

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

Институт – Институт физики высоких технологий
Направление подготовки – Оптотехника
Кафедра – Лазерной и световой техники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Компоновка сцен освещения в условиях систем управления освещением

УДК 628.9-52:004.94

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В31	Скаржевская Екатерина Сергеевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЛиСТ	Гречкина Т.В.	к. ф.-м. н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. Менеджмент	Меньшикова Е.В.	к. филос. н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор каф. ЭБЖ	Назаренко О.Б.	д. т. н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЛиСТ	Полисадова Е.Ф.	к. ф.-м. н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результата	Результат обучения
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять глубокие естественнонаучные, математические, гуманитарные, общепрофессиональные знания в области оплотехники
P2	Воспринимать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области световой, оптической и лазерной техники, оптического и светотехнического материаловедения и оптических и светотехнических технологий
P3	Применять полученные знания для решения задач, возникающих при эксплуатации новой техники и технологий оплотехники
P4	Владеть методами и компьютерными системами проектирования и исследования световой, оптической и лазерной техники, оптических и светотехнических материалов и технологий
P5	Владеть методами проведения фотометрических и оптических измерений и исследований, включая применение готовых методик, технических средств и обработку полученных результатов
P6	Владеть общими правилами и методами наладки, настройки и эксплуатации оптической, световой и лазерной техники для решения различных задач
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Проявлять творческий подход при решении конкретных научных, технологических и опытно-конструкторских задач в области оплотехники
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических

	различий, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности
P9	Уметь эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации
P10	Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам научной, педагогической и производственной деятельности
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

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

Институт Физики Высоких Технологий
Направление подготовки (специальность) 12.03.02 Опотехника
Кафедра лазерной и световой техники

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(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
4В31	Скаржевская Екатерина Сергеевна

Тема работы:

Компоновка сцен освещения в условиях систем управления освещением

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2017г.
--	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	<ul style="list-style-type: none">– Свод правил. Естественное и искусственное освещение. СП 52.13330.2011;– Программный комплекс DIALux: по построению и моделированию в режиме «Освещение внутри помещения», технические возможности программы по построению сцен освещения, в том числе с элементами управления.
---------------------------------	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Литературный обзор по разделу: системы управления освещением – актуальные задачи и комплекс мер по реализации проектов освещения на их основе. 2. Построение и моделирование помещения, с перечнем задач по организации освещения в условиях системы управления освещением. 3. Построение отдельных сцен освещения и их согласование с устройствами управления.
Перечень графического материала	<ul style="list-style-type: none"> – Презентация материалов, выполненной работы по теме ВКР; – Демонстрация сцен освещения: иллюстрации, перечень оборудования при реализации, результаты светотехнических расчётов.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Е.В. Меньшикова, доцент каф. Менеджмент
Социальная ответственность	О. Б. Назаренко, проф. каф. ЭБЖ

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	30.09.2016г.
---	--------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Гречкина Т.В.	к.ф.-м.н.		06.10.2016г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В31	Скаржевская Е.С.		06.10.2016г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
4В31	Е.С.Скаржевская

Институт	ИФВТ	Кафедра	ЛиСТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	12.03.02 «Оптотехника»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Проект выполнен на базе лабораторий ТПУ кафедры ЛиСТ. В реализации проекта задействованы 2 человека: руководитель проекта и инженер-светотехник
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность»
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления по страховым взносам –30 % от ФОТ

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проекта, SWOT-анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование работ по проекту Формирование сметы расходов на реализацию проекта
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определение ресурсной и финансовой эффективности проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности проекта
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет проекта
4. Оценка ресурсной и финансовой эффективности проекта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Е.В. Меньшикова	к.филос.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В31	Е.С.Скаржевская		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 96 с., 22 рис., 4 табл., 26 источников, 0 прил.

Ключевые слова: система управления освещением, сцены освещения, освещенность, торговый зал, светодиодные приборы.

Объектом исследования является: 3D модель виртуального помещения -торговый зал.

Цель работы – изучение возможностей компоновки сцен освещения в условиях систем управления освещением на базе интерьера.

В процессе исследования проводилось изучение компоновки сцен освещения и применения их к конкретной 3D-модели виртуального помещения – торговый зал.

В результате исследования: построена 3D-модель виртуального помещения – торговый зал, сформированы сцены освещения разных цветов с применением светофильтров, разработана осветительная установка со светодиодными источниками света.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: конструктивные характеристики световых приборов: светотехнические: световой поток, цветовая температура; электротехнические: мощность; техникоэксплуатационные: IP, степень защиты по электробезопасности.

Степень внедрения: изучена компоновка сцен освещения в условиях систем управления освещением, с целью энергоэффективного решения вопроса.

Область применения: проектирование осветительной установки и формирование сцен освещения для торгового освещения.

Экономическая эффективность/значимость работы: данная работа на прямую связана с вопросами энергосбережения, в работе представлено актуальное на сегодняшний день решение компоновки сцен освещения для торгового зала, в условиях систем управления освещением.

В будущем планируется рассмотрение данного проекта в области модернизации осветительной установки для торгового освещения, как светового прибора в целом, так и отдельных источников света (например, OLED технологии).

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использовались следующие термины с соответствующими определениями:

Модернизация: изменение, усовершенствование в соответствии с современными требованиями.

Освещённость: поверхностная плотность светового потока, падающего на площадку заданной величины.

3D - модель: это наглядный способ представления объекта в виде трехмерного графического изображения.

Цилиндрическая освещенность: характеристика насыщенности помещения светом, определяемая как средняя плотность светового потока на поверхности бесконечно малого цилиндра, вертикально расположенного в помещении.

Торговый зал: часть магазина, павильона (открытой площадки), занятая оборудованием, предназначенным для выкладки, демонстрации товаров, проведения денежных расчетов и обслуживания покупателей, площадь контрольно-кассовых узлов и кассовых кабин, площадь рабочих мест обслуживающего персонала, а также площадь проходов для покупателей.

Система управления освещением: это интеллектуальная сеть, которая позволяет обеспечить нужное количество света, где и когда это необходимо.

Акцентное освещение: тип освещения, который предназначен для выделения отдельных деталей интерьера светом

Декоративное освещение: тип освещения, применяемый в различных видах помещений, с целью украсить интерьер, создать уютную атмосферу, подчеркнуть неповторимые дизайнерские решения.

Энергоэффективное освещение: обеспечение необходимых значений освещенности при снижении затрат на энергопотребление и стоимость обслуживания.

В данной работе применены следующие сокращения:

СУО – система управления освещением

LED – светодиоды

СИД– светоизлучающий диод

ИС – источник света

ОУ – осветительная установка

АЦП – аналого-цифровой преобразователь

КЗ – короткое замыкание

ППЗУ – программируемое постоянное запоминающее устройство

КПД – коэффициент полезного действия

АСУ – автоматизированная система управления

ЭПРА – электронный пускорегулирующий аппарат

ПРА – пускорегулирующий аппарат

ИЭП – источников электропитания

ККМ – корректор коэффициента мощности

ДД – датчик движения

ДО – датчик освещенности

ДП – датчик присутствия

OLED – органический светодиод

МКО = CIE - Commission Internationale de l'Eclairage, сокр. –Международная комиссия по освещению

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95;
2. МГСН 2.06-99 «Естественное, искусственное и совмещенное освещение»;
3. СанПиН 2.2.12.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному и искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».

4. ВСН 59-88 «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Нормы проектирования»
5. ГОСТ Р 55710-2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений»
6. EN 12464-1:2011 «Свет и освещение. Освещение рабочих мест»
7. СНиП II-Л.7-62 «Магазины. Нормы проектирования»
8. СП 12.0.003-74 (с измен. № 1, октябрь 1978 г., переиздание 1999 г.)» [X]
9. СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»;
8. ГОСТ 12.1.003-2014 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности».
9. ГОСТ 12.1.044-91 «Пожарная безопасность. Общие требования».
10. ГОСТ 12.010-76 «Взрывоопасность. Общие требования»
11. ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»;
12. ГОСТ Р 22.0.02-2016 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях».

Оглавление

Введение	13
1 Система управления освещением (СУО)	15
1.1 Общие сведения о системе управления освещением	15
1.2 Система управления освещением: универсальная и оптимальная	17
1.3. Роль автоматизированных систем управления и питания осветительных установок, как фактор энергосберегающих технологий.	24
1.4 Средства и устройства управления освещением	29
2 Нормы и правила искусственного освещения административных зданий, в частности торговых залов.....	33
3 Обзор светотехнических решений для целей освещения торговых залов.....	36
3.1 Свет в интерьере магазина (торгового зала)	36
3.2 Световые приборы и оборудование для торговых залов	38
4 Компьютерное 3D проектирование сцен освещения для торгового зала	42
4.1 Выбор оборудования, компоновка сцен освещения для торгового зала.....	43
4.2 3D визуализация сцен освещения торгового зала	50
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	56
5.1 Потенциальные потребители результатов исследования	56
5.2. Анализ конкурентных технических решений	58
5.3 SWOT-анализ	59
5.4 Планирование комплекса работ по проекту.....	61
5.4.1 Планирование перечня работ в рамках проекта	61
5.4.2 Определение трудоёмкости работ	62
5.4.3 Разработка графика выполнения проекта.....	63
5.5 Бюджет проекта	72
5.5.1 Основная заработная плата исполнителей темы	72
5.5.2 Отчисления во внебюджетные фонды	74
5.5.3 Накладные расходы	75
5.5.4 Формирование сметы затрат проекта	76
5.6 Определение ресурсной и финансовой эффективности проекта	76
Список литературы.....	81

Введение

Современные тенденции и подходы в организации освещения зачастую касаются вопросов интеллектуального управления в поддержании комфортного и сбалансированного освещения. Идеи управления освещением носят актуальный характер в плане энергосберегающих технологий, как сопутствующего глобального вызова общества в сбережении и сохранении ресурсов планеты.

Многолетний опыт внедрения и эксплуатации автоматизированных систем управления в части наружного освещения, наряду с системами управления архитектурно-художественной подсветки показывает, что привлечение и компоновка световых приборов по режимам и программам управления является необходимым и важным аспектом в формировании осветительной установки. Кроме, того вариативность решений на стадии проектирования предполагает поиск оптимального режима и условий реализации.

Настоящая работа направлена на изучение возможностей компоновки сцен освещения в условиях систем управления освещением на базе интерьера. Как в условиях малых пространств реализуются и визуализируются готовые сцены освещения с набором заданных параметров.

Актуальность выбранной темы дипломной работы обусловлена тем, что в наше время для создания освещения необходимо затратить большое количество электроэнергии, что является глобальной проблемой в нашем современном мире. Решение столь актуальной проблемы сводится к внедрению систем управления освещением. С помощью этой системы можно найти ответы на вопросы о энергосбережении и при этом сохранить качество освещения.

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование 3D - модели интерьера, с помощью компьютерного моделирования (программы DIALux). Создание необходимых сцен освещения и возможность

их компоновки в условиях систем управления освещением. Достижение (получение) наиболее энергоэффективного освещения, с помощью правильно подобранных осветительных установок и режимов управления освещением.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- 1) изучение нормативной документации и литературы, в которой рассматривались особенности искусственного освещения торговых залов
- 2) разработка 3D-модели интерьера с помощью программы компьютерного моделирования и расчета светотехнических параметров объекта;
- 3) обзор и компоновка сцен освещения, подходящих для данного типа помещения;
- 4) подбор световых приборов и оборудования для торговых залов;
- 5) анализ приведенного материала по теме настоящей работы.

Объект исследования: 3D-модель виртуального интерьера - торговый зал.

Предмет исследования: световые приборы и оборудование для целей освещения торговых залов; сцены освещения и системы управления освещением для данного вида интерьера; уровень искусственной освещенности нормируемый в торговых залах; компьютерное моделирование и расчёт в программе DIALux.

1 Система управления освещением (СУО)

1.1 Общие сведения о системе управления освещением

Современный интерьер невозможен без правильно подобранного освещения и грамотно сформированных световых сцен. Различная яркость светильников и цветовая температура, изящные цветовые акценты оказывают сильное влияние на психоэмоциональное состояние человека. Для того, чтобы иметь возможность создавать красивую игру света, довольно часто прибегают к использованию различных сцен освещения, каждая из которых играет свою роль в создании совершенного интерьера.

Планирование сцен освещения при проектировании ОУ предполагает обеспечение средств и устройств управления освещением в этих сценах [1]. Методами непосредственного управления ОУ является дискретное включение/выключение всех или части светильников по командам управляющих сигналов, а также ступенчатое или плавное снижение мощности освещения в зависимости от этих сигналов [1].

При экономии расходов электроэнергии на освещение, для достижения оптимальной работы ОУ, необходимо применять электронные автоматические системы управления освещением.

Система управления освещением - это интеллектуальная сеть, которая позволяет обеспечить нужное количество света, в заданных условиях. Назначением систем управления освещением является управление внутренним/наружным освещением в автоматическом или ручном режиме.

Системы управления освещением выполняют следующие основные задачи:

- достаточно точно поддерживают искусственную освещенность и климатические параметры в помещении на заданном уровне;
- учитывают естественную освещенность в помещении;
- учитывают времена суток и дня недели;

- учитывают присутствие людей в помещении;
- дистанционное беспроводное управление ОУ.

Для экономии расходов на освещение применяют автоматические системы управления с датчиками. На сегодняшний день существует огромное количество различных видов датчиков. Управлять освещением можно с помощью датчиков света, которые регулируют освещенность, а именно поддерживают постоянный уровень освещенности, в зависимости от дневного света в помещении. Благодаря использованию дневного света экономия расходов на электроэнергию может достигнуть 60 % [1]. Для того что бы сэкономить расходы от 70 % и выше, необходимо использовать датчики для автоматического отключения света, датчики движения и таймеры.

Автоматизированные СУО обеспечивают управление освещением светильника(ов), помещения, здания. В этом случае их разделяют на три класса:

- СУО светильника – это малогабаритная система, которая является частью светильника и управляет либо им, либо только одной группой некоторых близлежащих светильников.
- СУО помещения – это самостоятельная система, с помощью которой можно управлять одной или несколькими группами светильников в одном или нескольких помещениях и находящаяся вблизи управляемой ОУ.
- СУО здания – это централизованная компьютерная система управления, охватывающая освещение целого здания или группы зданий.

1.2 Система управления освещением: универсальная и оптимальная

Актуальность темы экономии электричества, а значит и создания СУО, на настоящий момент достаточно остра. Как правило, современные тенденции, привлекая к себе внимание не отличались низкой стоимостью продукции. Однако, стоимость СУО не является критическим фактором, так как наиболее важными являются собственное электропотребление и правильность работы – 100 % срабатывание при нахождении человека, и отсутствие ложных срабатываний.

Универсальная СУО – система, работающая на все типы нагрузки, а именно: лампы накаливания, люминесцентные, светодиодные. Блок-схема такой СУО приведен на рис.1.

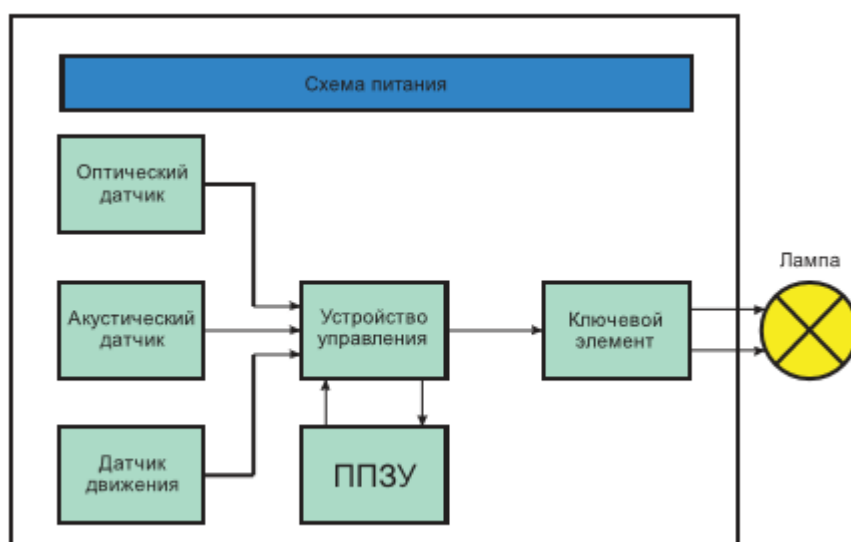


Рисунок 1 Блок-схема универсальной СУО

Алгоритм работы такой СУО (рис. 2) состоит в следующем:

Оптический датчик реагирует на освещенность помещения, акустический датчик реагирует на звуки внутри помещения, датчик движения реагирует на движение внутри помещения. Устройство управления принимает сигналы от этих трех вышеперечисленных датчиков, оценивает их и на основании полученных данных решает, включить или нет ключевой элемент. Ключевой элемент коммутирует нагрузку (лампу). Схема питания, как следует

из названия, обеспечивает все вышеперечисленные узлы требуемым им питанием. В начале работы (сразу после включения СУО в сеть) производится тестирование оборудования — включение и выключение лампы. Далее происходит считывание порогов реагирования на свет и звук. Затем следует бесконечный цикл. В нем происходит периодический опрос оптического датчика. Затем, если на улице темно, включается датчик движения и акустический датчик. Если имеются шум или движение, включается лампа. Когда они прекращаются, выжидается некоторое время, и лампа отключается. Далее необходимо рассмотреть, что можно поставить в качестве физической реализации указанных на рис. 1 блоков и какие требования предъявляются к этим элементам. Данная схема подразделяется на 7 блоков:

1. Оптический датчик должен реагировать на свет в видимой области спектра. По возможности должен работать в условиях засветки собственной лампой СУО, то есть различать естественное (фоновое) освещение и освещение, создаваемое лампой СУО. Так же можно использовать другой вариант, например, через определенный промежуток времени выключать лампу и проверять уровень освещенности. Далее, если же этом есть необходимость лампу включать снова. Основной элемент оптического датчика — фототранзистор, фоторезистор или фотодиод в паре с ОУ.
2. Акустический датчик, полоса частот его чувствительности — в пределах слышимости человека. Акустический датчик строится на основе микрофона также в паре с ОУ.
3. Датчик движения устроен на основе пирозлектрического датчика с линзой Френеля. Реагирует на изменение пространственного расположения источников инфракрасного излучения.
4. В качестве устройство управления применяется микроконтроллер. Набор требования для микроконтроллера: ядро C51; тактовая частота — порядка 1 мГц; наличие встроенных таймеров; 3 канала АЦП; несколько дополнительных портов ввода/ вывода [2].

5. В качестве ключевого элемента используется быстродействующее электромеханическое реле со схемой контроля и защиты от КЗ. Оно устойчиво к кратковременным КЗ, имеет большую нагрузочную способность, не дает падений напряжения.

6. ПЗЗУ — программируемое постоянное запоминающее устройство. Его основной функцией является хранение значений порогов реагирования на свет, движение и звуки.

7. В схеме питания используется импульсный или линейный блок питания. Обеспечение схемы высокостабильным напряжением и высоким КПД одно из основных требований к блоку питания.

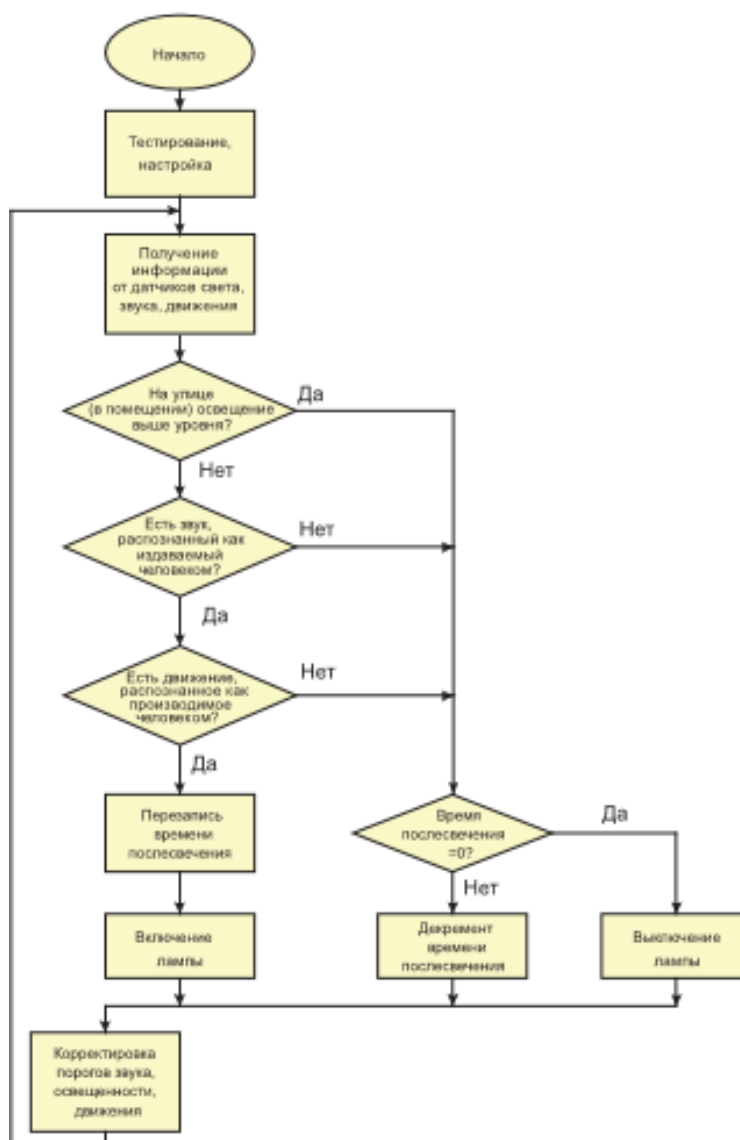


Рисунок 2 Алгоритм универсальной СУО

Далее рассмотрим оптимальную СУО (рис.3), созданную с учетом конкурентоспособности, то есть решающую поставленные перед ней задачи и имеющую минимальную стоимость. Одновременно с этим СУО по-прежнему должна обладать минимальным собственным энергопотреблением. Для этого предварительно оценим стоимость блоков СУО и их потребление электроэнергии. Для это необходимо, расставить элементы СУО в порядке убывания их стоимости и энергопотребления (таблица 1).

Таблица 1 - Элементы СУО в порядке их стоимости и энергопотребления

№	Относительная стоимость функциональных узлов СУО (в порядке убывания)	Относительное электропотребление функциональных узлов СУО (в порядке убывания)
1	Блок питания	Ключевой элемент
2	Микроконтроллер	Блок питания
3	Ключевой элемент	Микроконтроллер
4	Датчик движения	ОУ
5	Акустический датчик	Датчик движения
6	Оптический датчик	Акустический датчик
7	ОУ	Оптический датчик

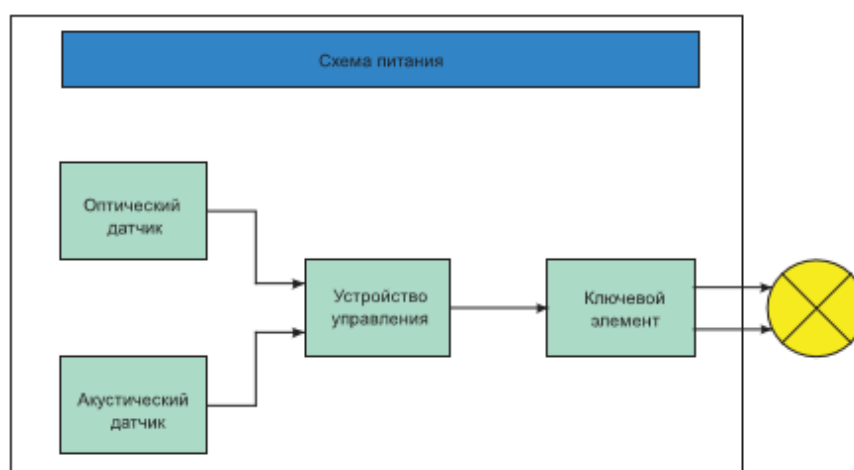


Рисунок 3 Блок-схема оптимальной СУО

Данная схема состоит из тех же блоков, но довольно упрощенных.

1. Блок питания, для максимального удешевления сделаем на основе гасящего резистора, диода и конденсатора. Однако, КПД его будет составлять примерно 2,5%. При собственном токе потребления СУО порядка 1 мА общая потребляемая мощность будет составлять 0,2 Вт.
2. Для снижения стоимости изделия необходимо отказаться от микроконтроллера и заменить его на менее затратные дискретные логические элементы.
3. Ключевой элемент – электромагнитное реле, стоимость которого достаточно велика. Кроме того, потребляет большое количество тока — до 10 мА. Поэтому возможна замена на тиристор или на полевой транзистор, для управления которым не требуется практически никакого тока.
4. Датчик движения вместе с линзой Френеля они занимают довольно много места и имеют значительную стоимость. В этой системе их можно не использовать.
5. Операционный усилитель — в отсутствие микроконтроллера (и, следовательно, АЦП) качество усиления можно несколько понизить, поскольку это уже не имеет большого значения.
6. Оптический датчик в данной системе остается прежним.
7. Акустический датчик не меняется. При этом блок-схема изделия, приведенная на рис. 1, принимает вид, показанный на рис. 3. Алгоритм работы изделия, изображенный на рис. 2, превращается в алгоритм, представленный на рис. 4, — он намного проще предыдущего, но, несмотря на это, также отлично выполняет возложенные на него функции.

Необходимо рассмотреть возможность дальнейшего упрощения (а значит, и удешевления) СУО посредством ее «специализации». Для этого разделим все типы подключаемой к СУО нагрузки на три основные группы — лампы накаливания, люминесцентные лампы, светодиодные лампы. В зависимости от типа нагрузки меняются максимальная коммутируемая мощность ключевого элемента и время проверки внешнего освещения.

Рассмотрим каждую из групп по отдельности, выявим положительные и отрицательные стороны применения СУО с лампами из каждой группы.

1. Лампы накаливания, их потребляемая мощность от 60 Вт и выше, следовательно, применение СУО приносит большую выгоду. Наиболее устойчивы к периодическим включениям и выключениям. Однако они имеют свойство перегорать с образованием КЗ. Имеют большой пусковой ток.

2. Люминесцентные лампы (в том числе «энергосберегающие»), потребление мощности среднее (10–20 Вт). Нетерпимы к периодическим включениям-выключениям. Практически не приводят к образованию КЗ. Обладают значительной входной емкостью (некоторые — индуктивностью). Аналогично лампам накаливания имеют большой пусковой ток.

3. Светодиодные лампы, до 20 Вт. Потребляют незначительное количество мощности. Можно периодически включать-выключать, как крайний случай, даже работать на половине периода выпрямленного сетевого напряжения. КЗ практически не образуют. Имеют, скорее, субъективные недостатки, связанные с восприятием создаваемого ими света глазом человека.

Из выше сказанного, можно сделать два очевидных вывода. Во-первых, оптимальная СУО, обладает практически такими же характеристиками, что и универсальная, но, в отличие от нее, имеет гораздо меньшую стоимость. Во-вторых, для каждого типа нагрузки (ламп) желательно устанавливать свою специализированную СУО. Именно в этом случае можно достичь максимальную экономию и удобство при минимальных вложениях.

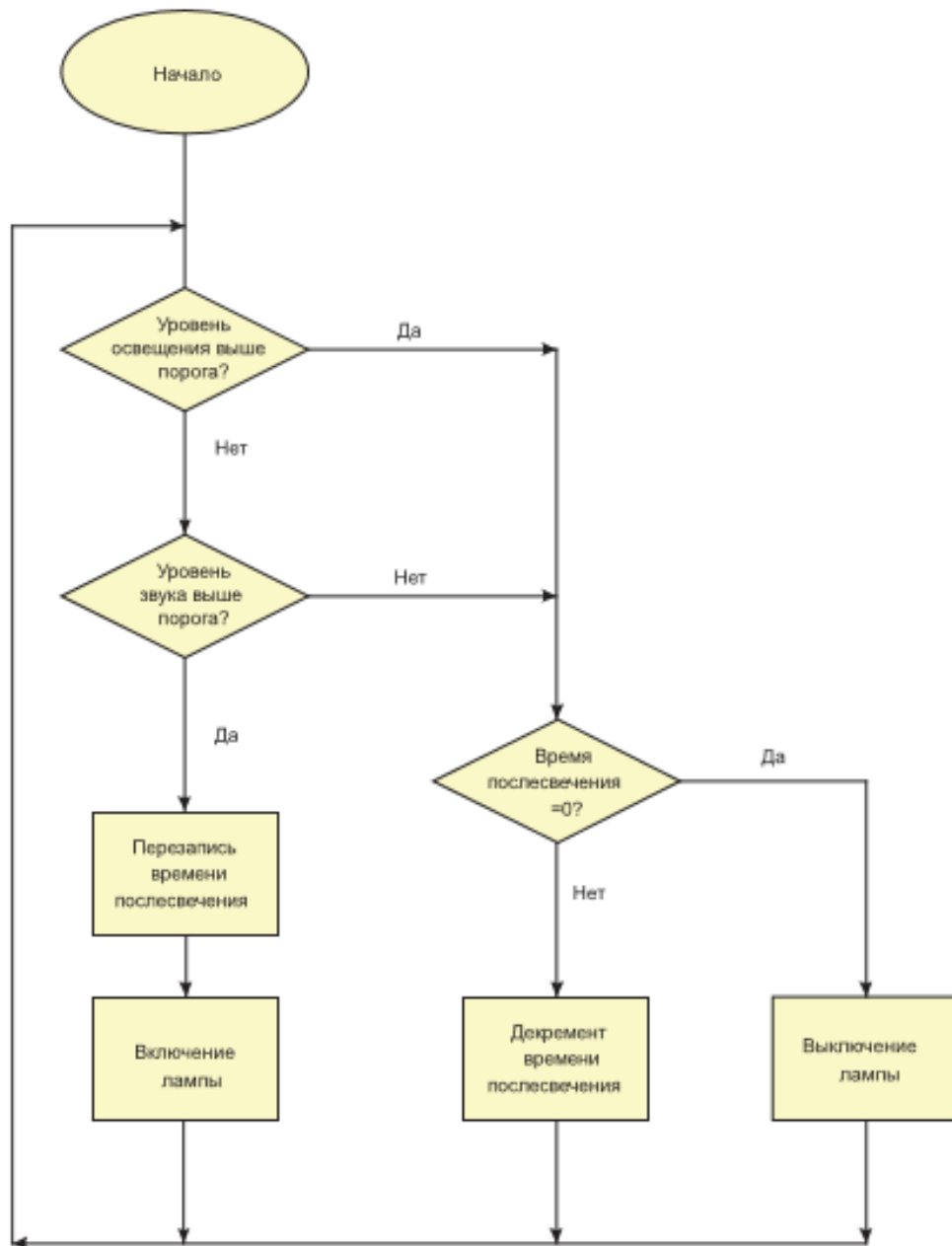


Рисунок 4 Алгоритм работы оптимальной СУО

1.3. Роль автоматизированных систем управления и питания осветительных установок, как фактор энергосберегающих технологий.

С ростом стоимости энергоносителей во всем мире стало необходимо применять энергосберегающее освещение, тем более это важно в экологическом отношении. При разработке нового проекта освещения необходимо искать компромисс между начальными и эксплуатационными затратами, причем следует учитывать, что при постоянно растущих тарифах на электроэнергию сокращается срок окупаемости энергосберегающего проекта. Для сравнения различных вариантов проекта представляют большой интерес экспертные оценки потенциала различных способов энергосбережения (рис. 1) [3].

В наибольшей степени можно снизить потери, полностью отключая ИС в те периоды, когда можно использовать естественное освещение или в отсутствие людей на освещаемом объекте. При таком отключении на некоторых временных интервалах достигается 100 %-ная экономия электроэнергии. Но лучше исключить человеческий фактор, возложив выполнение отключения на системы автоматического управления (САУ) или автоматизированные системы управления (АСУ), которые могут анализировать обстановку на объекте, принимать решение об отключении или изменении светового потока и выполнять его без участия человека. Однако во многих случаях полная темнота на объекте нежелательна по соображениям безопасности или комфорта, и даже в отсутствие человека следует оставлять некоторый минимальный уровень освещенности (дежурное освещение). Снизить световой поток можно, отключив часть ИС, и в этом случае задачу сбережения электроэнергии также наиболее эффективно выполняет АСУ. Организовать дежурное освещение можно, «притушив свет» путем снижения мощности, подаваемой на светильник (регулирование светового потока ИС — диммирование). Если ИС при этом является лампа накаливания, то необходимо дополнить светильник регулятором напряжения,

при освещении РЛ функции регулирования можно возложить на электронные ПРА (ЭПРА), которые являются особым классом ключевых источников электропитания (ИЭП) [3]. При светодиодном освещении регулируемые должны стать ИЭП с характеристикой источника тока, часто называемые драйверами. Электромагнитные элементы работают в таких ИЭП на повышенной частоте, что позволяет уменьшить их габаритные размеры и сопротивление обмоток и вследствие этого снизить потери в этих элементах. Наличие ключевых элементов в составе ЭПРА и драйверов СИД позволяет использовать эти ключи для того, чтобы отключать и регулировать питание ИС по цепям управления с помощью маломощных сигналов. Собственные потери в ЭПРА во всех режимах работы постоянно контролируются разработчиками, их стараются снизить путем совершенствования схемы и элементной базы, повышающих КПД как самих ИЭП, так и питаемых ими ламп. Важнейший способ сбережения энергии — повышение коэффициента мощности ИЭП, подключенных к силовой сети.

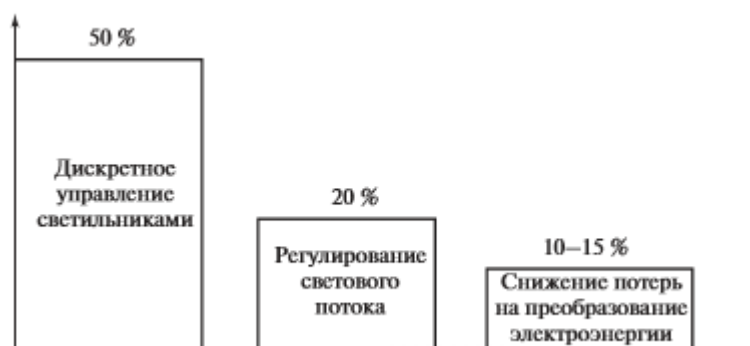


Рисунок 5 Потенциал различных способов энергосбережения

Стремление свести к минимуму неактивные составляющие мощности, создаваемые ИЭП, привело к появлению в их составе специального устройства — корректора коэффициента мощности (ККМ) [3]. Он представляет собой преобразователь переменного напряжения в постоянное (AC/DC), в котором реализуется идея непосредственного управления формой потребляемого тока с помощью электронного регулятора.

Рассмотрим структуру и элементы автоматизированной системы управления (рис. 2). Основным элементом системы освещения является, конечно, ИС. На рис. 2 в качестве таких источников показаны светодиодная лампа и разрядная лампа, которые в настоящее время служат основными типами ИС для энергосберегающих осветительных устройств. Существует огромное разнообразие освещаемых объектов, относительно каждого предъявляются специфические требования к системам освещения. Для внутреннего освещения в настоящее время используются ИС различных типов: разрядные лампы низкого давления (люминесцентные, обычные и компактные, называемые часто энергосберегающими). Завоевывающие в последнее время все большую популярность лампы на основе СИД применяются как для наружного, так и для внутреннего освещения. Для подключения к питающей сети и газоразрядных, и светодиодных ламп требуются специальные ИЭП: для газоразрядных ламп — ЭПРА или электронный балласт, а для светодиодных — драйвер СИД. В САУ освещением эти ИЭП являются интеллектуальными компонентами, подключаемыми к каналу управления (серые линии связи на рис. 2) и через счетчик электроэнергии к силовой сети. Счетчик электроэнергии также является интеллектуальным прибором, подключенным к шине интерфейса, и может посылать информацию в диспетчерский пункт.

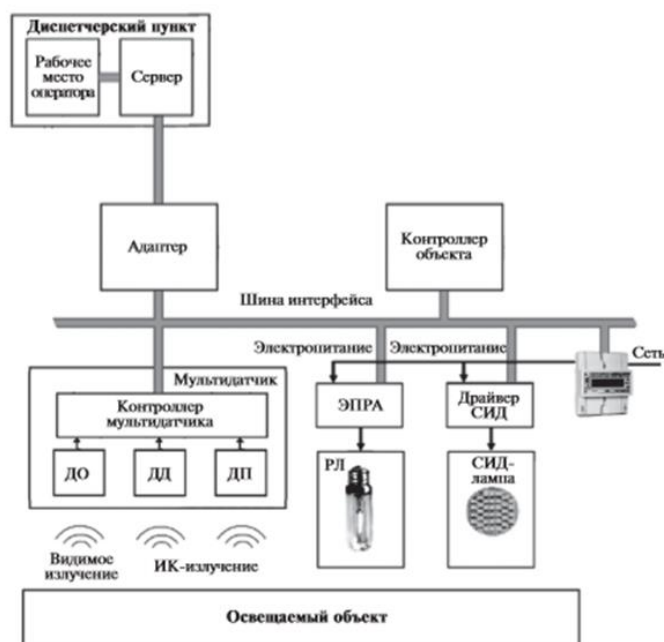


Рисунок 6 Структура АСУ освещением

Лампа вместе с ИЭП обеспечивает определенный уровень освещенности: нулевой, если ИЭП выключен, рабочий, если он включен и работает в номинальном режиме, и пониженный, зависящий от уровня сигнала, приходящего на ИЭП по цепи управления. Этот сигнал формируется контроллером объекта освещения после обработки информации, поступающей на контроллер от мультидатчика, содержащего несколько датчиков, сообщающих контроллеру об обстановке на объекте: уровнях естественной и искусственной освещенности (датчик освещенности ДО на рис.2) и о присутствии там людей (датчик движения ДД или датчик присутствия ДП). Мультидатчик в системе АСУ - также интеллектуальный прибор, подключенный к шине интерфейса и передающий информацию контроллеру объекта или серверу диспетчерского пункта. Контроллер может передать также информацию о близком окончании срока службы РЛ (определяется по повышению напряжения на лампе), о перегреве светодиодной лампы, который может вызвать выход ее из строя, и о других аварийных или нестандартных ситуациях. Следующим компонентом АСУ, изображенным на рис. 2, является шина интерфейса, по которой

осуществляется обмен сигналами между всеми интеллектуальными компонентами АСУ. Сервер диспетчерского пункта обрабатывает всю информацию, поступающую от описанных нами интеллектуальных устройств сети, представляет ее с помощью записанного в нем программного обеспечения в максимально понятной для оператора системе мнемосхем и преобразует принятые оператором решения в последовательность управляющих сигналов, которые доходят до ЭПРА и драйверов СИД.

1.4 Средства и устройства управления освещением

Таблица 2 - Средства и устройства управления освещением

Наименование	Разновидности	Функциональное назначение
<p>Переключатели, кнопки, световые индикаторы</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выключатели. 2. Кнопочные выключатели. 3. Кнопки, световые индикаторы, принадлежности 	<p>Применяются для выполнения множества различных задач по коммутации и сигнализации</p>
<p>Дистанционные переключатели</p>  	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дистанционные выключатели света. 2. Дистанционные переключатели для люстр, светильников. 3. Электронные дистанционные выключатели 	<p>Обеспечивают автоматическую коммутацию электрических цепей. Служит для импульсного управления цепями освещения. При помощи принадлежностей можно реализовать функции централизованного включения/выключения для одновременного управления многими цепями освещения.</p>
<p>Установочные реле и контакторы</p> 	<p>Установочные реле (для управления цепями с током до максимума 16 А, для автоматизации с использованием кнопок, выключателей, датчиков времени, таймеров и т.п.) Контакторы. Контакторы с включением вручную</p>	<p>Служат для централизованного управления и коммутации. Обеспечивают возможность построения комплексной системы управления и централизованного включения/выключения</p>

<p>Дистанционные регуляторы света, устройства дистанционного управления EVN012</p> 	<p>Дистанционные регуляторы света.</p> <p>EVN012 Универсальный дистанционный регулятор света</p> <ul style="list-style-type: none"> - функция распознавания нагрузки; - функция ручного выбора режима затемнения; - функция Comfort; - возможность подключения кнопок с подсветкой с током до 5мА; - мощность подключаемой нагрузки, аналогична EVN011; - максимальная длина провода управления - 50м 	<p>ия потребителей с высокой мощностью</p> <p>Для автоматического планового регулирования освещения. Осуществляют возможность экономичного управления освещением и бесступенчатого регулирования яркости освещения. Всеми дистанционными регуляторами света можно управлять через кнопку или непосредственно с аппарата. Дистанционные регуляторы света имеют функцию памяти, которая после включения сразу устанавливает последнюю настроенную величину</p>
<p>Датчики движения</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Инфракрасные (ИК) 2. Ультразвуковые (УЗ) 3. Микроволновые (СВЧ) датчики движения 4. Комбинированные датчики движения 	<p>Включение и регулирование освещения в зависимости от яркости света и движения. Позволяет включать и плавно регулировать светильники в зависимости от яркости дневного света и движения в помещении. Этим</p>

		они вносят вклад в экономию энергии.
<p>Датчик присутствия</p> 	<p>Датчик присутствия (разновидность датчика движения).</p> <p>по способу управления:</p> <ul style="list-style-type: none"> - автоматические - с возможностью принудительного отключения - с возможностью плавной регулировки дальности срабатывания - дистанционные (с помощью радиопульта или ИК-пульта ДУ) 	<p>Электронный инфракрасный датчик, обнаруживающий присутствие и перемещение человека, и коммутирующий питание электроприборов (чаще всего освещения).</p> <p>Области применения: автоматическое управление освещением и охранная сигнализация.</p>
<p>Датчик освещенности</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Датчик освещённости. 2. Датчик света. 3. Сумеречный выключатель. 4. Сумеречное реле 	<p>Управление освещённостью в зависимости от яркости как в помещении, так и на улице.</p>
<p>Таймеры</p> 	<p>Цифровые таймеры. Аналоговые таймеры. Применяют в частных домах, квартирах, офисах, предприятиях и других помещениях для управления освещением, отдельными электрическими устройствами в зависимости от времени.</p>	<p>Рациональное управление по времени</p>

	<p>Имеют простое управление через программный ключ</p>	
<p>Реле времени</p> 	<p>Задержка возврата</p>  <p>С импульсной коммутацией</p>  <p>Формирователь импульса</p>  <p>Реле-прерыватель</p>  <p>Многофункциональное</p>	<p>Включение и выключение с выдержкой времени. Можно управлять включением и выключением ламп сигнализации и акустических устройств сигнализации, световой рекламы, вентиляторы и т.п. с выдержкой времени.</p>
<p>Трансформаторы, звонки, зуммеры, розетки</p> 	<p>Розетка</p>  <p>Трансформатор</p> 	<p>Все эти устройства оптимизированы для установки в распределительные щитки. Применяются в качестве принадлежностей для электроустановок. Крепление производится на монтажную планку, благодаря чему возможен быстрый монтаж</p>

2 Нормы и правила искусственного освещения административных зданий, в частности торговых залов

При разработке освещения для любого проекта необходимо обратить особое внимание на нормативную базу по проектированию осветительных установок. В частности, речь пойдет об освещении торгового зала и документации относящейся к этому проекту.

На сегодняшний день, если говорить о документах, связанных с нормами и правилами проектирования освещения, то существует 3 основополагающих документа:

- СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение (актуализированная редакция СНиП 23-05-95)» [6];
- МГСН 2.06-99 «Естественное, искусственное и совмещенное освещение» (от 23.03.1999) [7];
- СанПиН 2.2.12.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному и искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» [8].

Так же действующими нормативными документами являются:

- ВСН 59-88 «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Нормы проектирования» [9];
- ГОСТ Р 55710-2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений» [10];
- МГСН 2.06-99 «Естественное, искусственное и совмещенное освещение» (от 23.03.1999) [11];
- EN 12464-1:2011 «Свет и освещение. Освещение рабочих мест» [12];
- СНиП II-Л.7-62 «Магазины. Нормы проектирования» [13] и др.

Выше были перечислены нормативные документы, действующие на территории России. Если говорить о европейских нормах по освещению торговых залов, то можно выделить DIN EN 12464-1:2011 «Свет и освещение.

Освещение рабочих мест» [12] и МКО (Международная комиссия по освещению) [14] для административных зданий.

В нормативных документах можно посмотреть не только значения освещенности, но и другие параметры: коэффициент запаса (K_3), коэффициент естественной освещенности (КЕО), коэффициент пульсации освещенности и др. Показатели приведенные в документации, выбираются с учетом поставленных целей, в зависимости от вида помещения, его назначения, масштаба, продукции и т.д.

В помещениях, где необходим обзор окружающего пространства, а также в помещениях, к которым предъявляют специальные архитектурно-художественные требования (например, торговые залы магазинов, выставочные залы), нормируют цилиндрическую освещенность.

Цилиндрическая освещенность: характеристика насыщенности помещения светом, определяемая как средняя плотность светового потока на поверхности бесконечно малого цилиндра, вертикально расположенного в помещении. Значения цилиндрической освещенности $E_{ц}$ в зависимости от уровня требований к насыщенности помещения светом может быть высокий - 100 лк, нормальный – 75 лк, низкий – 50 лк. Данное помещение следует отнести к высокому уровню требований, так как насыщенность помещения светом является немало важной характеристикой для освещения торговых залов, ведь это один из способов привлечения внимания покупателя к продукции.

Согласно СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» [6], коэффициент пульсации освещенности $K_{п}$ не должен превышать 10 %.

Диапазон цветовой температуры для торговых залов 3500-5000 К [6].

В соответствии с рабочей документацией в таблице 2 указан необходимый минимум освещенности, максимум же ограничивается только владельцев торговых площадей. Чтобы привлечь внимание покупателей и выделить магазин среди конкурентов, показатели умножают в два, а то и в три

раза, главное суметь вовремя остановиться [4]. Нормы освещенности торгового зала и его отдельных зон приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Нормы освещенностей торгового зала и его отдельных зон

Зоны помещения	Освещенность, лк	
	СП 52.13330.2011	EN 12464-1:2011
Торговый зал	300	300
Расчетная касса	300	500
Выставочный комплекс	200	300
Примерочная	300	300

При сравнении значения освещенности отечественных и европейских норм для торговых залов, можно сделать вывод, что в рабочей документации EN 12464-1:2011 «Свет и освещение. Освещение рабочих мест» [12] показатели освещенности выше.

Яркий свет безусловно привлекает покупателей, однако чрезмерно яркий и неправильно организованный свет, заставит их покинуть магазин настолько быстро, что они не успеют совершить покупку [4]. Необходимо помнить, что слишком яркое освещение доставляет покупателям не меньше неудобств, чем его нехватка.

3 Обзор светотехнических решений для целей освещения торговых залов

3.1 Свет в интерьере магазина (торгового зала)

В идеале дизайн-проект освещения магазина разрабатывается как общая концепция освещённости торгового зала, так и витрин магазина, примерочных и подсобных помещений. Основным принципом при этом является гармоничное сочетание общего и акцентирующего освещения с дополнением декоративных световых элементов или целых осветительных конструкций [5]. Такой комплексный подход позволяет подчеркнуть достоинства магазина и представить ассортимент в максимально выгодном свете.

Главные функции торгового освещения:

1. Создание комфортной атмосферы и необходимого уровня освещения магазина. В торговом зале человек начинает чувствовать себя комфортно при освещённости 300 - 700 люкс. Чем светлее помещение, тем лучше эмоциональный настрой у потенциального покупателя. С другой стороны, освещение не должно быть слишком ярким. Бьющий в глаза слепящий свет вызывает негативные эмоции, поэтому желательно не превышать порог в 1000 люкс.

2. Выделение конкретных зон и привлечение к ним внимания посетителей. Если сопоставить по количеству продаж магазины, в которых не используются светильники направленного света, и торговые залы с акцентным освещением, второй тип магазинов заметно выигрывает по сравнению с первым.

3. Эстетика. В это понятие входят самые разные параметры: световой дизайн, внешний вид светильников, способы их группировки и расположение в помещении магазина. В традиционном понимании световой дизайн – это сочетание потоков света, выбор цветовой гаммы и мощности лучей и создание

архитектуры освещаемых объектов [5]. В освещении магазинов понятие светового дизайна охватывает гораздо больший спектр задач. Помимо прочего, включается ещё и внешний вид светильников, их взаимное расположение и направление световых лучей

Освещение торговых залов подразделяется на 3 основные категории:

- Общее, которое обеспечивает видимость и задаёт стиль всей площади магазина.
- Акцентирующее, которое выделяет конкретные товары из общей массы и привлекает внимание покупателей к их особенностям.
- Декоративное - самое интересное и перспективное направление в торговом освещении.

Для освещения торгового зала и создания эффектного освещения в любом помещении, необходимо подобрать правильное, с точки зрения поставленных целей, осветительное оборудование.

3.2 Световые приборы и оборудование для торговых залов

Современное освещение магазинов складывается из применения правил светового дизайна и профессионального осветительного оборудования.

Согласно санитарным нормам и правилам, для освещения торговых залов, применимы металлогалогенные, люминесцентные лампы и светодиодные источники света. Допустимо применение ламп накаливания для аварийного освещения в тех случаях, когда применение разрядных ламп невозможно или нецелесообразно по технико-экономическим причинам. Но не обходимо заметить, что прогресс не стоит на месте, и появляются новые источники света, такие как органически светодиоды, обладающие в свою очередь не малыми преимуществами перед другими источниками света.

Новое изобретение всегда обладает рядом уникальных преимуществ в сравнении с ранее используемыми технологиями. Это характеризуются и OLED светильники, отличающиеся в первую очередь пониженными эксплуатационными издержками и более продолжительным сроком службы.

Самым главным преимуществом, которым обладают OLED светильники, считается абсолютно мягкое и ровное освещение, не имеющее точечного излучения.

В дополнение к этому OLED освещение отличается высоким уровнем цветопередачи, что крайне важно в работе фотостудий, выставочных галерей или торговых залов. И что самое важное, спектр излучения подобных устройств содержит минимум ультрафиолета, что исключает негативное воздействие на дорогие шедевры.



а)

б)



Рисунок 7 – виды OLED светильников

а) Motion Oled- подвесной светильник с органическими светодиодами (OLED);

б) Nature Oled- подвесной светильник с органическими светодиодами (OLED);

Существует несколько категорий освещения торговых залов, о которых было сказано ранее, для реализации которых, можно использовать следующие светодиодные световые приборы.

1. Общее освещение магазина реализуется, как правило, при помощи встраиваемых и подвесных светильников, а также с помощью модульных осветительных систем.

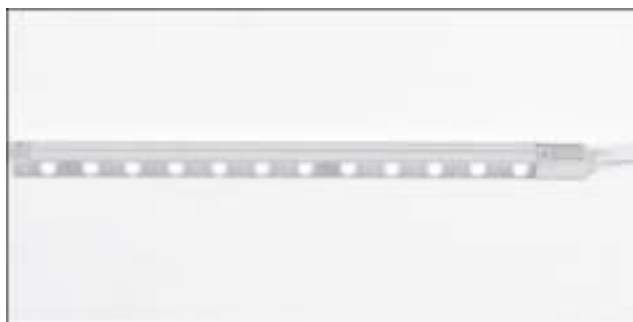


Рисунок 8



Рисунок 9

Рисунок 8 External Vendor 78783 - DIVA II LED 11W 3000K, Рисунок 91 Lighting Technologies PILOT DL LED 10 4000K

2. Для создания акцентирующего освещения торгового зала подходят металлогалогенные прожектора, трековые системы, галогенные светильники для трека, встраиваемые металлогалогенные светильники с поворотной конструкцией, карданные металлогалогенные и галогенные приборы.



Рисунок 10

Рисунок 10 FAGERHULT 83296 Marathon Midi G2 LED Spot white 3000K

3. Декоративное освещение создается с помощью разных потолочных световых конструкций, люстры, подсветка за карнизами, световые короба, светодиодные инсталляции и декоративные светильники. Здесь могут использоваться любые типы светильников под различные виды ламп: металлогалогенные, галогенные, светодиодные и люминесцентные варианты, под лампы накаливания и «дюралайт» (гибкая трубка с вмонтированными светодиодами, похожая на обычный поливочный шланг). Встраиваемые, подвесные, накладные, потолочные светильники и прожектора – всё это может применяться в декоративном освещении. Важный критерий выбора осветительного прибора – его декоративность. Он должен смотреться уместно в конкретном магазине или вписываться в концепцию рекламы конкретной торговой марки.



Рисунок 11

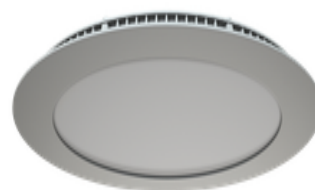


Рисунок 12

Рисунок 11 FAGERHULT 76842 Easy LED, Рисунок 12 Lighting Technologies ROUND BLADE 10 4000K

4 Компьютерное 3D проектирование сцен освещения для торгового зала

Возможности компьютерного проектирования в области цветоцветового дизайна достаточно широки и постоянно расширяются. Вариативность решений и круг поставленных задач перед проектировщиком освещения приобретает многофункциональный характер. Поэтому построение и компоновка сцен освещения внутри заданной осветительной установки сложная и трудоёмкая проектная задача.

К условиям компоновки сцен освещения, прежде всего, относятся: выбор и расстановка оборудования с заданными параметрами (например, функций цвета или диммирования); режимов включения/отключения заданных светильников в сценах освещения; наличие сопутствующего оборудования для обеспечения контроля за управлением сцен освещения и осветительной установки в целом.

В настоящем разделе работы показаны проектные решения по организации и компоновки сцен освещения в условиях компьютерного проектирования с помощью программы DIALux версия 4.13. Проектирование и расчёт выполнен на примере сцен освещения с элементами управления, которые позволяют объединять/распределять светильники в группы, менять их наклон, изменять цвет освещения, вводить коэффициент затемнения. И как результат выполнять светотехнический расчёт по освещенности как внутри сцен освещения, так и всей осветительной установки.

Создание сцен освещения является индивидуальной задачей, так как зависит от особенностей выбранного пространства и нормируемой освещенности (см. раздел 2) в этом помещении. Необходимо отметить, что для проектирования осветительной установки, в программе имеется несколько видов модели помещения, с помощью которых легко оценить объект с разных ракурсов. С помощью программы DIALux версия 4.13 была построена 3D-модель торгового зала, для которого была спроектирована осветительная установка и с наличием сцен освещения. Торговый зал представляет собой

помещение Г-образной формы (130 м²), пространство помещения организовано по зонам, что подчеркивается обустройством элементов помещения и светоцветовыми акцентами приборов осветительной установки.

4.1 Выбор оборудования, компоновка сцен освещения для торгового зала

Начальным этапом проработки сцен освещения на предмет 3D проектирования, являлось построение набора изображений/иллюстраций, которые служили для реализации проектной задачи данной работы. Построение иллюстраций осуществлялось с помощью приложения (Lighting Concept Tool 2.1) фирмы Fagerhult, Швеция.

Для примера было составлено 5 иллюстраций, в данном случае это колонка Исходные данные (таблицы 4, Иллюстрация 1-5). Следует отметить, что иллюстрации демонстрируют изображение помещения только в одном фиксированном ракурсе, где показаны разные освещаемые фрагменты помещения. Каждый из представленных рисунков отражает конечный результат воспроизведения действия световых приборов в пространстве, тем самым обеспечивая локальное действие отдельно взятых приборов. Тем не менее, данное представление носит лишь поверхностный характер, без учета и проецирования расчётных данных в пространстве. Для этого необходимо пространственное проектирование и визуализация сцен освещения, на что и нацелена настоящая работа.

Далее проводился анализ иллюстрационного материала, как плана по проектированию, который включает в себя: назначение сцен освещения, количество элементов управления с предоставлением данных параметров светильников (таблица 4).

Таблица 4 Сцены освещения

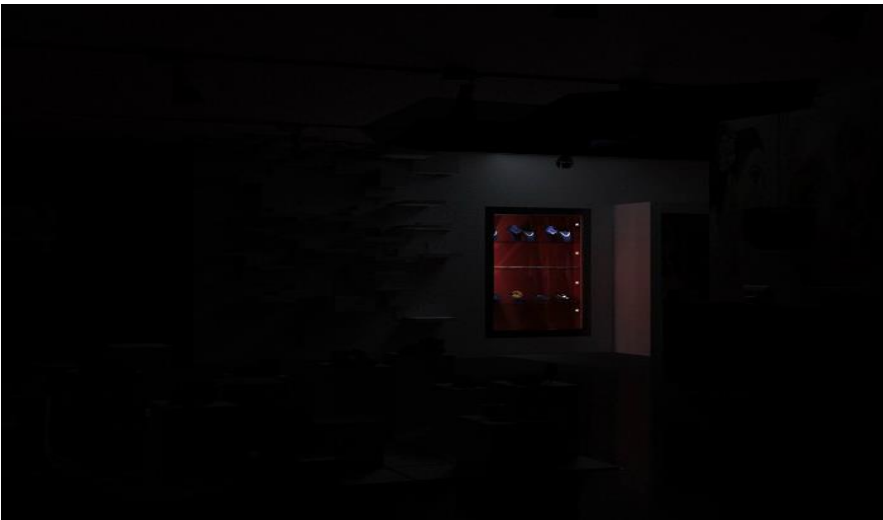

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ	ПЛАН РАБОТЫ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ		
Иллюстрации сцен освещения (данные получены с помощью приложения Lighting Concept Tool, фирмы Fagerhult, Швеция)	Выбор оборудования, компоновка сцен освещения для 3D проектирования		
	Назначение	Кол-во элементов управления	Параметры светового оборудования
 <p data-bbox="427 1230 674 1265">Иллюстрация 1</p>	Дизайн интерьера, выставочный комплекс	1	1) FAGERHULT 76842 Easy LED  <p data-bbox="1854 703 2181 991"> Тип источника LED Световой поток 486 Лм Мощность 8 Вт Энергоэффективность 59 Лм/Вт CRI 80 Цветовая температура 3000 К </p>

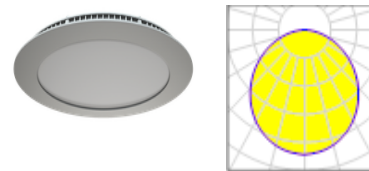


Иллюстрация 2

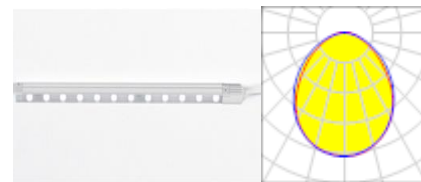
Дизайн интерьера, работа за компьютером, оплата товара.

2

1) Lighting Technologies ROUND BLADE 10 4000K



2) External Vendor 78783 - DIVA II LED 11W 3000K (NDV11 30K-24V)



Тип источника LED
Световой поток 768 Лм
Мощность 9 Вт
Энергоэффективность 83 Лм/Вт
CRI 80
Цветовая температура 4000 К

Тип источника LED
Световой поток 792 Лм
Мощность 11 Вт
Энергоэффективность 75 Лм/Вт
CRI 85
Цветовая температура 3000 К

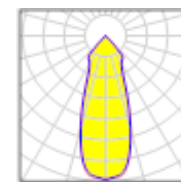


Иллюстрация 3

Выставочный комплекс, примерка вещей.

3

1) Lighting Technologies PILOT DL LED 10 4000K



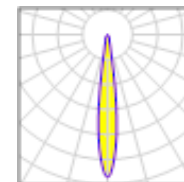
Тип источника LED
Световой поток 911 Лм
Мощность 11 Вт
Энергоэффективность 75 Лм/Вт
CRI 85
Цветовая температура 3000 К

2) External Vendor 78783 - DIVA II LED 11W 3000K (NDV11 30K-24V)



Тип источника LED
Световой поток 792 Лм
Мощность 11 Вт
Энергоэффективность 75 Лм/Вт
CRI 85
Цветовая температура 3000 К

3) FAGERHULT 83296 Marathon Midi G2 LED Spot white 3000K



Тип источника LED
Световой поток 1126 Лм
Мощность 12 Вт
Энергоэффективность 104 Лм/Вт
CRI 80
Цветовая температура 3000 К

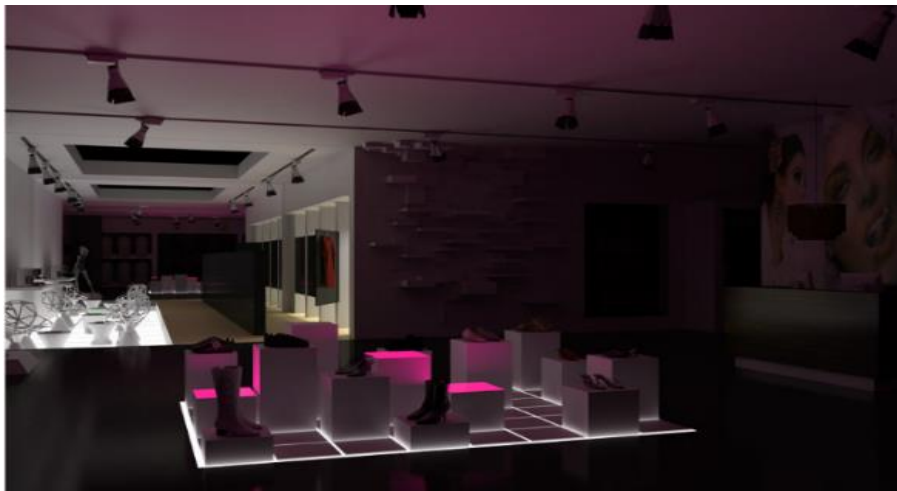
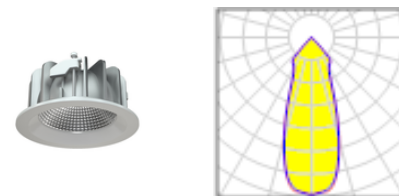


Иллюстрация 4

Для, прохода в примечную, выбора и примерки вещей, а также выставочный комплекс.

4

1) Lighting Technologies PILOT DL LED 10 4000K



2) External Vendor 78783 - DIVA II LED 11W 3000K (NDV11 30K-24V)



3) FAGERHULT 83296 Marathon Midi G2 LED Spot white 3000K



Тип источника LED
Световой поток 911 Лм
Мощность 11 Вт
Энергоэффективность 75 Лм/Вт
CRI 85
Цветовая температура 3000 К

Тип источника LED
Световой поток 792 Лм
Мощность 11 Вт
Энергоэффективность 75 Лм/Вт
CRI 85
Цветовая температура 3000 К

Тип источника LED
Световой поток 1126 Лм
Мощность 12 Вт
Энергоэффективность 104 Лм/Вт
CRI 80
Цветовая температура 3000 К

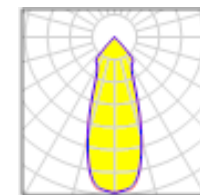


Иллюстрация 5

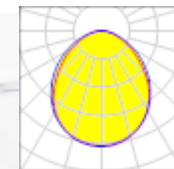
Для
повсе
дневн
ой
работ
ы.

10

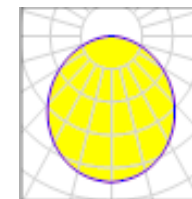
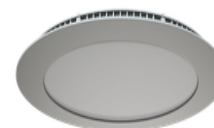
1) Lighting Technologies PILOT DL LED
10 4000K



2) External Vendor 78783 - DIVA II LED
11W 3000K (NDV11 30K-24V)



3) Lighting Technologies ROUND
BLADE 10 4000K

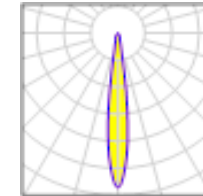


Тип источника LED
Световой поток 911 Лм
Мощность 11 Вт
Энергоэффективность
75 Лм/Вт
CRI 85
Цветовая температура
3000 К

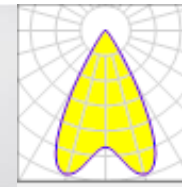
Тип источника LED
Световой поток 792 Лм
Мощность 11 Вт
Энергоэффективность
75 Лм/Вт
CRI 85
Цветовая температура
3000 К

Тип источника LED
Световой поток 768 Лм
Мощность 9 Вт
Энергоэффективность
83 Лм/Вт
CRI 80
Цветовая температура
4000 К

4) FAGERHULT 83296 Marathon Midi
G2 LED Spot white 3000K



5) FAGERHULT 76842 Easy LED



Тип источника LED
Световой поток 1126
Лм
Мощность 12 Вт
Энергоэффективность
104 Лм/Вт
CRI 80
Цветовая температура
3000 К

Тип источника LED
Световой поток 486 Лм
Мощность 8 Вт
Энергоэффективность
59 Лм/Вт
CRI 80
Цветовая температура
3000 К

4.2 3D визуализация сцен освещения торгового зала

Перед тем как анализировать освещение, необходимо обратиться с объекту исследования – торговому залу. Для демонстрации компоновки различных сцен освещения, в том числе и цветных, наиболее подходящим вариантом является торговый зал, так как данный вид помещения содержит в себе несколько видов освещения. На рисунке 13 продемонстрирована 3D - модель торгового зала, выполненная в программе DIALux. Та же модель помещения, представлена на рисунке 14, но представленная в ином виде (вид в плане).



Рисунок 13 3D - модель торгового зала

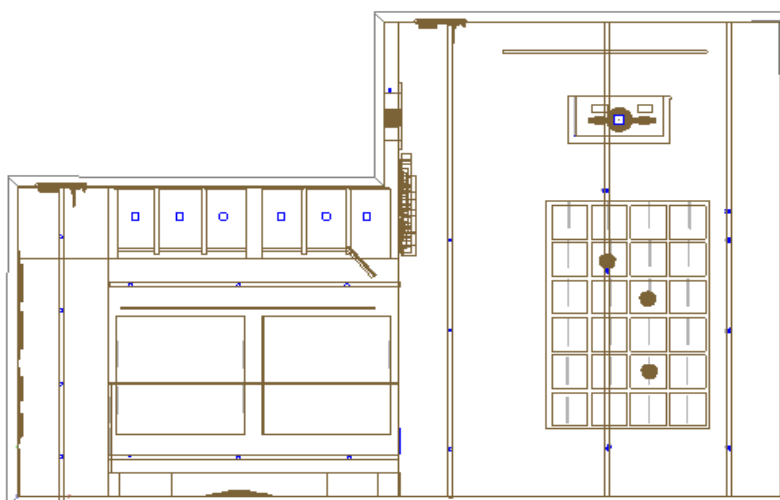


Рисунок 14 - 3D - модель торгового зала (вид в плане)

Для данного проекта были проанализированы и выбраны 5 наиболее подходящих сцен освещения (таблица 4, иллюстрации 1-5). Сцены выбирались, с целью рационального и эффективного использования освещения.

Сцена 1 (рисунок 15) - назначением сцены является выставочный комплекс. Реализованную сцену освещения можно отнести к декоративному освещению.



Рисунок 15 Сцена 1

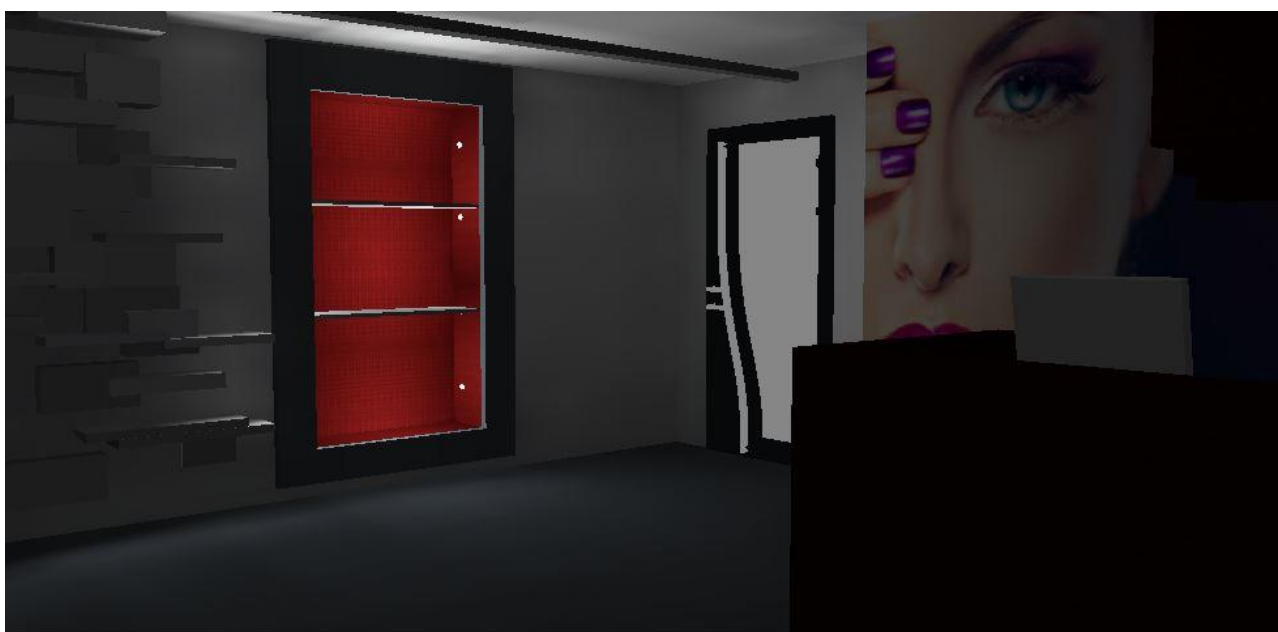


Рисунок 16 детали Сцены 1

Сцены 2 – 6 (рисунок 17-22) продемонстрированы с разных ракурсов, для удобства визуализации за объектами. Данного результата позволяет добиться программа DIALux, в отличии от приложения Lighting Concept Tool 2.1, которая демонстрирует проект в одном фиксируемом ракурсе.



Рисунок 17 Сцена 2



Рисунок 18 детализированная Сцена 3

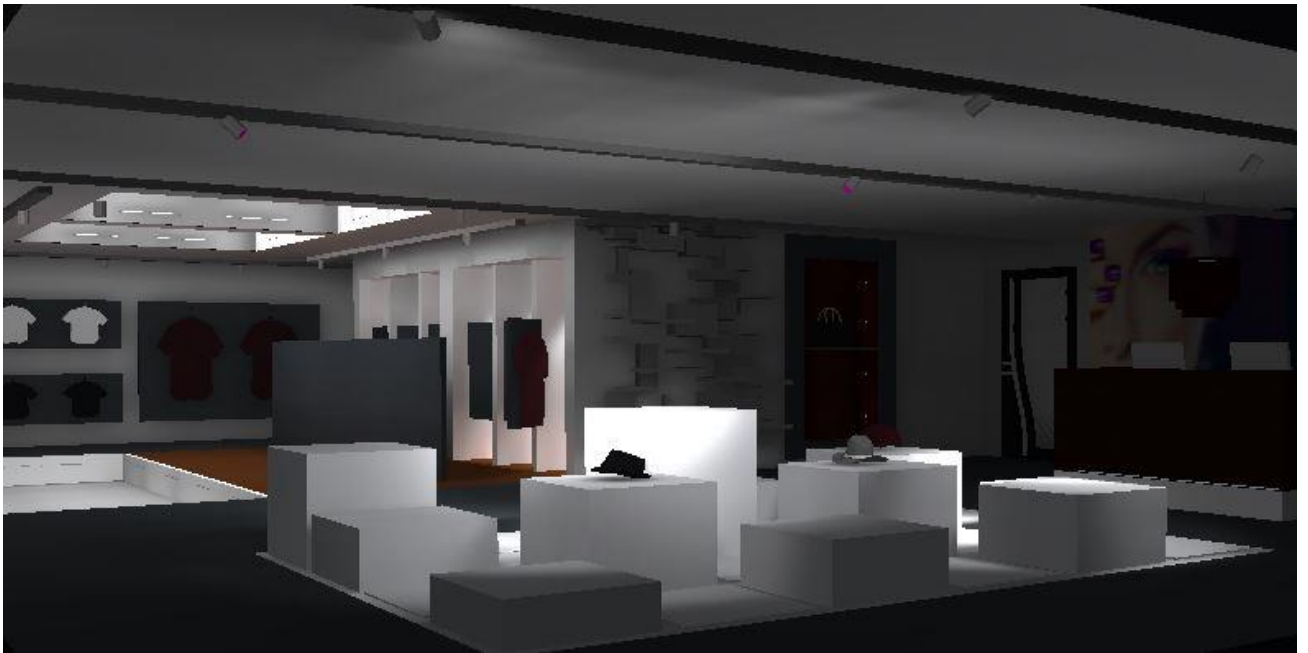


Рисунок 19 Сцена 3

Сцена 4 (рисунок 20) - позволяет подчеркнуть некоторые элементы продукции и акцентировать внимание на их индивидуальности. Результат был получен при управлении пятью элементами, которые содержат четыре вида световых прибора. Необходимо отметить, что применив цветной светофильтр № 046 к световому прибору, получили цветной акцент.



Рисунок 20 Сцена 4

Общая сцена освещения (Рисунок 21,22) сочетает в себе все представленные сцены, за исключением цветного акцента, так как данная сцена, предназначена для повседневной работы, а значит должна иметь наиболее равномерное освещение по всей площади торгового зала. В силу своей разнообразности и насыщенности, созданное освещение не должно слепить покупателя, а наоборот создавать комфортное ощущение для глаз. Эта сцена освещения не всегда используется в полном объеме, так как в сравнение с другими сценами освещения имеет большие затраты. Организована сцена десятью элементами управления, которые включают в себя пять видов световых приборов.

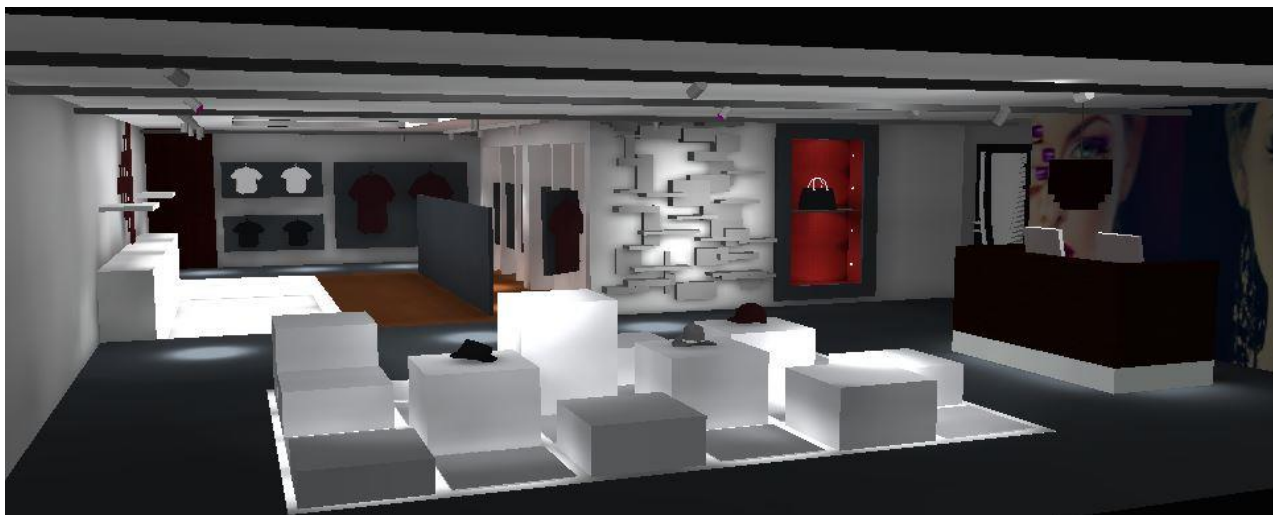


Рисунок 21 Общая сцена освещения



Рисунок 22 Общая сцена освещения

Таким образом, в настоящей работе удалось реализовать построение трехмерной модели помещения сложной формы с наличием сцен освещения в одном проекте. Каждая из Сцен демонстрирует максимально точное воспроизведение интерьера и наличия световых приборов.

Компоновка сцен освещения предполагает сложное и насыщенное воплощение идеи объёмного и раздельного наполнения светом пространства. Каждая из Сцен может функционировать раздельно (как например, сцены 1 и 2, рис.15-17), создавая тем самым акценты или имея определенное функциональное назначение для передачи светом предметов интерьера. Кроме того, может быть использование сочетания, т.е. одновременное включение приборов согласно сценам 3 и 4, как показано на рис. 19,20. Наполнение интерьера светом во всем объеме может случиться при наличии компоновки приборов, как показано на рис.21,22 в реализации Общей сцены освещения.

Настоящая работа показывает, что организация и спланированное участие приборов в освещении, во-первых, наполняет интерьер контрастами, во-вторых предаёт интерьеру зонированный вид, подчёркивая тем самым выставочные позиции и скомпонованное нахождение предметов, не исключая при этом общего впечатления о каждом выставочном пространстве и всего интерьера в целом. Подобные подходы в реализации освещения выставочных и торговых залов широко используются в рекламных целях, для привлечения внимания, фокусировке деталей на предметах.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Выпускная квалификационная работа посвящена изучению возможности компоновки сцен освещения в условиях систем управления освещением на стадии компьютерного моделирования. В качестве проекта освещения выступает виртуальная модель торгового зала, на примере которого сформированы различные сцены освещения. Проект освещения реализован с помощью светодиодных световых приборов и автоматизированных систем управления освещением, которые напрямую связаны с уменьшением затрат на электроэнергию.

Данный раздел ВКР содержит оценку коммерческого потенциала разработанного проекта, анализ потенциальных потребителей и конкурентных решений. Рассмотрены перспективы и альтернативы проекта, отвечающего современным требованиям ресурсоэффективности и ресурсосбережения, планирования работ, определения ресурсной (ресурсосберегающей) и финансовой эффективности проекта.

5.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В наше время для создания освещения необходимо затратить большое количество электроэнергии, что является глобальной проблемой в современном мире. Решение столь актуальной проблемы сводится к внедрению систем управления освещением.

В качестве потенциальных потребителей могут выступать различные компании, занимающиеся разработкой и проектированием систем освещения.

Данная разработка широко применяется для проектирования интерьерного освещения административных зданий, торговых залов, а также жилых помещений.

Необходимо произвести сегментирование рынка потребителей по критерию оказываемых услуг. В отрасли освещения выделяют следующие

основные виды оказываемых услуг: монтажные работы, продажа электрооборудования, проектирование освещения. (рис.5.1).



Рисунок 5.1 – Диаграмма востребованности услуг в области освещения

В таблице 5.1 приведена карта сегментирования предприятий по приоритету оказываемых услуг в Томске, обосновывающая продвижение проектных услуг по освещению, оказываемых кафедрой.

Для сегментации рынка услуг были выделены основные предприятия, занимающиеся проектированием освещения, электромонтажными работами и продажей электрооборудования. Рассмотрены следующие компании: ООО ТМК «РосЭнерго», «АВАНГАРД ФМ», ООО "Торговый Дом "Свет".

Таблица 4.1 – Карта сегментирования

Наименование предприятий	Проектирование освещения	Монтажные работы	Продажа электрооборудования
ООО ТМК «РосЭнерго»			
«АВАНГАРД ФМ»			
ООО "Торговый Дом "Свет"			

Таким образом, карта сегментирования позволяет сделать вывод, что из трех рассмотренных компаний, только одна занимается проектированием освещения. Таким образом, услуги проектирования освещения, оказываемые кафедрой, будут востребованы со стороны потенциальных потребителей и должны развиваться в этом направлении.

5.2. Анализ конкурентных технических решений

Тема данной ВКР предполагает разработку осветительной установки для торгового зала. Анализа конкурентных решений в области проектирования освещения производился путем сравнения критерий оценок с предприятием ООО ТМК «РосЭнерго».

Таблица 5.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б _ф	Б _{к1}	К _ф	К _{к1}
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	4	4	0,8	0,8
2. Энергоэкономичность	0,3	5	4	1,5	1,2
3. Надежность	0,1	3	4	0,3	0,4
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	3	5	0,3	0,5
2. Уровень проникновения на рынок	0,1	3	5	0,3	0,5
3. Цена	0,2	4	4	0,8	0,8
Итого	1	22	26	4	4,2

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

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

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Предприятие ООО ТМК «РосЭнерго» является одним из ведущих в Томске по проектированию освещения. Тем не менее, из оценочной карты видно, что конкурентоспособность разрабатываемого проекта ниже всего на 0,2, что является неплохим результатом.

5.3 SWOT-анализ

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

Для того чтобы найти сильные и слабые стороны, разрабатываемого проекта, проведем SWOT–анализ (таблица 5.2).

Таблица 5.3 – SWOT–анализ

	Сильные стороны проекта (С):	Слабые стороны проекта (СЛ):
	<p>С1. Использование современного светового оборудования</p> <p>С2. Долгий срок службы;</p> <p>С3. Энергоэффективность;</p> <p>С4. Актуальность проекта</p>	<p>СЛ1. Высокая стоимость световых приборов (СП);</p> <p>СЛ2. Сложность монтажных работ.</p> <p>СЛ3. Возможность появления новых методов освещения</p>
<p>Возможности (В):</p> <p>В1. Возможность партнерства с компаниями, работающими в области освещения</p> <p>В2. Увеличение потребности в архитектурном освещении</p>	<p>Внутренне освещение – отрасль постоянно развивающаяся. Как результат, появляется возможность создавать новые организации по оказанию услуг в этой сфере. В этой связи проектирование внутреннего освещения с применением ресурсоэффективных</p>	<p>Высокая стоимость СП – появляется возможность создания партнёрских отношений с поставщиками качественного и, в то же время, недорогого электрооборудования.</p> <p>Сложность проведения монтажных работ – возможность создания новых рабочих мест, появление вакансий</p>

<p>В3. Расширение перечня оказываемых услуг</p>	<p>светодиодных источников является наиболее актуальным видом услуг, для которого прогнозируется дальнейшее повышение спроса. Партнерство с уже существующими компаниями, работающими в этой сфере, и подрядными организациями, занимающимися поставкой оборудования и электромонтажными работами, позволяет облегчить процесс поиска клиентов, и тем самым обеспечить наилучшую реализацию проектов.</p>	<p>высококвалифицированных монтажников, что приведёт к расширению перечня оказываемых услуг.</p>
<p>Угрозы (У): У1. Усовершенствование имеющихся на данный момент методов освещения или появление новых. У2. Отсутствие спроса на проектирование архитектурного освещения У3. Высокая конкуренция со стороны наиболее развитых компаний У4. Выход из строя СП</p>	<p>В связи с кризисной ситуацией в экономике, существует определенная угроза, связанная со снижением спроса на проекты освещения. Долгий срок службы светодиодных элементов может привести к «переполнению» рынка.</p>	<p>В случае выхода из строя СП потребитель не сможет самостоятельно произвести ремонт светодиодного оборудования. В этом случае может потребоваться разработка дополнительной документации по эксплуатации и ремонту СП.</p>

Проект, разрабатываемый в рамках данной ВКР, имеет достаточно хорошие перспективы развития. Конкурентоспособным данный проект делает

долгий срок службы светового оборудования, их низкий уровень потребления электроэнергии, а также уникальность используемого метода освещения, разработанного непосредственно для нужд проекта. Слабой стороны проекта является дороговизна световое оборудование, а также сложность его монтажа.

По итогам проведенного SWOT–анализа можно сделать следующие выводы: для достижения оптимальных результатов работ по проектированию освещения, необходимым является установление новых партнерских отношений, а так же дальнейшее расширение перечня оказываемых услуг. В случае успешного решения данных вопросов, рассматриваемый метод проектирования внутреннего освещения, за счет своей уникальности и высокой эффективности, сможет стать абсолютным лидером среди остальных конкурентных методов.

5.4 Планирование комплекса работ по проекту

5.4.1 Планирование перечня работ в рамках проекта

В данном пункте описывается полный перечень проводимых работ, определяются их исполнители и рациональная продолжительность. Для выполнения проекта формируется группа, в состав которой входят инженер-светотехник и руководитель проекта (табл.5.4).

Таблица 5.4 — Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Составление технического задания (ТЗ)	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта
Изучение материалов по теме	2	Обзор литературы по выбранной тематике	Инженер-светотехник
Проектирование 3D – модели	3	Создание 3D модели виртуального помещения торгового зала в	Инженер-светотехник

виртуального помещения торгового зала		программе DIALux 4.13	
Компоновка сцен освещения	4	Подбор сцен освещения, которые можно реализовать в данном помещении, с помощью в программы DIALux 4.13	Инженер-светотехник
Расчёт сцен освещения и параметров световых приборов	5	Выполнение расчетов в программе DIALux 4.13	Инженер-светотехник
Обобщение и оценка результатов	6	Анализ полученных результатов и выводы	Инженер-светотехник
Составление отчета	7	Оформление выходной документации по проекту	Руководитель, инженер-светотехник
Защита проекта	8	Представление проекта комиссии	Инженер-светотехник

5.4.2 Определение трудоёмкости работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости проектирования, поэтому важным моментом является определение трудоёмкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоёмкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоёмкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

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

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

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

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

Для выполнения работ, перечисленных в таблице 5.3, требуются следующие специалисты:

Инженер-светотехник (И);

Руководитель проекта (Р).

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

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

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

$t_{ожі}$ — ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

5.4.3 Разработка графика выполнения проекта

В качестве графика можно использовать диаграмму Ганта — горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются

протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для построения графика длительность каждого из этапов работ устанавливается в рабочих днях

Данные для построения графика представлены в таблице 5.5

Таблица 5.5 — Временные показатели проведения научного исследования

№ этапа	Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, $t_{\text{раб}}$
		t_{min} , чел.-дни	t_{max} , чел.-дни	$t_{\text{ож}}$, раб. дни		
1	Составление технического задания (ТЗ)	1	3	1,8	Р	2
2	Изучение материалов по теме	10	14	11,6	И	12
3	Проектирование 3D – модели виртуального помещения торгового зала	21	30	24,2	И	25
4	Компоновка сцен освещения	3	7	4,6	И	5
5	Расчёт сцен освещения и параметров световых приборов	5	10	6	И	6
6	Обобщение и оценка результатов	7	14	9,8	И	10
7	Составление отчета	4	7	5,2	И, Р	3
8	Защита проекта	1	2	1,4	И	2
Итого:						65

По результатам расчетов строится диаграмма Ганта, (табл.5.5)

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

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

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

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

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

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

Таблица 5.6 – Календарный график работы над проектом

№ работ	Вид работ	Исполнители	T _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ											
				март		апрель			май			июнь			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2		
1	Составление технического задания (ТЗ)	Руководитель	3	■											
2	Изучение материалов по теме	Инженер-светотехник	18	■	■										
3	Проектирование 3D – модели виртуального помещения торгового зала	Инженер-светотехник	37			■	■	■							
4	Компоновка сцен освещения	Инженер-светотехник	8						■						
5	Расчёт сцен освещения и параметров световых приборов	Инженер-светотехник	9							■					
6	Обобщение и оценка результатов	Инженер-светотехник	15								■	■			

7	Составление отчета	Руководитель	5											
		Инженер-светотехник												
8	Защита проекта	Инженер-светотехник	3											

5.5 Бюджет проекта

При планировании бюджета проекта должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета проекта используется следующая группировка затрат по статьям:

- аренда офисного помещения;
- затраты на электроэнергию;
- материалы и покупные изделия;
- оплата средств связи;
- закупка оборудования;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

5.5.1 Основная заработная плата исполнителей темы

Исходными нормативами заработной платы данных категорий работающих является оклад, определяющий уровень месячной заработной платы в зависимости от объема и ответственности работ.

Величина расходов на заработную плату определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Расчет полной заработной платы осуществляется следующим образом:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}},$$

где $Z_{\text{осн}}$ — основная заработная плата; $Z_{\text{доп}}$ — дополнительная заработная плата (12-15 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) исполнителя рассчитывается по формуле:

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

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

T_p — продолжительность работ, выполняемых работником, раб. д.(таблица 4.4)

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}$$

где $Z_{\text{м}}$ — месячный должностной оклад работника, руб.;

M — количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ — действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 4.7).

Таблица 5.7 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени, дни	Руководитель	Студент
Календарное число дней в году	365	365
Количество нерабочих дней		
Выходные	52	52
Праздники (фактически по каждому году)	12	12
Планируемые потери отпуска	48	48
Действительный годовой фонд	253	253

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}$$

где $Z_{\text{тс}}$ — заработная плата по тарифной ставке, руб.;

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

$k_{\text{д}}$ — коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

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

Таблица 5.8 — Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Разряд	k_t	$Z_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб · дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	доцент	1	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2108,2	5	10541
Студент		1	9893	0,3	0,2	1,3	19291	792,9	63	49952
Итого $Z_{осн}$										60493

5.5.2 Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (табл. 5.8).

Таблица 5.9 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Отчисления во внебюджетные фонды, руб.
Руководитель проекта	10541	2856
Студент	49952	13536
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
	Итого	16392

5.5.3 Накладные расходы

В статью накладных расходов вошла стоимость печати, а так же затраты на электроэнергию.

Стоимость одной печатной страницы установилась на уровне 1,5 рублей, всего сделано 100 страниц печати. Тогда расходы на печать и ксерокопирование составят:

$$П = 1,5 \cdot 100 = 150 \text{ рублей}$$

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$\mathcal{E} = \mathcal{C} \cdot N \cdot n \cdot t_{\text{зан.ч.}}$$

где \mathcal{C} — стоимость 1 кВт/ ч электроэнергии, р.;

N — мощность оборудования, кВт;

n — количество единиц оборудования одного вида, ед.;

$t_{\text{зан.ч}}$ — время занятости оборудования, ч.;

Таблица 5.10 — Затраты на электроэнергию

Наименование оборудования	Ц, р.	N, кВт	n	$t_{\text{зан.ч.}}$, ч.	Э, руб.
Компьютер (ПК)	5,8	0,4	1	378	877

5.5.4 Формирование сметы затрат проекта

Рассчитанная величина затрат проекта является основой для формирования сметы затрат, которая при формировании договора с заказчиком защищается проектной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку дизайна архитектурного освещения. Затраты на проект приведены в таблице 5.11.

Таблица 5.11 — Смета затрат проекта

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	60493	Пункт 5.5.1
2. Отчисления во внебюджетные фонды	16392	Пункт 5.5.2
3. Накладные расходы	1027	Пункт 5.5.3
4. Стоимость ПК	10000	
5. Бюджет затрат НТИ	87912	Сумма ст. 1- 4

Исходя из данных таблицы, можно сделать вывод, что затраты на реализацию проекта составят 95818 рублей, при этом материальные затраты, отражающие стоимость светового оборудования, не были учтены.

5.6 Определение ресурсной и финансовой эффективности проекта

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

В данной статье рассчитан интегральный показатель финансовой эффективности проекта на основании оценки бюджета затрат двух вариантов исполнения проекта. Первый вариант подразумевает использование для архитектурного освещения светодиодных прожекторов, а во втором варианте используются прожекторы с галогенными источниками света. Наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

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

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения проекта.

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

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

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

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

a_i — весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a , b_i^p — бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n — число параметров сравнения.

Стоимость одного светодиодного прожектора: 1200 руб.

Стоимость галогенного прожектора: 1000 руб.

$$I_{\text{финр}}^{\text{LED}} = \frac{1200}{1200} = 1;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{галоген}} = \frac{1000}{1200} = 0,83 .$$

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 5.12).

Таблица 5.12 — Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

исслед. Критерии	Объект	Весовой коэффициент параметра	Светодиодные прожектора	Галогенные прожектора
1. Уровень новизны		0,2	5	3
2. Энергосбережение		0,2	5	4
3. Надежность		0,1	4	3
4. Сложность реализации		0,3	5	4
5. Стоимость		0,2	3	4
ИТОГО		1	17	18

$$I_{p\text{-LED}} = 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,3 + 3 \cdot 0,2 = 4,5$$

$$I_{p\text{-галоген.}} = 3 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,2 = 3,7$$

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

$$I_{LED} = \frac{I_{p\text{-LED}}}{I_{\text{финр}}^{\text{LED}}}, \quad I_{\text{галоген.}} = \frac{I_{p\text{-галоген.}}}{I_{\text{финр}}^{\text{галоген.}}}$$

$$I_{LED} = \frac{4,5}{1} = 4,5; \quad I_{\text{галоген.}} = \frac{3,7}{0,83} = 4,45;$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения проекта позволит определить сравнительную эффективность

проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.i}}{I_{max}} = \frac{4,45}{4,5} = 0,98$$

Таблица 5.13 — Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Светодиодные прожектора	Галогенные прожектора
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,83
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	3,7
3	Интегральный показатель эффективности	4,5	4,45
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,98

Таким образом, сравнительная эффективность вариантов исполнения практически не отличается друг от друга, однако более эффективным является вариант с использованием светодиодных прожекторов.

Таким образом, исходя из полученных результатов в разделе ВКР «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» можно сделать следующие выводы:

1. Потребителем проекта может являться любая светотехническая компания или индивидуальное лицо(заказчик).
2. Из карты сегментирования можно сделать вывод, что услуга по проектированию освещения в городе Томск развита довольно слабо, что означает, что продвижение проектных услуг по освещению, оказываемых кафедрой, имеет большие перспективы.
3. SWOT-анализ выявил сильные и слабые стороны проекта, которые делают проект конкурентоспособным по сравнению с другими методами освещения. Использование современного осветительного оборудования,

долгий срок службы СП, низкий уровень потребления электроэнергии – все это является сильной стороной данного проекта. Основной слабой стороной является дорогостоящее оборудование (СП) и сложность его монтажа. Таким образом, основной целью по итогам SWOT–анализа является установление новых партнерских отношений, а так же дальнейшее расширение перечня оказываемых услуг.

4. При планировании комплекса работ по проекту была построена диаграмма Ганта, которая позволяет координировать работу исполнителей в ходе выполнения исследования.

5. Для планирования бюджета были подсчитаны общие затраты на реализацию проекта, сумма которых составила 87912 рублей (без учета материальных затрат).

6. Оценка ресурсоэффективности проекта показала, что из двух предложенных вариантов, вариант с применением светодиодных прожекторов является более эффективным.

Список литературы

1. Гречкина, Татьяна Валерьевна. Расчетный практикум для проектирования осветительных установок: учебное пособие / Т. В. Гречкина, В. Д. Никитин; Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2009. — 152 с.
2. Хлуденьков Владимир. Система управления освещением-идеальная и оптимальная // Полупроводниковая светотехника. – 2010. – № 5– С.78-80
3. Энергоэффективное электрическое освещение: учебное пособие / С.М. Гвоздев, Д.И. Панфилов, Т.К. Романова и др.; под ред. Л.П. Варфоломеева. — М.: Издательский дом МЭИ, 2013. 288 с.
4. Сайт. Свет в интерьере магазина [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://design001.ru/spravochnik/kommercheskie-interery-uvelichivaem-pribyl/114-svet-v-interere-magazina>
5. Сайт. Освещение и световые эффекты в магазине [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.retail.ru/articles/18592/>
6. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение (актуализированная редакция СНиП 23-05-95)»
7. МГСН 2.06-99 «Естественное, искусственное и совмещенное освещение» (от 23.03.1999)
8. СанПиН 2.2.12.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному и искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий»
9. ВСН 59-88 «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Нормы проектирования»
10. СанПин 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».
11. ГОСТ Р 55710-2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений»

12. СП 12.0.003-74 (с измен. № 1, октябрь 1978 г., переиздание 1999 г.)»
[X]
13. EN 12464-1:2011 «Свет и освещение. Освещение рабочих мест»
14. СНиП II-Л.7-62 «Магазины. Нормы проектирования»
15. ГОСТ 12.1.003-2014 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности».
16. ГОСТ 12.1.044-91 «Пожарная безопасность. Общие требования».
17. ГОСТ 12.010-76 «Взрывоопасность. Общие требования»
18. ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования
19. ГОСТ Р 22.0.02-2016 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях».
20. СНиП 2.01.02-85* «Противопожарные нормы».
21. Алфёрова Т. В. Современные источники света как средство повышения эффективности использования электроэнергии / Т. В. Алфёрова, О. А. Полозова, В. В. Бахмутская // Электрика. – 2010. – № 9
22. Басов В. Б. Светодиоды – преимущества и недостатки // Электро: электротехн., электроэнерг., электротехн. пром-сть. – 2010. – № 6. 15
23. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю. Б. Айзенберга. 3-е изд. перераб. и доп. — М.: Знак. 2006.— 972 с.
24. Каталог продукции компании «Световые технологии»
25. Каталог продукции компании FAGERHULT
26. Сайт. Dialux. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.dialuxhelp.ru/>