



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

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки 12.03.02 Опотехника
Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Современные технологии освещения розничных магазинов

УДК 628.973.2

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В91	Штабель Вероника Сергеевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Коржнева Т.Г	к.т.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Маланина В.А.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП, Доцент ОМ ИШНПТ	Степанов С.А	к.ф.-м.н.		

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 и иностранном (-ых) языке
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
УК(У) -10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
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»**

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки 12.03.02 Оптотехника
Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) _____ (Дата) С.А. Степанов
(Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
4В91	Штабель Вероника Сергеевна

Тема работы:

Современные технологии освещения розничных магазинов	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 109-21/с от 19.04.2023

Срок сдачи студентом выполненной работы:	09.06.2023
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Архитектурные чертежи торгового зала
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Цели и задачи освещения магазинов розничной торговли. Нормирование количественных и качественных параметров световой среды. Исследование взаимосвязи между яркостью, распределением света на покупательское поведение покупателей в магазине. Обзор светового оборудования для торгового освещения. Разработка системы комбинированного освещения для торгового зала.

Перечень графического материала	Светотехнический раздел: расчет светотехнических параметров осветительной установки с помощью программного комплекса DiaLux evo 11.
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Маланина В.А
Социальная ответственность	Черемискина М.С

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	03.10.2022 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Коржнева Т.Г.	к.т.н		03.10.2022 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В91	Штабель В.С		03.10.2022 г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
4B91	Штабель Вероника Сергеевна

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Отделение материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	12.03.02 Оптехника

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	- районный коэффициент – 1,3%; - коэффициент дополнительной заработной платы – 1,12; - накладные расходы – 16%; - норма амортизации 15%
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления во внебюджетные фонды 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.
3. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски</i>	Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НТИ
4. <i>Определение ресурсной, финансовой экономической эффективности</i>	Оценка сравнительной эффективности и интегральных показателей финансовой и ресурсоэффективности исследования.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

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

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Маланина В.А.	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4B91	Штабель Вероника Сергеевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 4B91		ФИО Штабель Вероника Сергеевна	
Школа	Инженерная школа новых производственных технологий	Отделение (НОЦ)	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	12.03.02 Оптотехника

Тема ВКР:

Современные технологии освещения розничных магазинов	
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	<u>Объект исследования: система освещения</u> <u>Область применения: производственно-коммерческая область</u> <u>Рабочая зона: офис</u> <u>Размеры помещения: 5×10 м</u> <u>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: два рабочих стола, персональный компьютер, два шкафа, два стула.</u> <u>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: проектирование системы освещения, расчет проекта, разработка материально-технической 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.	<i>Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.03.2023); 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. Общее введение. (VDT). Часть 5. Требования к расположению рабочей станции и осанке оператора. ГОСТ 22614-77 Система «Человек-машина» Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего стола; СП 2.2.3670-20 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда</i>
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения: – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов	Вредные производственные факторы: 1. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 2. Отклонение показателей микроклимата; 3. Статические перегрузки костно-мышечного аппарата (физические перегрузки); 4. Умственное перенапряжение; 5. Повышенный уровень электромагнитных излучений. Опасные производственные факторы: 1. Факторы, связанные с электрическим током

	Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: Средства направленные на улучшение условий труда, связанные с освещением. Соблюдение труда и отдыха Белый халат, соблюдение показателей микроклимата, покупка стола и стульев по требованиям охраны труда.
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения	<i>Воздействие на селитебную зону: <u>засорение почвы бытовыми отходами.</u></i> <i>Воздействие на литосферу: <u>бытовой мусор, в том числе расходный материал</u></i> <i>Воздействие на гидросферу: <u>слив в канализацию воды.</u></i> <i>Воздействие на атмосферу: <u>воздух из системы вентиляции.</u></i>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения	Возможные ЧС: <u>ураганы, пожары, обрушение здания, эпидемия, аварии на объектах обеспечения жизнедеятельности, террористический акт.</u> Наиболее типичная ЧС: <u>пожар в здании.</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
4В91	Штабель Вероника Сергеевна		

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

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 12.03.02 «Оптотехника»
 Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2022 /2023 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

студента:

Группа	ФИО
4В91	Штабель Вероника Сергеевна

Срок сдачи выполненной работы:	09.06.2023
--------------------------------	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.12.2022	<i>Цели и задачи освещения розничных магазинов. Нормирование количественных и качественных параметров световой среды.</i>	10
01.03.2023	<i>Исследование взаимосвязи между яркостью, распределением света на покупательское поведение покупателей в магазине.</i>	10
30.02.2023	<i>Обзор светового оборудования для торгового освещения.</i>	10
01.05.2023	<i>Разработка системы комбинированного освещения для торгового зала.</i>	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Коржнева Т.Г.	к.т.н		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Степанов С.А.	к.ф.-м.н.		

Содержание

РЕФЕРАТ	11
ВВЕДЕНИЕ	12
ГЛАВА 1. НОРМИРОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ И КАЧЕСТВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ	13
1.1 НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ	13
1.2 КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ.....	14
ГЛАВА 2. ВЛИЯНИЕ ЯРКОСТИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СВЕТА НА КРИ МАГАЗИНА.....	17
2.1 ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ, КОТОРЫЕ РЕШАЕТ ОСВЕЩЕНИЕ В МАГАЗИНЕ	19
2.2 МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	23
2.3 АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	25
ГЛАВА 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕГО ТОРГОВОГО ОСВЕЩЕНИЯ МАГАЗИНА	28
3.1 ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТОРГОВОГО ОСВЕЩЕНИЯ	28
3.2 КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СВЕТОВЫХ ПРИБОРОВ	31
ГЛАВА 4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	39
4.1 ОЦЕНКА КОММЕРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА И ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ С ПОЗИЦИИ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ..	39
4.1.1 анализ конкурентных технических решений	39
4.1.2 swot-анализ	41
4.2. ПЛАНИРОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ.....	45
4.2.1 структура работ в рамках научного исследования	45
4.2.2 определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	46
4.3. БЮДЖЕТ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ.....	48
4.3.1. Расчет амортизации оборудования для работ.....	49
4.3.3 основная заработная плата исполнителей темы.....	50
4.3.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы	51

4.3.5 отчисления во внебюджетные фонды	52
4.3.6. Накладные расходы.....	52
4.3.7 формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	53
4.4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСНОЙ, ФИНАНСОВОЙ, БЮДЖЕТНОЙ, СОЦИАЛЬНОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ	53
ВЫВОД.....	56
ГЛАВА 5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	58
5.1. ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ .	58
5.2. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	60
5.3. АНАЛИЗ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ	61
5.3.1. Некачественная световая среда	61
5.3.2. Умственное перенапряжение.....	62
5.3.4. Отклонения показателей микроклимата	63
5.3.5. Воздействие электрического тока	64
5.4. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.....	65
5.5. БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.....	65
Вывод.....	66
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	68
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	70
Приложение 1.....	73
Приложение 2.	74
Приложение 3.....	71

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 75 страниц, 11 рисунков, 24 таблицы, 27 источников, 3 приложения.

Ключевые слова: освещение, торговое освещение, проектирование в DIALux.evo 11, освещение в ритейле.

Объектом исследования является торговое освещение.

Предмет исследования – осветительные установки розничных магазинов.

Целью работы является анализ и разработка системы освещения магазина розничной торговли в DIALux.evo 11.

В процессе исследования проведен аудит систем освещения трёх магазинов г. Томска. Смоделирован и спроектирован проект системы освещения розничного магазина.

ВВЕДЕНИЕ

Качественное освещение торгового зала, подсветка витрин и стеллажей – важные показатели уровня обслуживания. Они наряду с удобством месторасположения и программой лояльности играют ключевую роль в продажах и тенденциях торговой сети. От правильно выбранных технологий освещения зависят не только визуальные эффекты, но и уровень комфорта покупателей, их настроение, а также продуктивность работы персонала магазина.

Организуя освещение важно учитывать функции различных торговых зон, а также техническую и эстетическую части осветительного оборудования.

Цель данной дипломной работы заключается в анализе и разработке системы освещения магазина розничной торговли в DIALux.evo 11.

Основные задачи работы:

1. Провести анализ существующих комплексных решений для освещения торговых залов.
2. Провести литературный и нормативный обзор по комплексному освещению торговых залов.
3. Провести аудит освещения в розничных магазинах.
4. Разработать светотехнический проект для внутреннего освещения торгового зала магазина розничной торговли.

Для достижения данной цели, в работе проведены обзор литературы, анализ существующих технологий освещения и их применения в розничных магазинах, а также проведены собственные исследования с использованием методов светотехнического аудита и их сравнительного анализа. Результаты данной работы могут быть полезны для владельцев розничных магазинов, которые хотят улучшить качество обслуживания своих клиентов и повысить эффективность своего бизнеса.

ГЛАВА 1. НОРМИРОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ И КАЧЕСТВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ

Данная глава посвящена изучению освещения с точки зрения нормирования. Был проведён светотехнический аудит в трёх 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 также рассмотрены европейские нормы освещения.

1.1 Нормативные документы

Требования к освещению изложены в СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение (см.табл.1). [1] 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 [2] и СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" [3].

Для анализа так же было использовано Постановление правительства РФ от 24 декабря 2020 года №2255 «Об утверждении требований к осветительным устройствам и электрическим лампам, используемым в цепях переменного тока в целях освещения» [5].

Таблица 1 – Нормативные показатели освещения торговых помещений [1].

Вид помещения	Искусственное освещение				
	Освещённость рабочих поверхностей при общем освещении, лк	Цилиндрическая освещённость, лк	Объединенный показатель дискомфорта UGR, не более	Индекс цветопередачи источников света Ra	Коэффициент пульсации освещённости %, не более
Торговые залы супермаркетов	500	-	21	85	10
Торговые залы магазинов без самообслуживания: продовольственных.	300	100	21	85	15
Торговые залы продовольственных магазинов и магазинов самообслуживания	400	-	21	85	10
Помещения главных касс	300	-	21	85	15

1.2 Количественные и качественные параметры световой среды

Данные параметры оказывают значительное влияние на торговые залы. Они влияют на визуальное восприятие товаров, создание атмосферы и настроения, комфорт покупателей, ориентацию и навигацию, а также на привлечение внимания и выделение товаров. Эти факторы непосредственно влияют на ключевые показатели эффективности магазина, такие как объем продаж, конверсия и уровень удовлетворенности клиентов.

Поэтому правильное использование и оптимальная настройка качественных параметров световой среды являются важным аспектом проектирования и управления торговым магазином.

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 [5] .

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 не должна превышать 80 лм/Вт [5].

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, где требуется работа средней точности, необходимо обеспечить индекс UGR, который не превышает значение 19. Это позволит снизить возможность возникновения дискомфорта у персонала и клиентов.

Коэффициент пульсации освещенности в торговом помещении должен быть менее 10%. Это гарантирует стабильность освещения и предотвращает возникновение неприятных эффектов, связанных с мерцанием света.

Значение показателя дискомфорта должно составлять не менее 40-60. Это гарантирует комфортное восприятие световой среды клиентами, что может способствовать увеличению времени пребывания в магазине и повышению вероятности покупки.

Для продуктовых супермаркетов рекомендуется использовать источники света с индексом цветопередачи в диапазоне 80-84. Это способствует правильному восприятию цветов и помогает выделить качества продуктов и товаров, привлекая внимание потенциальных покупателей.

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

Среди норм, действующих в странах Западной Европы, можно выделить немецкие нормы (DIN 5035), на основе которых ведется разработка общеевропейских норм EN 12464-1:2019 Light and lighting – Lighting of work places – Part 1: Indoor work places, где установлены требования к освещению рабочих мест [6].

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.

ГЛАВА 2. ВЛИЯНИЕ ЯРКОСТИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СВЕТА НА КРІ МАГАЗИНА

В современном ритейле эффективность работы торгового магазина измеряется по ключевым показателям эффективности (KPI). Освещение играет важную роль в создании атмосферы, привлечении клиентов, улучшении визуального восприятия товаров и общем комфорте посетителей.

В данной главе рассмотрим влияние освещения на ключевой показатель эффективности торгового магазина и его значимость для достижения успешных результатов.

Продажи магазина складываются из нескольких составляющих [7]. Общая формула выглядит так:

$$\text{Продажи} = CUSTOMERS \cdot ATV \cdot TRAFFIC \cdot CR \cdot ASP \cdot UPT$$

Где,

CUSTOMERS — количество покупателей;

ATV — средний чек;

TRAFFIC — количество посетителей;

CR — процент обслуживания;

ASP — средняя стоимость единицы товара;

UPT — количество товаров в чеке;

Самый важный первоначальный этап для оценки торгового магазина это:

- Анализ требований и характеристик магазина: Оценка особенностей торгового пространства, его размеров, архитектурных особенностей и целевой аудитории для определения оптимальных параметров освещения.
- Правильный выбор источников света и осветительных приборов: Исследование различных типов осветительных приборов, их эффективности, энергоэффективности и соответствия требованиям магазина.

- **Распределение освещения по зонам и уровень освещенности:**
Разработка плана распределения освещения по различным зонам магазина (витрины, торговые залы, кассовая зона и т. д.) и определение необходимого уровня освещенности для каждой зоны.

Оптимизация освещения для достижения KPI магазина:

Увеличение среднего чека. Исследования показывают, что качественное освещение, подчеркивающее товары и создающее комфортную атмосферу, может повысить средний чек покупателей на 10-20% [7].

Улучшение впечатления о бренде. Качественное освещение может создать положительное впечатление о бренде у покупателей. Это может повысить лояльность клиентов и способствовать повторным покупкам.

Снижение ошибок и повышение производительности персонала. Правильное освещение обеспечивает хорошую видимость и помогает снизить количество ошибок среди персонала. Это может повысить производительность, сократить время выполнения задач и улучшить общую эффективность работы персонала.

Использование динамического освещения, например, изменение яркости или цветовой температуры света в зависимости от времени дня или акций, может стимулировать дополнительные покупки и увеличить средний чек на 15-25%. [7].

Повышение конверсии. Качественное и сбалансированное освещение помогает создать привлекательную визуальную среду, что приводит к повышению конверсии посетителей в покупателей. Исследования показывают, что оптимальное освещение может увеличить конверсию на 10-15%. [7].

Увеличение времени пребывания. Комфортное и приятное освещение влияет на настроение и уровень комфорта посетителей, что может привести к увеличению времени пребывания в магазине. Дополнительные 5-10 минут пребывания могут способствовать дополнительным покупкам и повышению выручки [7].

Улучшение оценок и отзывов клиентов. Клиенты оценивают магазин в целом и его атмосферу, включая освещение. Позитивные оценки и отзывы клиентов могут повысить репутацию магазина и привлечь новых покупателей.

2.1 Основные задачи, которые решает освещение в магазине

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

Особое внимание следует уделить подбору цветовой температуре, цветопередаче и конструктивным особенностям. Необходимо, чтобы магазин выделялся на фоне других, этого можно достичь и с помощью света [8].

Можно выделить пять основных задач, которые решает освещение в торговых магазинах.

Эргономика освещения. 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 [8]. Освещённость выше, вызывает сильную утомляемость глаза, что ведет к усталости, потери концентрации.

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].

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 [8].

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.

Так же расположение осветительных приборов и направление исходящего от них света очень влияет на человека, они не должны допускать

как прямое, так и отраженное попадание прямых световых лучей в глаз под углом менее 30° [9].

Навигация. Для того, чтобы посетитель превратился в покупателя, ему нужно увидеть, как можно больше товаров, это обеспечивает световая навигация магазина. Целью, которой в частности является: помочь покупателю быстро ориентироваться в магазине, создать атмосферу для покупок, поддерживать позитивное настроение клиента.

С самого входа покупатель должен с легкостью понять где расположен необходимый ему продуктовый отдел. В функциях световой навигации выделяют два вида:

- Ориентировочная — помогает формировать движение в пространстве и задавать некую траекторию движения внутри торгового зала (указатели, аварийное освещение).
- Информативная — световые буквы и вывески внутри магазина, которые помогают понять где располагается тот или иной отдел продукции.

Современные магазины и крупные торговые центры помогают покупателю не только найти нужное отделение или группу товара. Таким образом, навигация в магазине традиционно устраняет эту задачу, а это важнейший элемент зонирования.

Продвижение товара. С помощью освещения можно продвигать товар в магазине, используя различные стратегии и методы. Ниже приведены некоторые из них:

- Выделение акционных и промо-товаров: Путем применения яркого и привлекательного освещения к определенным товарам можно привлечь внимание покупателей и стимулировать их к покупке.
- Создание световых акцентов: Освещение может быть использовано для создания световых акцентов, которые привлекают внимание к определенным товарам или выставочным стендам. Это может быть достигнуто путем использования направленного света, специальных световых эффектов или применения подсветки.

- Подчеркивание качества и деталей товара: Путем правильной игры света и теней можно выделить текстуры, формы и особенности товара, делая его более привлекательным для покупателей.
- Создание атмосферы и настроения: Например, мягкое и diffused освещение может создать уютную и расслабляющую атмосферу, подходящую для магазинов одежды или косметики, тогда как яркое и динамичное освещение может быть эффективным для магазинов электроники или спортивных товаров [9].
- Освещение выставочных зон и витрин: Правильное освещение может подчеркнуть дизайн, цвета и привлекательность товара, привлекая внимание и создавая желание его приобрести.
- Подсветка информационных зон: например, ценники, акции или скидки. Правильное освещение этих зон обеспечивает хорошую видимость и читаемость информации, что способствует принятию решения о покупке.

Создание индивидуального образа. В супермаркетах и продуктовых магазинах освещение играет важную роль в презентации продуктов питания. Часто используется светлый и равномерный свет, чтобы подчеркнуть свежесть и натуральность продуктов. Например, свежие овощи и фрукты могут быть освещены ярким и естественным светом, чтобы создать ощущение свежести и аппетитности [9].

Энергоэффективность. Замена традиционных ламп накаливания на энергоэффективные светодиодные (LED) лампы может существенно снизить энергопотребление. LED-лампы потребляют гораздо меньше электроэнергии и имеют долгий срок службы.

Так же использование датчиков движения, это позволяет автоматически контролировать освещение в магазине. Свет будет включаться только при обнаружении присутствия людей, а затем автоматически выключаться, когда зона становится пустой. Это помогает сократить ненужное использование электроэнергии и улучшить энергоэффективность [10].

Использование регулируемых систем освещения так же позволяет подстроить яркость света в соответствии с потребностями магазина. Например, в зависимости от времени суток или особенностей мероприятий, можно уменьшать яркость света в незанятых зонах или использовать мягкое освещение для создания уютной атмосферы.

Установка систем управления освещением, таких как интеллектуальные системы управления освещением (DALI, KNX и др.), позволяет более гибко контролировать освещение в магазине. Они позволяют регулировать яркость, группировать светильники по зонам, создавать программы освещения в зависимости от потребностей и эффективно использовать энергию [10].

2.2 Методика исследования

Для измерения уровня освещенности используют специальные средства измерения – люксметры. Предел допускаемой погрешности прибора – не более 10%. Средство измерения должно быть исправно и иметь действующее свидетельство о проверки средств измерений [11].

Перед проведением измерений необходимо изучить план помещения с указанными светильниками, определить контрольные точки для измерения. Измерения возможно проводить без предшествующей 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 (см.рис.1).

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.

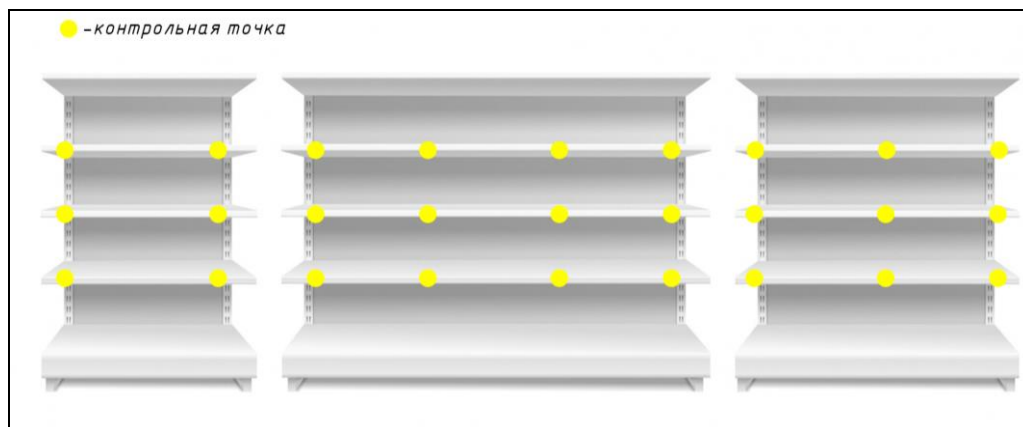


Рисунок 1 – Расположение сетки контрольных точек на стеллаже.

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.

Равномерность освещения U_0 – отношение минимальной освещенности на поверхности к средней [12].

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.

Измерения были проведены люксметром ТКА-люкс, представленным на рисунке 2.

	Характеристики прибора: Диапазон измерений $1,0 \div 200\,000$ лк; Пределы допускаемой погрешности измерения освещённости $\pm 6,0\%$ Масса прибора 0,45 кг
Рисунок 2 – Люксметр ТКА-ЛЮКС	

2.3 Анализ результатов исследования

Измерение освещенности было проведено в трёх розничных магазинах:

«Магнит», г. Томск, ул Киевская, 139

«Пятёрочка» г. Томск, ул Нахимова, 12.

«Spar» г. Томск, ул Нахимова 13/1.

Измерения были сняты в темное время суток, горизонтальная и вертикальная, цилиндрическая освещенность измерялись в плоскости выкладки товаров. Средняя освещенность представлена в таблице 2.

Таблица 2– Сводная таблица результатов измерения

Зона в магазине		Розничные Магазины			Нормы среднего значения освещённости	
		Магнит	Пятёрочка	Spar	РФ	EN
Входная зона	$E_{гор., лк}$	960	1735	560	200	200
Стеллаж фруктами	$E_{гор., лк}$	925	2345	2750	400	300-750
	$E_{вер., лк}$	750	1506	1260	300	300-750
	$E_{ц., лк}$	260	350	900	100	100
	U_0	0,3	0,4	0,6	0,4	0,4
Стеллаж мясом/колбасы	$E_{гор., лк}$	560	1512	2340	400	300-750
	$E_{вер., лк}$	542	1206	1950	300	300-750
	$E_{ц., лк}$	150	245	569	100	100
	U_0	0.7	0.8	0.9	0,4	0,4
Стеллаж выпечкой	$E_{гор., лк}$	1230	1567	2280	400	300-750
	$E_{вер., лк}$	864	1103	1275	300	300-750
	$E_{ц., лк}$	213	264	502	100	100
	U_0	0.4	0.5	0,6	0,4	0,4

Стеллаж напитками	с	$E_{гор.,лк}$	980	1015	1842	400	300-750
		$E_{вер.,лк}$	750	853	1420	300	300-750
		$E_{ц.,лк}$	345	564	846	100	100
		U0	0,6	0,7	0,8	0,4	0,4
Стеллаж обычными товарами	с	$E_{гор.,лк}$	860	680	750	400	300-750
		$E_{вер.,лк}$	742	487	594	300	300-750
		$E_{ц.,лк}$	341	210	246	100	100
		U0	0,7	0,8	0,6	0,4	0,4
Между стеллажами		$E_{гор.,лк}$	580	679	1140	400	300-750
		$E_{вер.,лк}$	350	541	846	300	300-750
		$E_{ц.,лк}$	216	245	315	100	100
		U0	0,5	0,6	0,6	0,4	0,4
Стеллаж с Алкоголем		$E_{гор.,лк}$	985	1010	1140	400	300-750
		$E_{вер.,лк}$	849	974	846	300	300-750
		$E_{ц.,лк}$	167	198	246	100	100
		U0	0,4	0,5	0,7	0,4	0,4
Холодильник заморозкой	с	$E_{гор.,лк}$	466	560	1490	400	300-750
		$E_{вер.,лк}$	245	349	1106	300	300-750
		$E_{ц.,лк}$	197	246	846	100	100
		U0	0,5	0,6	0,7	0,4	0,4
Холодильник молочной продукцией	с	$E_{гор.,лк}$	640	606	2700	400	300-750
		$E_{вер.,лк}$	489	451	1874	300	300-750
		$E_{ц.,лк}$	210	237	640	100	100
		U0	0,6	0,5	0,9	0,4	0,4
Кассовая зона		$E_{гор.,лк}$	965	960	375	500	500-1000

Такой большой диапазон значений говорит о том, что, свет проектировали по внутренним регламентирующим документам. Для наглядности превышения нормы в таблице 3 приведена относительная освещенность.

Таблица 3 – Освещённость в магазинах относительно значений нормы.

Зона в магазине		Розничные Магазины		
		Магнит	Пятёрочка	Spar
Входная зона	$E_{гор.}/E_{гор.норм}$	4,8	8,6	2,8
Стеллаж с фруктами	$E_{гор.}/E_{гор.норм}$	2,3	5,8	6,8
	$E_{вер.}/E_{вер.норм}$	3,0	5,0	4,2
	$E_{ц.}/E_{ц.норм}$	2,6	3,5	9
Стеллаж с мясом/колбасы	$E_{гор.}/E_{гор.норм}$	1,4	3,7	5,8
	$E_{вер.}/E_{вер.норм}$	1,8	4,0	6,5
	$E_{ц.}/E_{ц.норм}$	1,5	2,4	6,0
Стеллаж с выпечкой	$E_{гор.}/E_{гор.норм}$	3,0	3,9	5,7

	$E_{\text{вер.}}/E_{\text{вер.норм}}$	2,8	3,7	4,2
	$E_{\text{ц.}}/E_{\text{ц.норм}}$	2,1	2,6	5,0
Стеллаж с напитками	$E_{\text{гор.}}/E_{\text{гор.норм}}$	2,4	2,5	4,6
	$E_{\text{вер.}}/E_{\text{вер.норм}}$	2,5	2,8	4,7
	$E_{\text{ц.}}/E_{\text{ц.норм}}$	3,4	5,6	8,4
Стеллаж с обычными товарами	$E_{\text{гор.}}/E_{\text{гор.норм}}$	2,1	1,7	1,8
	$E_{\text{вер.}}/E_{\text{вер.норм}}$	2,4	1,6	1,9
	$E_{\text{ц.}}/E_{\text{ц.норм}}$	3,4	2,1	2,4
Между стеллажами	$E_{\text{гор.}}/E_{\text{гор.норм}}$	1,4	1,6	2,8
	$E_{\text{вер.}}/E_{\text{вер.норм}}$	1,1	1,8	2,8
	$E_{\text{ц.}}/E_{\text{ц.норм}}$	2,1	2,4	3,1
Стеллаж с Алкоголем	$E_{\text{гор.}}/E_{\text{гор.норм}}$	2,4	2,5	2,8
	$E_{\text{вер.}}/E_{\text{вер.норм}}$	2,8	3,2	2,8
	$E_{\text{ц.}}/E_{\text{ц.норм}}$	1,6	1,9	2,4
Холодильник с заморозкой	$E_{\text{гор.}}/E_{\text{гор.норм}}$	1,1	1,4	3,7
	$E_{\text{вер.}}/E_{\text{вер.норм}}$	0,8	1,1	3,6
	$E_{\text{ц.}}/E_{\text{ц.норм}}$	1,9	2,4	8,4
Холодильник с молочной продукцией	$E_{\text{гор.}}/E_{\text{гор.норм}}$	1,6	1,5	6,7
	$E_{\text{вер.}}/E_{\text{вер.норм}}$	1,6	1,5	6,2
	$E_{\text{ц.}}/E_{\text{ц.норм}}$	2,1	2,3	6,4
Кассовая зона	$E_{\text{гор.}}/E_{\text{гор.норм}}$	1,9	1,9	0,7

По значениям из таблицы 3, видно, что, освещение отражает общую политику маркетинга магазина. Это касается и мощности светильника, и его расположения, и цветовой температуры.

Освещение в «Магнит» 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.

«Пятёрочка» находится в здании без окон со своим входом. Освещение общее, и акцентное на фруктах и молочной продукции. В холодильных витринах присутствует люминесцентная встроенная подсветка. Для

освещения использованы линейные и трековые светильники. Свет мягкий, все светильники оснащены рассеивателями.

Освещение в магазине «Srag» неравномерно и значительно превышают норму. Освещение сделано линейными и трековыми 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.

ГЛАВА 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕГО ТОРГОВОГО ОСВЕЩЕНИЯ МАГАЗИНА

3.1 Принципы проектирования торгового освещения

Прежде всего освещение должно отвечать требованиям СНиП и СанПиН, требования которых я рассмотрела в первой главе. Зачастую торговые марки имеют собственные регламенты, которые определяются видом сервисного обслуживания (в магазинах самообслуживания освещенность чаще выше) и местоположением магазина [2, 3]. 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.

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. Так же с течением времени некоторые светильники меняют свои показатели, например, индекс цветопередачи и цветовую температуру [13].

Существуют следующие типы освещения торговых площадей:

- Общее освещение – обеспечивает равномерное освещение всей торговой площади. Оно используется для создания общей атмосферы торгового зала и позволяет посетителям легко ориентироваться и видеть продукты и товары.
- Акцентное освещение – используется для подчеркивания и выделения определенных зон или предметов в магазине. Такой свет позволяет привлечь внимание посетителей к определенным продуктам или декоративным элементам.
- Рабочее освещение – места кассового обслуживания и выделение витрин и стеллажей световыми пятнами.
- Декоративное освещение – необходимо для создания эстетического эффекта и улучшения визуальной привлекательности торговой площади. Может включать в себя использование подсветки декоративных элементов, архитектурных деталей, рекламных вывесок и т.д.

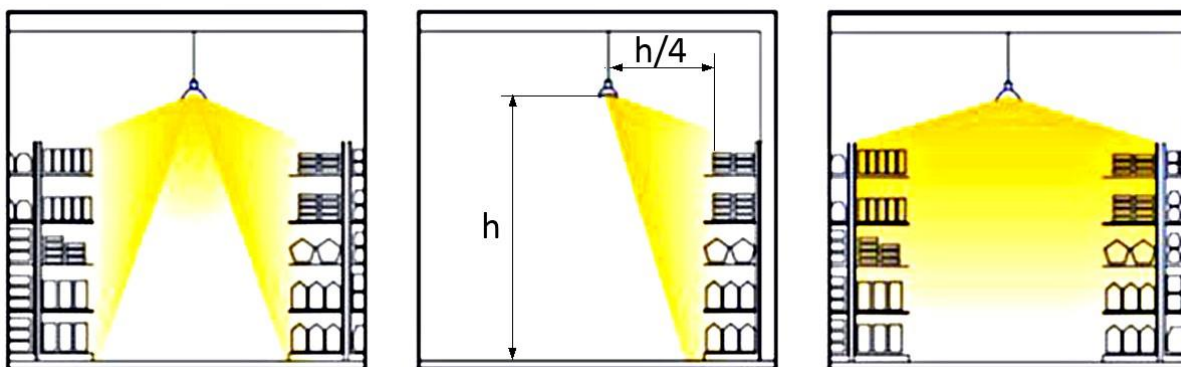


Рисунок 3 – Типы освещения стеллажей с продукцией.

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 [13].

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 шинопровода. Потребление электроэнергии зависит от грамотного проектирования.

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.

Существует «золотая полка», на освещение которой нужно ориентироваться, т.к глаза покупателя обращают внимание на это в первую очередь (примерно 1600 мм) [14]. 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 под тем углом, как и было запланировано. При разработке проекта необходимо обратить внимание на расстановку рекламных баннеров и прочих декоративных элементов, чтобы конструкции не загораживали их и не портили вид.

3.2 Конструктивные особенности световых приборов

Не мало важными из аспектов, связанных с конструкцией световых приборов, которые играют решающую роль в обеспечении эффективного и комфортного освещения в различных пространствах. Световые приборы являются неотъемлемой частью осветительных систем, и их правильное конструирование имеет огромное значение для достижения оптимальных результатов в области освещения любого помещения.

При выборе торгового светильника следует обращать внимание на распределение светового потока, стандартные кривые силы света показаны на рисунке 4, (omni, симметричное, асимметричное, стандартное), конструктивный тип светильника (линейные, модульные, найтбоу, даунлайты, карданные, трековые, накладные, трек-панели), источник света (светодиод, натриевые, галогенные, металлогалогенные) [15]. Подобрать светильники к освещению – задача не из легких. Для этого нужно знать основные свойства и требования к светильникам в той или иной системе.

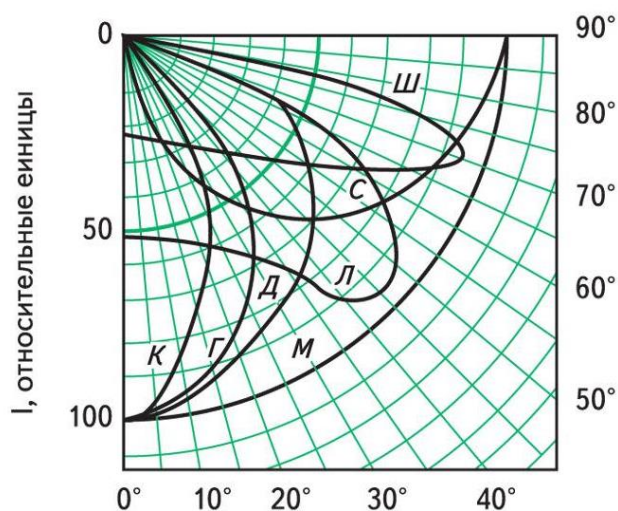


Рисунок 4 – Типы кривых сил света: К – концентрированная, Г – глубокая, Д – косинусная, Л – полуширокая, Ш – широкая, М – равномерная, С – синусная [15];

Свойства ламп, которые необходимо учитывать: индекс цветопередачи, меньше 80% брать нельзя, а лучше более 90%; эффектность 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 [16].

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 рисунке 5 показаны два типа

рассеивателей, которые глубокие КСС светильника преобразуют в симметричный и асимметричные полуширокие.

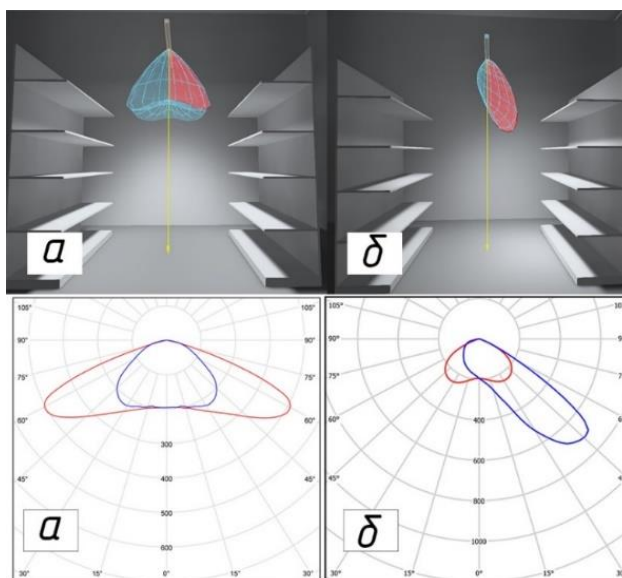


Рисунок 5 – Типы рассеивателей

а) Симметричный рассеиватель; б) Ассиметричный рассеиватель; [17].

3.3 Разработка системы комбинированного освещения магазина

Для разработки освещения торгового зала я использовала световое оборудование компании «НЛТ Трейд» (см.табл.4), т.к их оборудование лидирует на рынке освещения для ритейла. План расстановки оборудования в торговом помещении приведён в приложении 1.

Высота этажа 4 м. Площадь помещения 524 м². Светильники расположены на высоте 3 м.

Перечень характеристик светильников, используемых в проекте представлен в таблице 5.

В данном проекте удалось добиться равномерности освещенности на торговых стеллажах, за счёт различной кривой силы света. Что бы избежать пересвета, использовала светильники с асимметричной КСС, что бы свет был направлен только в одну сторону, и не затрагивал поверхность, которая уже

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 розничного магазина, 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 НИ ТПУ.

Таблица 7 – 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 8.

Таблица 8 – 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.

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 9 - Интерактивные матрицы проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	-	+	-	-	+
	B2	-	+	-	-	-
	B3	+	-	-	+	-
	B4	-	-	+	-	-
	B5	+	-	-	+	-
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	+	-	-	-
	У2	-	-	+	-	-
	У3	-	+	-	+	+
	У4	-	-	-	-	-
	У5	-	-	-	-	-

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	-	+	+
	B2	-	-	-	+	-
	B3	-	-	-	+	-
	B4	+	-	-	-	-
	B5	+	-	-	-	-

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

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

Таблица 10 – Итоговая таблица SWOT-анализа

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

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 потребуется 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 освещения 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. У3. Высокая конкуренция. У4. Уменьшение рынка сбыта. У5. Увеличение цены или из-за политических событий.	У1С2. Достаточно низкая цена при снижении платежеспособности потребителя позволит нам остаться конкурентоспособными. У2С3. При правильном свете в магазине внимание покупателя привлекается, продажи магазина увеличиваются. Это помогает потребителя убедить в необходимости хорошего освещения. У3С2С4С5. Относительно низкая цена, повышенная безопасность потребителя и удобная визуализация Помогает проектам выигрывать у конкурентов	У1Сл2Сл4. Так как реализацией проекта занимается потребитель, это снижает цену проекта, цена выше минимальной и при снижении платежеспособности произойдет падение интереса. У3У5Сл4. При высокой конкурентности и увеличении цен, стоимость наших проектов увеличится, выше минимальной способна уменьшить количество наших покупателей.

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 11 приведен порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы.

Таблица 11 – 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	Научный руководитель, инженер
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 11.0	Инженер
	7	Электротехнические расчеты проекта	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Обработка полученных результатов	Инженер
	9	Оценка полученных результатов	Научный руководитель, инженер
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. 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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}$$

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

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.

Таблица 12 – Временные показатели НИР

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	tmin, чел-дни		tmax,чел-дни		ожі,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. Выбор методов исследования	-	7	-	10	-	8,2	8,2	13
5. Планирование эксперимента	-	7	-	10	-	8,2	8,2	13
6. Подготовка эксперимента	-	6	-	9	-	7,2	7,2	11
7. Проведение эксперимента	-	8	-	14	-	10,4	10,4	16
8. Обработка полученных данных	-	7	-	10	-	8,2	8,2	13
9. Формулировка выводов	2	3	4	5	2,8	3,8	3,3	5
10. Предоставление отчета	-	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 13 –Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп.	Т _{кi} . кал. дн.	Продолжительность работ											
				Февраль			Март			Апрель			Май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана- графика	Исп.1	4	■											
2	Календарное планирование выполнения ВКР	Исп.1 Исп.2	4	■	■										
3	Обзор научной литературы	Исп.2	13		■										
4	Теоретическое исследование принципов проектирования	Исп.2	13			■	■	■							
5	Анализ существующих систем освещения, энергоаудит	Исп.2	13				■	■	■						
6	Моделирование систем освещения в программном комплексе DIALux.evo 11.0	Исп.2	11							■	■	■			
7	Электротехнические расчеты проекта	Исп.2	16								■	■			
8	Обработка полученных данных	Исп.2	13									■	■		
9	Оценка полученных результатов	Исп.1 Исп.2	5										■	■	■
10	Составление пояснительной записки	Исп.2	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.

Материальные затраты на выполнение исследования включают в себя стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта.

4.3.1. 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 проводится следующим образом: Норма амортизации рассчитывается по формуле 1:

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

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация рассчитывается по формуле 3:

$$A = \frac{N_A \cdot I}{12} \cdot t$$

где I - итоговая сумма, руб.; t - время использования, мес.

Таблица 14 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во., шт.	Срок полезного использования, лет	Время использования, мес	H_A , %	Цена оборудования, руб	Амортизация, руб
1	ПК	1	3	3	0.33	30 000	3 300
2	ТКА-люкс	1	1	0.1	1	17 000	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:

$$З_{\text{осн.}} = З_{\text{дн.}} \cdot T_p$$

где $З_{\text{дн.}}$ – 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):

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{51285 \cdot 10,3}{246} = 2174,3 \text{ руб}$$

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

$F_{\text{д}}$ – 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 – $M = 10,3$ месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

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

Должностной оклад работника за месяц:

Для руководителя:

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

Для инженера:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{мс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_p = 1700 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 3\,315 \text{ руб.}$$

где $З_{\text{мс}}$ – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.;

k_{np} – премиальный коэффициент, равен 0,3;

k_d – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2;

k_p – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 15 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	52/14	104/14
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48/5	24/10
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Таблица 16 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	Z_{MC} , руб	k_{np}	k_d	k_p	Z_M , руб	$Z_{дн}$	r , раб дней	$Z_{осн}$ 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:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}$$

Для руководителя:

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

Для инженера:

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

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:

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

Для инженера:

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

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2023 году – 30% (ст. 425, 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 17 – Группировка затрат по статьям.

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

Величина накладных расходов определяется по формуле:

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

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 таблице 18.

Таблица 18 – 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. 16

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 розничного магазина.

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:

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

$\Phi_{\text{к1}} = 166\,924,6$ руб.

$\Phi_{\text{к2}} = 276\,554,4$ 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 19 – 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:

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

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

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

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

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

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

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

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

Представим все показатели эффективности проектов в сводной таблице 20.

Таблица 20 – 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 разработке бюджета определена сумма затрат, составляющая 242712,99 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.