре офисных стула три компьютера</u> Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне <u>проектирование систем освещения, расчеты проектов, создание рабочей документации</u>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения: - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 22.11.2021) ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. ГОСТ Р ИСО 9241-1-2007. Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDTs). Часть 1. Общие введение. ГОСТ Р ИСО 9241-5-2009. Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDT). Часть 5. Требования к расположению рабочей станции и осанке оператора. СП 2.2.3670-20 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда. ГОСТ 22269-76. Система «Человек-машина» Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего стола.
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения: Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов	Вредные производственные факторы: Некачественная световая среда; Умственное перенапряжение; Физические перегрузки, вызванные статической рабочей позой; Отклонение показателей микроклимата. Опасные производственные факторы: Воздействие электрического тока. Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: Средства нормализации освещения производственных помещений и рабочих мест; Средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест; Средства защиты от поражения электрическим током.

3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения	Воздействие на селитебную зону <u>нет воздействия</u> Воздействие на литосферу <u>мусор и прочие отходы жизнедеятельности и организации работы офиса</u> Воздействие на гидросферу <u>увеличение потока городских сточных вод</u> Воздействие на атмосферу <u>отработанный воздух через офисные вентиляторы</u>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения	Возможные ЧС <u>бури, пожары, обрушение зданий, эпидемии, аварии на предприятиях коммунальных служб, обеспечивающих поддержание жизнедеятельности, теракты.</u> Наиболее типичная ЧС <u>пожар</u>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Черемискина М.С.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4B81	Аверкова Ольга Александровна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
4B81	Аверкова Ольга Александровна

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Отделение материаловедение
Уровень образования	Бакалавриат	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>	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска 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 потенциала инженерных решений (ИР)</i>	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР</i>	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования
3. <i>Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР</i>	Расчет бюджетной стоимости НИ
4. <i>Составление бюджета инженерного проекта (ИП)</i>	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.
5. <i>Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков</i>	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценка конкурентоспособности ИР
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Инвестиционный план. Бюджет ИП
5. Основные показатели эффективности ИП

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Кашук Ирина Вадимовна	к.т.н доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4B81	Аверкова Ольга Александровна		

Оглавление	
РЕФЕРАТ	10
Введение.....	11
Глава 1. Принципы проектирования торгового освещения.....	12
1.1. Приемы освещения	13
1.2. Цветовые температуры.....	15
1.3. Конструктивные особенности световых приборов	18
1.4. Системы управления освещением.....	21
1.5. Особенности светоустановок для персонала	22
Глава 2. Анализ осветительных систем в продуктовых магазинах	25
2.1. Требования и нормы согласно ГОСТам	25
2.2. Методика проведения исследования.....	28
2.3. Анализ результатов.....	31
Глава 3. Моделирование систем освещения торгового комплекса	36
3.1. Разработка освещения продовольственного магазина.....	36
3.2. Разработка освещения магазина одежды.....	43
Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	51
4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	51
4.1.1. Анализ конкурентных технических решений.....	52
4.1.2. SWOT-анализ	53
4.2. Планирование научно-исследовательских работ	57
4.2.1. Структура работ в рамках научного исследования.....	57
4.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения.....	58
4.3. Бюджет научно-технического исследования	61
4.3.1. Расчет материальных затрат научно-технического исследования	62
4.3.2. Расчет амортизации оборудования для работ.....	62
4.3.3. Основная заработная плата исполнителей темы	63
4.3.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы	65

4.3.5. Отчисления во внебюджетные фонды.....	65
4.3.6. Накладные расходы	66
4.3.7. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	66
4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	67
Глава 5. Социальная ответственность.....	72
5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	72
5.2. Производственная безопасность	74
5.3. Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	75
5.3.1. Некачественная световая среда.	75
5.3.2. Умственное перенапряжение.....	76
5.3.3. Физические перегрузки, вызванные статической рабочей позой.....	77
5.3.4. Отклонения показателей микроклимата.	77
5.3.5. Воздействие электрического тока.	78
5.4. Экологическая безопасность.....	79
5.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	79
Заключение	82
Список литературы	84
Приложение 1. Светотехнические расчеты магазина Спар по адресу г. Томск ул. Ленская 53.	89
Приложение 2. Светотехнические расчеты магазина одежды по адресу Белгородская область, г. Алексеевка, 1-й переулок Мостовой 5а.	107

РЕФЕРАТ

Данная выпускная квалификационная работа содержит 115 страниц, 23 рисунка, 27 таблиц, 31 источников, 6 приложений.

Ключевые слова: освещение, торговое освещение, проектирование в DIALux.evo, акцентное освещение, коммерческое освещение.

Объектом исследования является торговое освещение, предметом являются осветительные установки 4 продовольственных магазинов г. Томска и магазина одежды г. Алексеевка Белгородской области.

Цель работы – анализ организации торгового освещения с учетом регламентирующих документов.

В процессе исследования проведен аудит систем освещения четырех магазинов Томска. Созданы и проанализированы проекты систем освещения избранных зон продуктового магазина Спар и систему освещения торгового зала магазина одежды VINNN.

Введение

Возможности искусственного освещения ограничены лишь количеством технических и финансовых ресурсов. При доступности приборов для системы освещения проектировщики формально относятся к субъекту восприятия света – человеку. Воздействие света на человека изучено с биологической и психологической стороны, но широкое практическое применение и распространение освещение, направленное на человека, не получило.

Кроме световых характеристик источников света необходимо учитывать энергетические. Чрезмерное потребление электроэнергии увеличивает затраты на освещение, что некоторые проектировщики не учитывают.

Освещение всегда подстраивается под задачи, заданные проектировщиком, и можно лишь оценить, насколько решения удачны и помогают достичь цели, оправданы ли они и окупаемы. Некоторые моменты определяются лишь требованиями заказчика или проектировщика и вопрос о оправданности некорректен.

Цель работы заключается в формировании торгового освещения с учетом регламентирующих документов.

Основные задачи работы:

1. Проанализировать существующих систем освещения 3 объектов исследования.
2. Выделить современные тенденции и принципы при проектировании торгового освещения.
3. Разработать альтернативные световые решения для проектов: магазин Спар по адресу ул. Ленского 53, магазина одежды VINNN по Адресу Белгородская область, г. Алексеевка, ул 1-й Мостовой, 5а.

Глава 1. Принципы проектирования торгового освещения

Проектирование освещения зависит от освещаемого объекта и от поставленных задач. В данной работе освещаемыми объектами являются продукты питания и одежда, цель освещения – создать комфортное пространство для человека и привлекательно представить товар.

Прежде всего освещение должно отвечать требованиям СНиП и СанПиН, требования которых я рассмотрю во второй главе. Зачастую торговые марки имеют собственные регламенты, которые определяются видом сервисного обслуживания (в магазинах самообслуживания освещенность чаще выше) и местоположением магазина. А также коэффициент равномерности: отношение минимальной освещенности к средней должно быть не меньше 0,5. Помимо этого, торговое освещение преследует и другие цели: обеспечивает комфорт для покупателей и персонала магазина, привлекает внимания к товару, обеспечивает корректное восприятие света и фактуры товара.

Особое внимание следует уделить подбору цветовой температуры, цветопередаче и конструктивным особенностям. Необходимо, чтобы магазин выделялся на фоне других, этого можно достичь и с помощью света [1].

Важно не допустить недостаточного освещения, при нем сложно рассмотреть детали или фактуру товара. Этот же эффект возникнет и при слепящим освещении. Стоит обратить внимание на экономичность и экономность освещения, так как зачастую ими пренебрегают. Еще одна немаловажная задача – правильно подобрать светильники, некоторые негативно воздействуют на объекты, и те выгорают, поэтому необходимо их заменить или использовать фильтр. Так же с течением времени некоторые светильники меняют свои показатели, например, индекс цветопередачи и цветовую температуру.

1.1. Приемы освещения

Существуют следующие типы освещения торговых площадей:

- Общее (амбиентное) освещение. Должно быть равномерным, рассеяным, без бликов, сюда также относится равномерное заливание стены.
- Рабочее освещение – места кассового обслуживания и выделение витрин и стеллажей световыми пятнами.
- Акцентное освещение – выделение отдельных образцов и витрин, на которые следует обратить внимание, наружные витрины, на улице освещение регулируется ГОСТом, чтобы не мешать транспорту. Акцентное освещение, оно должно играть на контрастах, цветовых и потоковых.
- Декоративное освещение привлекает внимание не свет, а сам светильник.

К функциональному освещению так же иногда относят аварийное освещение. Оно должно помогать людям организованно покидать здание. Совокупность используемых типов освещения, примененную к плану торгового помещения, называют световой сценой. Сцена может состоять из одного или нескольких световых слоев в зависимости от сложности решаемых задач. Эти слои должны объединяться в единую композицию. Количество сцен определяется размерами помещения и товарными группами. Далее в статье указаны особенности освещения разных магазинов [3].

Так в маленьких магазинах рекомендуется объединить акцентное и общее освещение, так, прожекторы обеспечивают акцентное освещение, а отражаясь амбиентное. Также целесообразно использовать естественный свет в дневное время. А для освещения витрин лучше использовать светильники с настраиваемой цветовой температурой. В магазинах средних размеров также выгодно использовать естественный свет, который с отражателями может

заполнить все помещение. Холодильные витрины лучше снабжать собственными системам освещения, не зависимыми от остального.

В крупных магазинах освещение должно быть по большей части автоматическим и контролироваться отдельным лицом. Здесь необходимы несколько типов освещения, для трековых светильников лучше использовать трехфазные шинопроводы. Гипермаркеты и моллы рассматриваются в отдельной статье. Потребление электроэнергии зависит от грамотного проектирования. Освещение лучше разрабатывать одновременно с планировкой магазина, используя по максимуму доступные источники естественного освещения.

Типичные ошибки систем освещения: недостаточный контраст акцентного освещения, или наоборот, утрирование световых контрастов, несоблюдение технических стандартов и рекомендаций по цветовой температуре, стремление сэкономить на капитальных расходах и неспособность поддерживать стабильные параметры системы освещения.

О типичных ошибках инженеров-проектировщиков написано много. В источнике [4] приведен полный разбор, я кратко приведу основные тонкости, о которых я еще не упоминала ранее.

Существует «золотая полка», на освещение которой нужно ориентироваться, т.к глаза покупателя обращают внимание на это в первую очередь (примерно 1600 мм). Также следует обратить внимание на потери в рассеивателях при расчетах, матовые дают около 40%, призматические в полтора раза меньше. Так же на кассах необходимо подобрать освещение, комфортного для сотрудников (600-800 лк). А товар в витрине должен быть освещен минимум в два раза сильнее, чем пространство магазина.

Кроме создания проекта необходимо проконтролировать выполнение, чтобы световые потоки были направлены туда, куда запланировано. При разработке проекта необходимо обратить внимание на расстановку рекламных баннеров и прочих декоративных элементов, чтобы конструкции не загораживали их и не портили вид.

При близком расположении стеллажей необходимо следить за слиянием света с разными цветовыми температурами, а также следить, чтобы общее освещение не затмевало акцентное.

Влияние торгового освещения на продажу подробно описано в [5]. Прибыль складывается из нескольких компонентов, из которых для света актуально: количество посетителей, процент обслуживания, средняя стоимость единицы товара и количество товара в чеке. Освещение должно выделять магазин и привлекать внимание, для этого освещение делается минимум в два раза выше, чем в галерее торгового центра или улицы. Освещение витрины – также немаловажная задача. Градация контрастов должна быть грамотно выстроена, но при этом не слепить посетителей. Для того, чтобы посетитель превратился в покупателя, ему нужно увидеть как можно больше товаров, это обеспечивает световая навигация магазина. Выделяют задние стены, баннеры и фокусные точки. Чтобы продать товар дороже, он должен дороже выглядеть, и акцентное, правильное подобранное освещение ему в этом поможет. Активно используют светильники со смещенными спектрами. Необходимо правильно выдерживать уровни горизонтальной или вертикальной освещенности. Для места с сезонными товарами логично будет сделать мобильную и гибкую систему освещения. Главное в освещении – внимательность к деталям.

1.2. Цветовые температуры

Освещение продуктов питания – сложное и ответственное дело. Из-за неверно подобранного светильника продукт выглядит несвежим и непривлекательным. Светом необходимо подчеркнуть достоинства и скрыть недостатки. Необходимо знать, как освещать ту или иную категорию продуктов. В источнике [1] даны рекомендации по освещению отдельных категорий продуктов. Для мобильности, удобства и экономии в больших магазинах, где отделы находятся близко используют нейтральное общее освещение и акцентное, оптимальное для отдельных категорий продуктов.

Общее освещение должно давать равномерное освещение, цветовая температура около 3000-3600К. И для каждого отдела акцентное освещение подбирается разное. Если в магазинах планируются частые перестановки, используют светильники, способные менять цветовую температуру. Ниже приведены рекомендации к освещению профильных магазинов, но они актуальны и для соответствующих отделов.

При освещении хлебного магазина необходимо создать ощущение уюта, для этого используют свет теплого оттенка, от 2500 до 3500 К. Заливающий, достаточный свет. Лампы не должны подсушивать продукцию, поэтому должен отсутствовать УФ и ИК. Акцентирующим светом подчеркивают свежесть, аппетитность и золотистость хлеба, различные посыпки, глазури должны выглядеть естественно и натурально.

При освещении магазина овощей и фруктов следует создать подобие естественного освещения, так как при этом свете продукты выглядят сочными и спелыми. Поэтому необходим максимально высокий индекс цветопередачи. Следует избегать пульсации, она создает световые шумы и повышает утомляемость, и нагревания, оно портит продукт. Для акцентного освещения лучше подобрать цветовую температуру 2400-2700 К. Так овощи и фрукты выглядят более насыщенно.

В мясных магазинах уместно общее нейтральное освещение, порядка 4000К, дополненное локальным. Мясо нельзя освещать холодным светом, оно синее, зеленеет и выглядит неаппетитным. Корректируют освещение с помощью светофильтров. Для хлеба используют желтые фильтры, для мяса – красные, овощам и фруктам – зеленый и оранжевый. Но необходимо следить за тем, чтобы ценники не подсвечивались. Некоторые производители светильников создают специальные мясные спектры для освещения подобных продуктов. Также светильники не должны греть. Освещение делают сверху, а на прилавке и возле холодильника должно быть с высокой цветопередачей, покупатель может разочароваться в товаре, взяв его в руки.

Морские и речные продукты входят в категорию импульсных покупок – решение купить их у покупателей возникает около прилавка. Качество продукта оценивается по цвету, блеску и чистоте. Первые два параметра зависят от света, поэтому он должен быть холодного белого оттенка, около 7000К. Направленные потоки света, отражаясь от льда создают ощущение стерильности. Для этого отдела нельзя использовать светофильтры. На витринах с рыбными деликатесами, коричневыми и красными рыбами, икрой и креветками нужно использовать золотистый акцентный свет.

Освещение винного магазина. Многие продукты, например, виски, портятся от прямого направленного искусственного света. Поэтому затемнение является стандартом для винных магазинов, однако света должно быть достаточно для чтения этикеток. Наиболее продуманная концепция – правило трех световых слов: базового «заполняющего» света, атмосферного света, очерчивающего геометрию пространства, и акцентного. Так же следует озаботиться, что бы в магазин не попало естественное освещение, так как некоторые алкогольные напитки, например, шампанское, теряют свойства. Лучше всего использовать теплый свет, около 3000К, гармонирующий с теплыми оттенками большинства алкогольных напитков. Исключение составляют витрины с водкой и другими прозрачными напитками, которые могут быть освещены нейтральным или холодным цветом.

В магазинах с одеждой используют теплый или нейтральный свет с высокой цветопередачей. Корректность цвета и максимально естественный свет поможет покупателям сделать правильный выбор и не разочароваться дома. В освещении стандартно используют линейные и трековые светильники.

При освещении одежды светом важно расставить акценты на следующие зоны: манекены с новинками, отдел распродаж, витрину, материалы с рекламой и кассы. Кроме акцентов, свет должен помогать покупателю ориентироваться в магазине.

Так же в освещении магазинов одежды иногда используют декоративные светильники, настенные и напольные. Но таких светильников не

много, они привлекают внимание к себе, но вписываясь в композицию магазина, может, отражает философию бренда или коллекции, времени года. Гораздо чаще такие светильники встречаются на витрине, привлекая к магазину.

В магазинах одежды одно из самых важных мест – примерочная. Свет в примерочной зачастую помогает принять покупателю окончательное решение – приобретать продукт или нет. Освещение нейтральное, если стиль магазина позволяет, например, магазин детской одежды, чуть теплое. Так же света должно быть достаточно – но не больше 800 лк, свет мягкий, рассеянный.

Оптимальная цветовая передача – 3000К, а восприятие света будет зависеть от интерьера. В магазине с снежно-белым, синим, агрессивно-красным, черным цветами свет будет выглядеть холоднее, а в магазине с коричневыми и желтым, пастельными – теплым. В то же время в, например, свадебных салонах, кристально-белые платья лучше осветить холодным светом, а кремовые или просто вечерние платья – нейтральным 4000К.

В примерочной следует отказаться от лампы на потолке, гораздо правильнее использовать линейный светильник, расположенный вертикально на стене с двух сторон от зеркала. В нестандартных примерочных, с двумя или более зеркалами необходимо располагать светильники так, чтобы максимум света падало на человека, но свет не бликовал и не слепил. Поэтому нельзя использовать прожектора.

Так же в магазинах с натуральной кожей и мехом нельзя использовать светильники с инфракрасным и ультрафиолетовым частями спектра, это негативно влияет на материалы.

1.3. Конструктивные особенности световых приборов

Особое внимание стоит уделить проблеме бликов. Основной источник бликов в магазине – стеклянные витрины, иногда металлические детали или упаковки продукта. Для уменьшения количества бликов стеклянные витрины

лучше освещать внутри, линейными светильниками или светодиодными лентами. Многие производители торгового освещения выпускают специальные светильники для морозильников, витрин и баннет. Если освещения недостаточно, используют трековые или точечные светильники, чтобы бликов было меньше.

При выборе торгового светильника следует обращать внимание на распределение светового потока, стандартные кривые силы света показаны на Рис. 1., (omni, симметричное, асимметричное, стандартное), конструктивный тип светильника (линейные, модульные, найтбоу, даунлайты, карданные, трековые, накладные, трек-панели), источник света (светодиод, натриевые, галогенные, металлогалогенные). Подобрать светильники к освещению – задача не из легких. Для этого нужно знать основные свойства и требования к светильникам в той или иной системе.

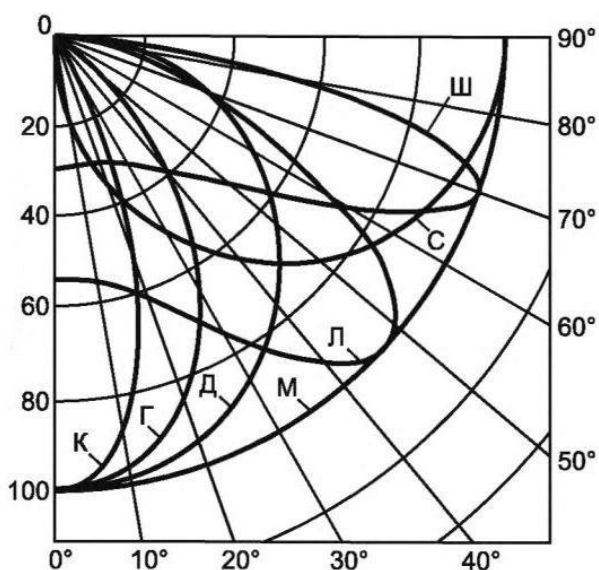


Рисунок 1.1 – Типы кривых сил света: К – концентрированная, Г – глубокая, Д – косинусная, Л – полуширокая, Ш – широкая, М – равномерная, С – синусная [3]

Свойства ламп, которые необходимо учитывать: индекс цветопередачи, меньше 80% брать нельзя, а лучше более 90%; эффективность световой отдачи, от 80 Лм/Вт; интенсивность света, цветовую температуру, световой поток, пульсацию, светораспределение (оно показано кривой силы света, отражает

распределение света в пространстве. Бывают ассиметричные, широкие, полуширокие, среднее, узкое, диффузное).

Но выбрать светильник недостаточно. Практически для любого источника света необходимы дополнительные устройства, как конструктивные, так и предназначенные для поддержания характеристик сети. Они тоже влияют на качество света, такие параметры, как световой поток, пульсация и шумы. Свет может и негативно влиять на товар, в частности ультрафиолетовая часть спектра и тепловое воздействие, которых можно избежать с помощью фильтров и изоляции источника света.

О дополнительных устройствах, используемых в освещении магазина я нашла информацию в [6].

Эффективное применение рассеивателей. Чаще всего применяют стандартные рассеиватели, которые равномерно распределяют световой поток строго вниз. Но существует огромное количество других, не менее полезных в некоторых случаях рассеивателей. На Рис. 2. показаны два типа рассеивателей, которые глубокие кривые силы света светильника преобразуют в симметричный и ассиметричный полуширокие.

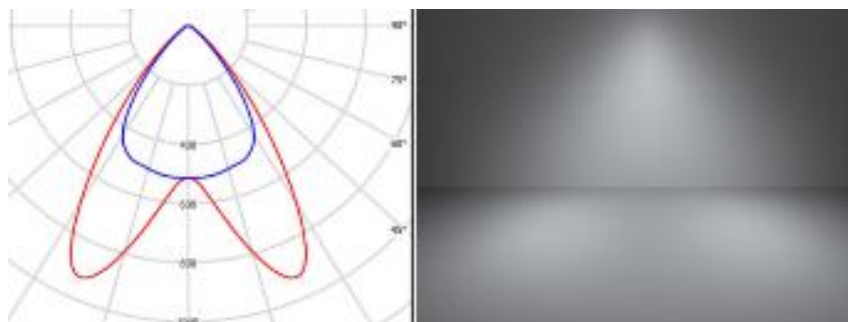


Рисунок 1.2 – Симметричный рассеиватель [6]

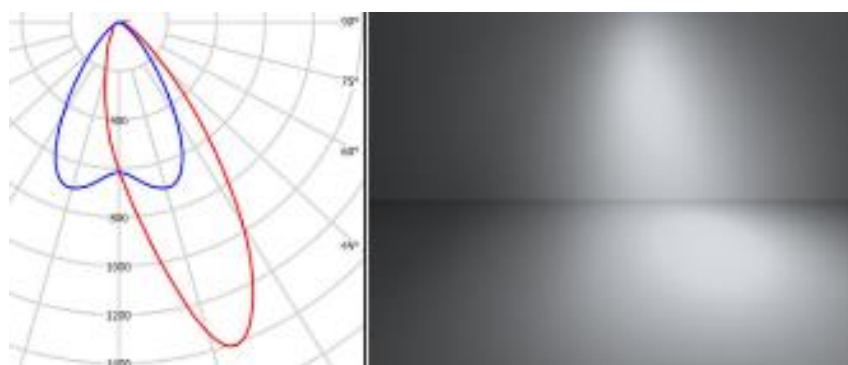


Рисунок 1.3 – Ассиметричный рассеиватель [6].

Например, симметричный, который распределяет освещение на два потока. Или асимметричный, использующийся для освещения объекта в стороне от светильника.

1.4. Системы управления освещением

В [3] больше технической информации, об основных типах систем управления освещением, их преимущества в освещении.

Сейчас активно развиваются интеллектуальные системы управления освещением, обычного выключателя и светорегулятора уже не хватает. Системы управления разделяются на проводные и беспроводные. Соответственно первые соединены проводами, вторые на радиуправлении. Управлять системами можно тоже по-разному. В некоторых системах есть центр управления, и он командует всем и получает обратную связь от устройств в системе. Скорость такого управления высока. Но в других используют распределенные системы управления. Локальные контроллеры следят за своим сектором и обмениваются информацией между собой и приборами. Такая система более живучая и неуязвимая. Интеллектуальные системы гибко настраиваются, позволяют создавать и поддерживать сложные режимы освещения, экономят электроэнергию и могут контролироваться и изменяться удаленно.

Существует четыре типа систем управления освещением: автономная (Ручной выключатель или датчик присутствия/движения), интегрированная в светильник (датчик внутри светильника, например, аварийное освещение включается тогда, когда вырубается сеть), алгоритмическая (управление осуществляется с помощью таймера или алгоритма, требует процессора) и сетевая (несколько автономных и алгоритмических, способна работать как автоматически, так и управляться вручную). Для систем используют: димминг, тюнинг, датчики движения и присутствия, датчики освещенности, таймеры.

1.5. Особенности светустановок для персонала

Немаловажная часть освещения – забота о комфорте персонала. Сейчас есть много исследований, посвященных взаимодействию оптического излучения и глаза, влиянию света и его характеристик на выработку гормонов, нормальному функционированию биологических часов, вызывает фотохимическое повреждение сетчатки глаза.

Свет в зоне постоянного пребывания персонала не должен превышать 800 – 900 лк [1]. Свет выше вызывает сильную утомляемость глаза, что ведет к усталости, потери концентрации.

У ламп накаливания, не смотря на большие проблемы с КПД, были неоспоримые преимущества: хорошая цветопередача, сплошной спектр излучения, малый коэффициент пульсаций. С коэффициентом пульсации все понятно, люди способны почувствовать дискомфорт, может появиться слезливость, но, тем ни менее, причина достаточна ясна и ощутима. Так же с цветопередачей. Дискомфорт ощутим, замечен в сравнении с естественном освещении, но уже не так просто определяется причина. Со спектром излучения сложнее. Часто люди понимают, что глаза устали, только после длительного воздействия света, когда появляются проблемы со сном, усталость, плохое самочувствие, сбой ритма и проблемы с гормонами, в последствие хронические и более серьезные проблемы [8, 9].

Наиболее меньший вклад в утомляемость глаза вносит форма спектра, так, линейчатый спектр наиболее неприятен для глаз, самый благоприятный сплошной.

Высокий коэффициент пульсации, по исследованиям офтальмологов, способствует постепенному ухудшению зрения, головной боли и утомлению глаз [10].

Кроме визуального воздействия (получения картинки) имеет еще так называемый незрительный, или биологический канал восприятия. Сигнал по этому каналу направляется в эпифиз, который синхронизирует выработку

гормонов меланина и кортизола. Таким образом мозг синхронизирует освещенность и циркадные ритмы.

Выработка мелатонина, происходит ночью, при отсутствии света. Гормон разрушается под действием света, особенно синего спектра. Таким образом, наибольшее разрушение происходит при цветовой температуре от 6000 К. Особенно это воздействие опасно с линейчатым спектром.

Это нарушает баланс гормонов, и естественный ритм человека. В магазинах часто бывают дети, а для них негативное действие света ощутимей. Так как негативное воздействие помогает уменьшить хрусталик глаза, но у детей он в два раза проницаемый в коротковолновой части спектра. Нарушение количества мелатонина в крови приводит к усталости, депрессии, а впоследствии может привести к развитию ряда заболеваний, в том числе и хронических. Известно, что мелатонин препятствует повреждению ДНК канцерогенными веществами, останавливает действие механизмов, приводящих к образованию раковых опухолей, регулирует деятельность эндокринной системы, повышает эффективность иммунной системы, участвует в регулировании кровяного давления, пищеварительного тракта, работе клеток мозга, регулирует половое развитие [12].

Чаще всего у современных светодиодов есть пик в синей области, светодиоды холодного цвета дешевле, что, к сожалению, делает их привлекательнее. Но важна не высота синего пика, а наличие его в спектре и площадь под ним, а если быть совсем точной, отношение этой площади к площади под всем спектром. Общая энергетическая доля коротковолновой части спектра в белом светодиоде любой цветовой температуры не выше, чем в спектре традиционных источников свет той цветовой температуры. Наличие синего спектра обуславливается тем, что для определенной цветности света должно быть нужное соотношение синего и желтого света.

Поэтому опасное излучение можно минимизировать, если у источника соблюдаются нормы габаритной яркости и ее равномерности [13].

Но кроме проблем с гормонами, коротковолновое излучение видимого диапазона приводит к выработке в сетчатке глаза пигмента липофусцина, способного интенсивно поглощать синий спектр светового излучения. Последствия накопления данного пигмента – образование в достаточном количестве свободных радикалов, которые, в свою очередь, обеспечивают разрушение структуры клеток сетчатки, приводя к их гибели [8].

Наименьший вред из белых светодиодов представляет собой светодиод с коррелированной цветовой температурой не выше 4000 К. Если необходим светодиод с цветовой температурой выше, можно использовать цветные светофильтры: объемно окрашенные светорассеиватели светильников или специально изготовленные линзы.

В магазине выбор света и его характеристик в первую очередь зависит от продукции, и люди находятся внутри недостаточно долгое время. Но зоны касс, а также зоны постоянного пребывания персонала, должны быть обустроены с комфортным светом, чтобы исключить негативное воздействие света, уменьшить утомляемость как глаз, так и всего организма, повысить работоспособность и уменьшить снижение остроты зрения сотрудников.

Глава 2. Анализ осветительных систем в продуктовых магазинах

Данная глава посвящена изучению освещения с точки зрения нормирования. Были проведены измерения освещенности в четырех томских продуктовых сетях и проведено сравнение с нормативными требованиями.

В главе представлены основные требования нормативных документов, регулирующих освещение торговых помещений и методы контроля и измерения освещения.

Требования национальных стандартов устанавливаются в соответствии с современными научными достижениями и учитывают опыт других стран. В данной главе я также рассмотрю европейские нормы освещения.

2.1. Требования и нормы согласно ГОСТам

Требования к освещению изложены в СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение [18]. Там же представлены ссылки на необходимые СанПиНы, в частности на СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий [19] и СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" [20].

Для анализа так же был использовано Постановление правительства РФ от 24 декабря 2020 года N 2255 Об утверждении требований к осветительным устройствам и электрическим лампам, используемым в цепях переменного тока в целях освещения [21].

Свет в помещениях, где находится человек, должен отвечать следующим критериям: цветовая температура от 2400 до 6500 К (при постоянном пребывании людей в помещении – не выше 4000 К), интенсивность ультрафиолетового света 320 – 400 нм не должна превышать 0,03 Вт/м. Также в спектре должны отсутствовать волны менее 320 нм.

Регламентируется так же энергопотребление в зависимости от среднего освещения и индекса помещения. Так, если принять, что освещение в магазине больше 300 лк, то удельная установленная мощность не более от 8 до 18 Вт/м². В некоторых случаях может быть на единицу больше.

В зависимости от номинальной мощности ламп существуют минимальные значения световой отдачи. Так для светодиодных ламп ненаправленного света не более 9 Вт световая отдача должна составлять более 115 лм/Вт, для мощности от 10 до 19 Вт – 105 лм/Вт, для мощности 20 – 45 Вт минимальная световая отдача 90 лм/Вт. Для светодиодных ламп направленного света любой мощности световая отдача должно превышать 80 лм/Вт.

Для контроля за энергопотреблением удельные мощности нормированы в зависимости от средней освещенности на рабочей поверхности и индекса помещения. Для наименьшего индекса помещения, 0,6, при освещенностях 500 и 750 лк максимальная удельная мощность 16 и 20 Вт/м² соответственно.

Объединенный показатель дискомфорта нормируется для помещений, длина которых превышает двойной высоты установки светильников над полом. Данный показатель измеряется у торцевой стены на центральной оси помещения на высоте 1,2 м от пола.

В торговых помещениях индекс UGR должен быть не более 19, так как производится работа средней точности.

Коэффициент пульсации освещенности в торговом помещении должен составлять менее 10%, в то время как значение показателя дискомфорта М должно быть не менее 40 – 60.

Рекомендуемое значение индекса цветопередачи источников света для продуктовых супермаркетов – 80-84. Для магазинов одежды, косметики тканей и так далее значение выше: 90-95.

Освещение витрин. В зависимости от категории улицы средняя освещенность витрины в вертикальной плоскости на высоте 1,5 м от тротуара не должна превышать от 100 до 300 лк, а акцентное освещение (не более 20% витрины) и общее не более от 500 до 1000 лк. Значение освещенности так же

зависит от светлоты товара, так темные товары могут быть освещены на ступень выше, светлые – ниже.

Нормы в странах Евросоюза. Нормы для освещения были созданы Европейским комитетом и приняты в двадцати странах, встав на уровне с национальными регламентирующими документами.

Основной регламентирующий документ для внутренних помещений EN 12464-1:2019 Light and lighting – Lighting of work places – Part 1: Indoor work places [22], где установлены требования к освещению рабочих мест.

Так как нормы разрабатывались под рецепторы глаз, а в 2011 году российские нормы были частично гармонизированы с европейскими, то значения освещения, приведенные в европейском регламенте, достаточно близки к требованиям российских рекомендаций. Основные различия связаны с различным световым климатом.

Для освещения торговых помещений рекомендуется светильники с цветопередачей выше 80, и цветовой температурой 4000К. Коэффициент пульсации не нормируется, но указывается, что в помещениях с длительным пребыванием людей не допускается пульсация освещения и возникновение стробоскопического эффекта.

Для освещения указывается как нижнее, минимально возможное значение среднего освещения, так и верхнее, превышать которое нельзя.

Кроме значений среднего освещения также нормируется освещенность потолка, стен и пола, что отсутствует в российском нормировании.

Таблица 2.1 – Нормирование освещения в торговом помещении EN [22]

Ref. no.	Type of task/activity area	$E_{m,r}$ lx	$E_{m,u}$ lx	U_o	Ra	R_{URG}	E_z lx	$E_{m,wall}$ lx	$E_{m,ceiling}$ lx	Specific requirements
6.27.1	General sales area	300	750	0,4	80	22	75	75	30	Ensure sufficient vertical illuminance on shelves.
6.27.2	Till area	500	1000	0,6	80	19	100	75	30	
6.27.3	Wrapper table	500	1000	0,6	80	19	100	100	50	
6.27.4	Storage area	300	500	0,4	80	25	50	-	-	

2.2. Методика проведения исследования

Для измерения освещенности используют специальные средства измерения – люксометры. Предел допускаемой погрешности – не более 10%. Прибор должен быть проверен и иметь действующее свидетельство о проверки средств измерений.

Перед проведением измерений необходимо изучить план помещения с указанными светильниками, нанести контрольные точки для измерения. Подготавливая помещение к проверке необходимо заменить все перегоревшие лампы и очистить светильники. При необходимости, измерения возможно проводить без предшествующий подготовки системы освещения.

В данной работе предварительной очистка и замена неработающих ламп не проведена.

Для измерения средней освещенности контрольные точки располагают в пространстве выполнения работ в узлах решетки. Отношение ширины ячейки к длине выбирается из диапазона 0,5 – 2. Формула для вычисления размера шага линейки:

$$p = 0,2 \cdot 5^{\lg(d)}$$

где d – наибольший размер зоны выполнения работ, м.

Стеллажи, измерения которых я проводила, имели длину от трех до шести метров, вычисленные размеры решетки приведены в Таблице 2.1. Ширина рабочей зоны – 1,5 м.

Таблица 2.2 – Размеры решетки в зависимости от длины стеллажа

d , мм	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
p , мм	0,43	0,48	0,53	0,57	0,62	0,66	0,70

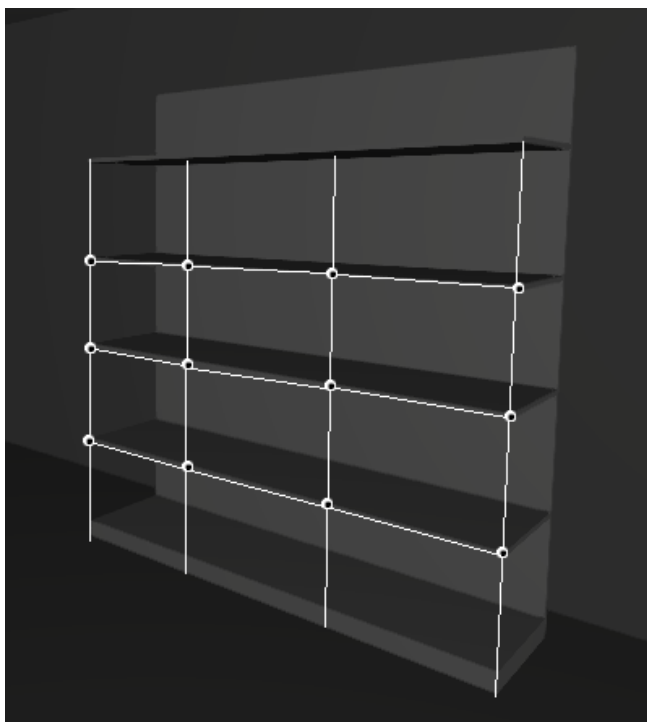


Рисунок 2.1 – Расположение сетки контрольных точек на стеллаже

Расположение контрольных точек не должно соответствовать расположению светильников, в противном случае следует увеличить количество контрольных точек.

При измерении искусственного освещения следует ограничить естественное освещение, допускается наличие естественного освещения не более 10% от совместного. Рекомендует воспользоваться темным временем суток или закрыть окна темной тканью.

Фиксировать освещенность следует после стабилизации светового потока осветительной установки. На измерительную головку прибора не должны попадать тени людей и предметов, временно находящихся в помещении.

Среднюю освещенность рассчитывают по формуле среднего арифметического:

$$E_{\text{ср}} = \frac{1}{N} \sum_{N_i=1}^N E_i$$

где N – число точек измерения;

E_i – освещенность в i -той контрольной точке [xx].

Равномерность освещения U_0 – отношение минимальной освещенности на поверхности к средней [23].

В ГОСТ Р 55710—2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений [24]. приведены нормы освещенности вне зависимости от плоскости измерения. Нормы, необходимые при измерении представлены в таблице 2.3.

Контрольные точки измерения для цилиндрической освещенности располагаются равномерно, под светильниками и между светильниками. Цилиндрическая освещенность принималась среднеарифметическим четырех измерений вертикальной освещенности в точке во взаимно перпендикулярных плоскостях.

Таблица 2.3 – нормы освещенности магазинов

Наименование помещения	Освещенность $E_{экс}$, лк	Цилиндрическая освещенность, $E_{ц}$, лк	Равномерность освещенности, U_0
Торговые залы	300	100	0,4
Кассовые узлы	500	-	0,6
Места упаковки	500	-	0,6

Измерения были проведены люксметром ТКА-люкс, представленным на рисунке 2.2.



Рисунок 2.2 – Люксметр ТКА-люкс.

Характеристики прибора:

- Диапазон измерений $1 - 2 \cdot 10^5$ лк;
- Пределы допускаемой погрешности $\pm 6,0$ %;

2.3. Анализ результатов

Измерение освещенности было проведено в четырех продовольственных магазинах:

«Ярче», г. Томск, ул Учебная, 46.

«Фудсити», г. Томск, ул Учебная, 48д.

«Абрикос» г. Томск, ул Вершинина, 44 ст 1.

«Спар» г. Томск, ул Ленская, 53.

Измерения были сняты в темное время суток, горизонтальная и вертикальная, цилиндрическая освещенность измерялись в плоскости выкладки товаров. Средняя освещенность представлена в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Сводная таблица полученных измерений и норм

Зона		Магазины				Нормы среднего значения освещения	
		Ярче	Фудсити	Абрикос	Спар	РФ	EN min - max
Входная зона	$E_{гор}$, ЛК	494	657	721	1063	200	200
Стеллаж выпечкой	$E_{гор}$, ЛК	1365	763	1317	1904	400	300 - 750
	$E_{вер}$, ЛК	568	560	1059	1296	300	300 - 750
	$E_{ц}$, ЛК	320	270	350	502	100	100
	U_0 , гор осв	0,8	0,9	0,8	0,9	0,4	0,4
	U_0 , вер осв	0,8	0,9	0,7	0,6	0,4	0,4
Стеллаж напитками	$E_{гор}$, ЛК	886	568	704	831	400	300 - 750
	$E_{вер}$, ЛК	441	382	625	719	300	300 - 750
	$E_{ц}$, ЛК	108	219	289	519	100	100
	U_0 , гор осв	0,9	0,9	0,8	0,5	0,4	0,4
	U_0 , вер осв	0,9	0,8	0,7	0,6	0,4	0,4
Стеллаж мясом	$E_{гор}$, ЛК	679	809	2030	3073	400	300 - 750
	$E_{вер}$, ЛК	364	686	1729	2095	300	300 - 750
	$E_{ц}$, ЛК	169	254	448	777	100	100
	U_0 , гор осв	0,8	0,7	0,6	0,9	0,4	0,4
	U_0 , вер осв	0,8	0,7	0,7	0,9	0,4	0,4
Холодильные витрины	$E_{гор}$, ЛК	620	1102	1108	3685	400	300 - 750
	$E_{вер}$, ЛК	380	451	455	1846	300	300 - 750
	$E_{ц}$, ЛК	189	234	278	802	100	100
	U_0 , гор осв	0,7	0,9	0,9	0,6	0,4	0,4
	U_0 , вер осв	0,6	0,9	0,9	0,8	0,4	0,4

Продолжение таблицы 2.4.

Стеллаж алкоголем	с	Е _{гор} , ЛК	-	-	-	1635	400	300 - 750
		Е _{вер} , ЛК	-	-	-	1800	300	300 - 750
		Е _ц , ЛК	-	-	-	433	100	100
		U ₀ , гор осв	-	-	-	0,6	0,4	0,4
		U ₀ , вер осв	-	-	-	0,8	0,4	0,4
Стойки фруктами	с	Е _{гор} , ЛК	-	-	-	1545	400	300 - 750
		Е _{вер} , ЛК	-	-	-	1112	300	300 - 750
		Е _ц , ЛК	-	-	-	882	100	100
		U ₀ , гор осв	-	-	-	0,7	0,4	0,4
		U ₀ , вер осв	-	-	-	0,7	0,4	0,4
Стеллаж собственным производством	с	Е _{гор} , ЛК	-	-	-	4526	400	300 - 750
		Е _{вер} , ЛК	-	-	-	1619	300	300 - 750
		Е _ц , ЛК	-	-	-	627	100	100
		U ₀ , гор осв	-	-	-	0,7	0,4	0,4
		U ₀ , вер осв	-	-	-	0,7	0,4	0,4
Зона касс		Е _{гор} , ЛК	1595	730	740	979	500	500 - 1000
		Е _{вер} , ЛК	421	377	298	522	500	500 - 1000
		Е _ц , ЛК	298	240	354	531	-	100
		U ₀ , гор осв	0,8	0,6	0,8	0,9	0,6	0,6
		U ₀ , вер осв	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,6

Очевидно, что свет проектировали по внутренним регламентирующим документам. Для наглядности превышения нормы в таблице 2.5 приведена относительная освещенность.

Таблица 2. 5 – Освещенность в магазинах относительно значений нормы

Зона		Магазины			
		Ярче	Фудсити	Абрикос	Спар
Входная зона	Е _{гор} /Е _{гор} норм	2,5	3,5	3,6	5,3
Стеллаж с выпечкой	Е _{гор} /Е _{гор} норм	3,2	1,9	3,3	4,8
	Е _{вер} /Е _{вер} норм	1,9	1,9	3,5	4,3
	Е _ц /Е _ц норм	3,2	2,7	3,5	5
Стеллаж с напитками	Е _{гор} /Е _{гор} норм	2,2	1,4	1,8	2,1
	Е _{вер} /Е _{вер} норм	1,5	1,3	2,1	3,4
	Е _ц /Е _ц норм	1	2,2	2,9	5,2
Стеллаж с мясом	Е _{гор} /Е _{гор} норм	1,7	2	5,1	7,7
	Е _{вер} /Е _{вер} норм	1,2	2,3	5,8	7
	Е _ц /Е _ц норм	1,7	2,5	4,5	7,7
Холодильные витрины	Е _{гор} /Е _{гор} норм	1,6	2,8	2,8	9,2
	Е _{вер} /Е _{вер} норм	1,3	1,5	1,5	6,1
	Е _ц /Е _ц норм	1,9	2,3	2,8	8

Продолжение таблицы 2.5.

Стеллаж с алкоголем	$E_{гор}/E_{гор\ норм}$	-	-	-	4,1
	$E_{вер}/E_{вер\ норм}$	-	-	-	6
	$E_{ц}/E_{ц\ норм}$	-	-	-	4,3
Стойки с фруктами	$E_{гор}/E_{гор\ норм}$	-	-	-	4,4
	$E_{вер}/E_{вер\ норм}$	-	-	-	3,7
	$E_{ц}/E_{ц\ норм}$	-	-	-	8,8
Стеллаж с собственным производством	$E_{гор}/E_{гор\ норм}$	-	-	-	11,3
	$E_{вер}/E_{вер\ норм}$	-	-	-	5,4
	$E_{ц}/E_{ц\ норм}$	-	-	-	6,3
Зона касс	$E_{гор}/E_{гор\ норм}$	3,2	1,5	1,5	2
	$E_{вер}/E_{вер\ норм}$	0,8	0,8	0,6	1

Как видно из таблицы 2.5, освещение отражает общую политику маркетинга магазина. Это касается и мощности светильника, и его расположения, и цветовой температуры.

В Ярче свет несет бытовое назначение. Магазин находится в здании без окон, со своим входом. Создает комфортную световую атмосферу для покупателя на товарах, рассчитывая, что тот сам знает, что ему нужно. Освещение общее, нейтральное, только в холодильных витринах присутствует люминесцентная встроенная подсветка. Для освещения использованы стандартные светильники армстронг. Свет мягкий, все светильники оснащены рассеивателями.

Футсити находится в торговом комплексе и ему необходимо иметь освещение выше, чем в коридорах. Особенно во входной зоне и зоне, самой дальней от входа. Футсити использует свет для привлечения покупателей, магазин достаточно просторный, чтобы позволить себе акцентировать свет на некоторых категориях продукта и не продавать исключительно их. Свет не только позволяет видеть товар, он привлекает к нему. Освещение касс – самое неравномерное освещение в магазине. Световая среда для сотрудника создана комфортной, что нельзя сказать о световой среде для посетителя в очереди. Для освещения используются линейные светильники, треки. Освещение нейтральное.

Абрикос находится в отдельном здании. В нем есть большой светлый холл и огромные окна. Ему необходимо конкурировать с естественным освещением, а вечером ярким светом завлекать посетителей. Свет, как и в Фудсити, используется как инструмент маркетинга. Освещение во всем магазине приятное, глаз не утомляется, несмотря на высокую освещенность. Сотруднику достаточно комфортно. его рабочее место освещено хорошо. Эта зона несколько слабее освещена, чем некоторые стеллажи, но избыток света тоже вреден, как его и недостаток.

Освещение в магазине Спар неравномерно и значительно превышает норму. Освещение сделано линейными и карданными светильниками.

При необходимости экономии возможно отключить часть световых приборов, так как значение равномерности высокое, и при уменьшении количества работающих светильников равномерность снизится в пределах нормы. Система освещения в данном магазине абсолютно новая. Так как освещение проектировалось с учетом деградации светодиодов, через несколько лет световые потоки уменьшаться, освещенность снизится.

Максимальный уровень освещенности витрина собственного производства, и это необходимо изменить, так как в зоне собственного производства находится сотрудник магазина и чрезмерная освещенность способствует быстрой усталости глаз. Освещение холодильной витрины и стеллажа с мясом превышает освещение других стеллажей в полтора раза, а значит, это регламент торговой сети. Был предоставлен план оригинального освещения. Все светильники производства компании НТЛ, используемые в освещении, представлены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Характеристики освещения зон магазина Спар

Зона	Светильник	Р, Вт	Кол., шт	Ra	Цветовая температур.	Общая Pn, Вт	UGR
Входная зона	NL-LINE-CS 64 3000K кр 1485	63	1	>90	3000	63	16
Стеллаж выпечкой	с NL-LINE-CS 44 3000K оп 1485	45	3	>90	3000	135	15
Стеллаж напитками	с NL-LINE-CS 64 3000K кр 1485	63	2	>90	3000	126	16

Продолжение таблицы 2.6.

Стеллаж мясом	с	NL-TR-F107SW (32W, 24D, FM)	32	7	>90	-	362	19
		NL-LINE-MTR-13 FM 600мм	21	1	>90	-		
		NL-LINE-MTR-33 FM 1200мм	39	3	>90	-		
Холодильные витрины		NL-TR-F107SW (32W, 38D, 3000K)	32	5	>90	3000	301	20
		NL-LINE-MTR-27 3000K 1200мм	30	4	>90	3000		
		NL-LINE-MTR-13 3000K 600мм	21	1	>90	3000		
Стеллаж алкоголем	с	NL-TR-F107SW (32W, 38D, 3000K)	32	4	>90	3000	128	18
Стойки фруктами	с	NL-TR-F107SW (32W, 38D, 2700K)	32	6	>90	2700	192	18
Стеллаж собственным производством	с	NL-CRDi-033-40D-2700K	33	4	>90	2700	231	22
		NL-CRDi-033-60D-3000K	33	3	>90	2000		

Как было предположено, мощность, потребляемая светильниками в разных зонах значительна. Цветопередача высокая, индекс UGR рассчитан в программе DIALux.evo, не превышает значения 22.

Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

При планировании научно-исследовательского проекта необходимо проанализировать конечный продукт, чтобы создать преимущество над конкурентами, востребованность продукта. Так же необходимо рассчитать бюджет проекта, цену продукта, окупаемость, время окупаемости и время исполнения проекта.

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.

Большая часть информации, воспринимаемая человеком – визуальная. То, что человек видит, влияет на его эмоции, решения, поступки. Поэтому в современном мире свет – это оружие маркетинга. В данном проекте рассмотрены основные принципы систем освещения торговых площадок. Проведен анализ созданного проекта освещения и создан проект альтернативного освещения по другим принципам.

4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Для успешного проектирования продукта необходимо изучать аналоги, учитывать опыт других людей. Изучение разработок конкурентов и сравнительный анализ позволяют исследовать слабые стороны собственного продукта и найти конкурентное преимущество.

4.1.1. Анализ конкурентных технических решений

В данном разделе с технической и экономической точек зрения исследованы проект освещения продовольственного магазина Спар, представленный в этой работе.

Существует несколько подходов к проектированию торгового освещения: традиционный, направленный на формальные нормы освещения; современный, использующий свет как инструмент маркетинга; и комбинированный (представленная в данной работе).

Первое конкурентное решение – минимальное освещение по нормам, рассчитанное математическим методом, данная система состоит из общего освещения и является минимально допустимой.

Второе конкурентное решение – освещение магазина в данный момент, спроектированное компанией НТЛ Трейд.

Таблица 4.1 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

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	0,2	4	2	5	0,8	0,4	1
2. Удобство в эксплуатации	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
3. Помехоустойчивость	0,05	4	5	3	0,2	0,25	0,15
4. Энергоэкономичность	0,13	4	5	2	0,52	0,65	0,26
5. Надежность	0,05	5	3	5	0,25	0,15	0,25
6. Безопасность	0,06	5	5	5	0,3	0,3	0,3
7. Простота эксплуатации	0,09	5	5	4	0,45	0,45	0,36
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Популярность подхода	0,15	3	5	3	0,45	0,75	0,45
2. Цена	0,17	4	5	3	0,68	0,85	0,51
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	4	2	5	0,4	0,2	0,5
Итого	1	43	43	39	4,55	4,4	3,78

Для расчета конкурентоспособности используется формула:

$$K = \sum B_i \cdot B_i$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

При анализе конкурентоспособности выявлено превосходство комбинированного подхода проектирования торгового освещения. Это обусловлено наличием у конкурентных стратегий некоторых уязвимостей, которые появились вследствие явных преимуществ стратегий в некоторых позициях. Комбинированный подход появился как синтез и, не обладая явными недостатками он, соответственно, не обладает столь же очевидными преимуществами.

4.1.2. SWOT-анализ

Данная матрица структурирует анализ предприятия и внешних факторов, в этом разделе будут оценены слабые и сильные стороны, возможности для реализации потенциала внешней среды и устранения угроз.

В первом этапе описаны сильные и слабые стороны проекта, выявлены возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. Данные представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
С1. Создание комфортного для человека пространства.	Сл1. Отсутствие качественных исследований.
С2. Относительно низкая цена.	Сл2. Реализацией проекта занимается потребитель.
С3. Увеличение продаж у потребителя.	Сл3. Отдельная разработка аварийного освещения.
С4. Повышенная безопасность потребителя.	Сл4. Цена выше минимальной.
С5. Создание удобной визуализации.	Сл5. Непроверенные временем поставщики.

Продолжение таблицы 4.2.

Возможности	Угрозы
В1. Сотрудничество с производителем.	У1. Снижение платежеспособности потребителя.
В2. Повышение стоимости продукта конкурентов.	У2. Отсутствие понимания у потребителя необходимости качественного света.
В3. Использование для освещения естественного света.	У3. Высокая конкуренция.
В4. Исследование влияние света на потребителя в торговой сфере.	У4. Уменьшение рынка сбыта.
В5. Разработка новых конструкций на основе новых исследований.	У5. Увеличение цены или из-за политических событий.

Второй этап анализа – построение интерактивных матриц, в которых определяется соответствие условий внешней среды и внутренние особенности.

В матрице использованы следующие обозначения: «+» – значительное соответствие, «-» – незначительное соответствие, «0» – степень соответствия не ясна.

Таблица 4.3 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	-	+	-	-	+
	В2	-	+	-	-	-
	В3	+	-	-	+	-
	В4	-	-	+	-	-
	В4	+	-	-	+	-

Таблица 4.4 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	В1	-	-	-	+	+
	В2	-	-	-	+	-
	В3	-	-	-	+	-
	В4	+	-	-	-	-
	В5	+	-	-	-	-

Таблица 4.5 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	+	-	-	-
	У2	-	-	+	-	-
	У3	-	+	-	+	+
	У4	-	-	-	-	-
	У5	-	-	-	-	-

Таблица 4.6 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	+	-	+	-
	У2	-	-	-	-	-
	У3	-	-	-	+	-
	У4	-	-	-	-	-
	У5	-	-	-	+	-

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 4.7.

Таблица 4.7 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	С1. Создание комфортного для человека пространства.	Сл1. Отсутствие качественных исследований.
	С2. Относительно низкая цена.	Сл2. Реализацией проекта занимается потребитель.
	С3. Увеличение продаж у потребителя.	Сл3. Отдельная разработка аварийного освещения.
	С4. Повышенная безопасность потребителя.	Сл4. Цена выше минимальной.
	С5. Создание удобной визуализации.	Сл5. Непроверенные временем поставщики.

Продолжение таблицы 4.7.

Возможности: В1. Сотрудничество с производителем. В2. Повышение стоимости продукта конкурентов. В3. Использование для освещения естественного света. В4. Исследование влияние света на потребителя в торговой сфере. В5. Разработка новых конструкций источников света или отражателей на основе новых исследований.	В1С2С5. Сотрудничество с производителем способно дополнительно снизить цены, удобная визуализация позволит оценить достоинства необходимой продукции и сделать расчет. В2С2. Относительная низкая цена при повышении стоимости продукта у конкурентов обеспечит большую конкурентоспособность. В3С1С4. Естественная освещенность имеет наиболее комфортный спектр для человеческого глаза, поэтому мы можем его использовать, не изменяя своим принципам. В4С3. Освещение имеет психологическое воздействие на покупателя в магазине, мы используем это свойство света при проектировании, и исследования помогут выявить законы и пользоваться ими не интуитивно. В5С1С4. При проектировании комфортного и безопасного освещения нам потребуются решать нестандартные задачи, что может стать причиной разработки новых конструкций.	В1Сл4Сл5. Сотрудничество с производителем способствует снижению цены, а существование длительных торговых отношений – отсутствию брака. В2Сл4. При не минимальной цене на рынке повышение стоимости услуги у конкурентов повысит нашу конкурентоспособность. В3Сл4. Использование естественного освещение снизит затраты потребителя на электричестве, что может снизить ему стоимость света. В4В5Сл1. Влияние света на человека достаточно исследовалось, но для получения точечной цели данных недостаточно, поэтому проведение исследований необходимо и желательно.
Угрозы: У1. Снижение платежеспособности потребителя. У2. Отсутствие понимания у потребителя необходимости качественного света.	У1С2. Достаточно низкая цена при снижении платежеспособности потребителя позволит нам остаться конкурентоспособными. У2С3. При правильном свете в магазине внимание покупателя привлекается, продажи магазина увеличиваются.	У1Сл2Сл4. Так как реализацией проекта занимается потребитель, это снижает цену проекта, цена выше минимальной и при снижении платежеспособности произойдет падение интереса.

Продолжение таблицы 4.7.

У3. Высокая конкуренция. У4. Уменьшение рынка сбыта. У5. Увеличение цены или из-за политических событий.	Это помогает потребителя убедить в необходимости хорошего освещения. У3С2С4С5. Относительно низкая цена, повышенная безопасность потребителя и удобная визуализация помогает проектам выигрывать у конкурентов	У3У5Сл4. При высокой конкурентности и увеличении цен, стоимость наших проектов увеличится, выше минимальной способна уменьшить количество наших покупателей.
--	---	--

По проведении SWOT-анализа выявлены недостатки и преимущества, оценены возможности и угрозы. Проект достаточно устойчив, преимущества преобладают над недостатками. При дальнейшей проектировки особенности, обнаруженные при анализе, учтены.

4.2. Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

Для грамотного планирования объема работ и тайминга научно-исследовательского проекта необходимо: определить структуру работ в рамках научного исследования; определить количество исполнителей для каждой из работ; установить продолжительность работ; построить график проведения научных исследований. По выполнению планирования будет составлен график работ со сроками выполнения и исполнителем.

В таблице 4.8 приведен порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы.

Таблица 4.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения работ	Инженер, научный руководитель

Продолжение таблицы 4.8.

Выбор способа решения поставленной задачи	3	Обзор научной литературы	Инженер
	4	Теоретическое исследование принципов проектирования	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Анализ существующих систем освещения, энергоаудит	Инженер
	6	Моделирование систем освещения в программном комплексе DIALux.evo	Инженер
	7	Электротехнические расчеты проекта	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Обработка полученных результатов	Инженер
	9	Оценка полученных результатов	Инженер, Научный руководитель
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки	Инженер

4.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При расчете необходимого финансирования проекта основную часть стоимости разработки полагают трудовыми затратами. Для грамотного планирования необходимо рассчитать трудоемкость проводимых работ для всех участников проекта.

Трудоемкость рассчитывается по следующей формуле:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5}$$

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

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

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни.

Далее определяется продолжительность каждой работы, измеряемая в рабочих днях. Данный расчет позволяет учитывать параллельность работ при наличии нескольких исполнителей.

Расчет продолжительности выполнения одной работы в рабочих днях:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож i}}{Ч_i}$$

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

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

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

Так как данная работа небольшая по объему и срокам проведения, поэтому график выполнения работ построим в форме диаграммы Ганта.

Необходимо перевести размерность из рабочих дней в календарные, для этого воспользуемся формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}$$

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

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

$k_{\text{кал}}$ – календарный коэффициент.

Коэффициент календарности определен:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,5$$

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

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

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

В таблице 5.9 приведены расчеты временных показателей НИР.

Таблица 4.9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож\ i}$, чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	2	-	4	-	2,8	-	2,8	4
2. Календарное планирование выполнения ВКР	1	3	3	4	1,8	3,4	2,6	4
3. Обзор научной литературы	-	7	-	10	-	8,2	8,2	13
4. Теоретическое исследование принципов проектирования	-	7	-	10	-	8,2	8,2	13
5. Анализ существующих систем освещения, энергоаудит	-	7	-	10	-	8,2	8,2	13
6. Моделирование систем освещения в программном комплексе DIALux.evo	-	6	-	9	-	7,2	7,2	11
7. Электротехнические расчеты проекта	-	8	-	14	-	10,4	10,4	16
8. Обработка полученных результатов	-	7	-	10	-	8,2	8,2	13
9. Оценка полученных результатов	2	3	4	5	2,8	3,8	3,3	5
10. Составление пояснительной записки	-	8	-	11	-	9,2	9,2	14
Итого	5	56	11	83	7,4	66,8	69,3	106

Примечание: Исп. 1 – научный руководитель, Исп. 2 – инженер.

На основе временных показателей проведения научного исследования построен план-график в форме диаграммы Ганта.

Таблица 4.10 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп	T _{кi} кал. дн.	Продолжительность работ											
				февр			март			апр			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп1	4												
2	Календарное планирование выполнения ВКР	Исп1 Исп2	4	 											
3	Обзор научной литературы	Исп2	13												
4	Теоретическое исследование принципов проектирования	Исп2	13												
5	Анализ существующих систем освещения, энергоаудит	Исп2	13												
6	Моделирование систем освещения в программном комплексе DIALux.evo	Исп2	11												
7	Электротехнические расчеты проекта	Исп2	16												
8	Обработка полученных данных	Исп2	13												
9	Оценка полученных результатов	Исп1 Исп2	5									 			
10	Составление пояснительной записки	Исп2	14												

Примечание:

 – Исп. 1 (научный руководитель),  – Исп. 2 (инженер)

4.3. Бюджет научно-технического исследования

Для качественного планирования бюджета научно-технического исследования необходимо учитывать все виды расходов. В данной работе рассчитанные по следующим статьям затрат:

- материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- затраты на специальное оборудование для работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы НИР.

4.3.1. Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты – расходы на сырье и материальные предметы.

Таблица 5.11 – Затраты на теоретические разработки

Наименование статей	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5
Комплекс канцелярских принадлежностей	шт	4	340	1 200
Итого				1 200

4.3.2. Расчет амортизации оборудования для работ

В данной работе в затраты на специальное оборудование входят амортизационные отчисления на приборы, которые использовались в теоретических изысканиях и работе в компьютерных программах.

Расчет амортизации производится следующим образом:

Норма амортизации рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n}$$

Где n – срок полезного использования в годах.

Амортизация рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб., m – время использования, мес.

Таблица 4.12 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол. шт.	Срок полезного использования, лет	Время использования, мес	$H_A, \%$	Цена оборудования, руб	Амортизация, руб
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ПЭВМ	1	3	3	0,33	30.000	3 300
2	ТКА-люкс	1	1	0,1	1	17 700	1 770
	Итого						5 070

4.3.3. Основная заработная плата исполнителей темы

Данный раздел посвящен расчету заработной платы разработчиков, создающих проект: инженера и руководителя. Заработная плата рассчитывается исходя из трудоемкости проекта и действующей системой оклада или тарифных ставок.

Основная заработная плата одного работника рассчитывается по следующей формуле:

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d} = \frac{51285 \cdot 10,3}{246} = 2174,3 \text{ руб}$$

где Z_M – месячный должностной оклад работника, руб.;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

– при отпуске в 28 раб. дня – $M=11,2$ месяца, 5-дневная рабочая неделя;

– при отпуске в 56 раб. дней – М = 10,3 месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$З_{дн} = \frac{З_{м} \cdot М}{F_{д}} = \frac{33150 \cdot 11,2}{213} = 1743,1 \text{ руб}$$

Должностной оклад работника за месяц:

Для руководителя:

$$З_{м} = З_{МС} \cdot (1 + k_{пр} + k_{д})k_{р} = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51\,285 \text{ руб}$$

Для руководителя:

$$З_{м} = З_{МС} \cdot (1 + k_{пр} + k_{д})k_{р} = 1700 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 3315 \text{ руб}$$

где $З_{МС}$ – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.;

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

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

$k_{р}$ – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 4.13 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	52/14	104/14
- выходные дни		
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	48/5	24/10
- отпуск		
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	247	213

Таблица 4.14 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$З_{МС}$, руб	k_{np}	k_o	k_p	$З_M$, руб	$З_{дн}$	T_p , раб дней	$З_{осн}$ руб
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2147,3	7,4	15 890
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1743,1	66,8	116 439
Итого:								132 329

4.3.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн}$$

Для руководителя:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} = 0,15 \cdot 15\,890 = 2\,383,5 \text{ руб}$$

Для инженера:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} = 0,15 \cdot 116\,439 = 17\,465,85 \text{ руб}$$

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

4.3.5. Отчисления во внебюджетные фонды

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

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

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

Для руководителя:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \cdot (15\,890 + 2\,383,5) = 5\,482 \text{ руб}$$

Для инженера:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \cdot (116\,439 + 17\,465,85) = 40\,171,5 \text{ руб}$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2022 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

4.3.6. 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.

Таблица 4.15 – Группировка затрат по статьям.

Статьи					
1	2	3	4	5	6
Амортизация	Сырье, материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов
5 070	1 200	132 329	19 845,35	45 653,5	234 097,85

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов взята в размере 16%.

4.3.7. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанные затраты по каждому из статей расходов – основа для формирования бюджета затрат проекта.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект и стоимость конкурентных проектов приведен в табл. 4.16.

Таблица 4.16 – Расчет бюджета затрат.

№	Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
		Текущий Проект	Кн.1	Кн.2	
1	Материальные затраты НИР	1 200	1 200	1 200	Пункт 2.3.1
2	Амортизация оборудования	5 700	6 850	9 760	Пункт 2.3.2
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	132 329	90 871	152 142	Пункт 2.3.3
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	19 849,4	13 630,5	22 821	Пункт 2.3.3
5	Отчисления во внебюджетные фонды	45 653,5	31 350	52 488	Пункт 2.3.4
6	Накладные расходы	37 455,7	23 024	38 145,5	Пункт 2.3.5
Бюджет затрат НИР		271 553,5	166 924,6	276 554,4	Сумма ст. 1-6

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

Для определения эффективности необходимо рассчитать интегральный показатель эффективности научного исследования. Эффективность состоит из двух значимых показателей: ресурсоэффективность и финансовую эффективность.

Для вычисления интегрального показателя финансовой эффективности научного исследования проведем оценку бюджета затрат нескольких вариантов исполнения. Для этого соотнесем финансовые значения по всем вариантам исполнения с наибольшим интегральным показателем реализации технической задачи.

Как варианты исполнения используем конкурентные проекты освещения: освещение на границах нормы и существующий вариант освещения магазина Спар.

Формула для расчета интегрального финансового показателя разработки:

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

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения.

Затраты:

$$\Phi_{\text{проект}} = 271\,553,5 \text{ руб}$$

$$\Phi_{\text{к1}} = 166\,924,6 \text{ руб}$$

$$\Phi_{\text{к2}} = 276\,554,4 \text{ руб}$$

Максимальная стоимость проекта у второго конкурирующего проекта.

$$I_{\text{финр}}^{\text{проект}} = \frac{\Phi_{\text{проект}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{271\,553,5}{276\,554,4} = 0,98$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{к1}} = \frac{\Phi_{\text{к1}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{166\,924,6}{276\,554,4} = 0,6$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{к2}} = \frac{\Phi_{\text{к2}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{276\,554,4}{276\,554,4} = 1$$

В результате расчета консолидированных финансовых показателей проектирование конкурента 1 требует значительно меньших финансовых ресурсов. Данный проект незначительно выгоднее второго конкурента.

Интегральный показатель ресурсоэффективности определяется по формуле:

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

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

Таблица 4.17. Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта.

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Конкурент. проект 1	Конкурент. проект 2
1. Безопасность проекта	0,1	5	5	5
2. Экономия потребления	0,1	4	5	1
3. Долговечность	0,2	5	2	5
4. Рост продаж у потребителя	0,1	4	1	5
5. Удобство эксплуатации	0,2	5	3	4
6. Комфорт потребителя света	0,3	5	2	3
ИТОГО	1	4,8	2,7	3,8

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 5*0,1+4*0,1+5*0,2+4*0,1+5*0,2+5*0,3=4,8$$

$$I_{p2} = 5*0,1+5*0,1+2*0,2+1*0,1+3*0,2+2*0,3=2,7$$

$$I_{p3} = 5*0,1+1*0,1+5*0,2+5*0,1+4*0,2+3*0,3=3,8$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп.}i} = \frac{I_{p\ i}}{I_{\text{фин} \ p i}}$$

$$I_{\text{т пр}} = \frac{4,8}{0,98} = 4,89$$

$$I_{\text{к пр 1}} = \frac{2,7}{0,6} = 4,5$$

$$I_{\text{к пр 2}} = \frac{3,8}{1} = 3,8$$

Представим все показатели эффективности проектов в сводной таблице:

Таблица 4.18 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Конкурент проект 1	Конкурент проект 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,98	0,6	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,8	2,7	3,8
3	Интегральный показатель эффективности	4,89	4,5	3,8
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,92	0,78

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансово- и ресурсоэффективным является вариант 1 (текущий проект). Наш проект является более эффективным по сравнению с конкурентами.

Вывод

В данном разделе был выполнен анализ коммерческого потенциала работы, построен план работ, рассчитан бюджет научно-исследовательской работы, определена эффективность исследования.

При анализе конкурентных проектов были выявлены слабые и сильные стороны проекта, рассчитаны возможности и угрозы, найдены эффективные стратегии для использования сильных сторон и защиты слабых.

При планировании была определена структура работ, исполнители и временные рамки выполнения работ. Результатом планирования научно-исследовательской разработки является график реализации этапов работ. Определено следующее: общее количество дней для выполнения работ составляет 106 дней; общее количество дней, в течение которых работал инженер, составляет 102 дня; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 13 дней;

По разработки бюджета определена сумма затрат, составляющая 271 553,5 руб.

При оценке эффективности были рассчитаны следующие коэффициенты:

Интегральный финансовый показатель проекта составляет 0,98. Это значительно больше показателя первого конкурента, 0,6.

Интегральный показатель ресурсоэффективности проекта составляет 4,8, при значениях конкурентов 2,7 и 3,8.

Интегральный показатель эффективности проекта составляет 4,89, и является наиболее высоким.

Проект является не самым финансово выгодным по сравнению с конкурентами, обладая при этом наибольшими техническими достоинствами. Общая эффективность проекта выше проектов конкурентов.