

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

Школа ИШНПТ
Направление подготовки 12.04.02 «Оптотехника»
Отделение школы (НОЦ) материаловедения

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка осветительной установки молочной фермы с использованием автоматической системы управления освещением

УДК 628.977:631.227

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ВМ6А	Ахмад Максим Баширович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ИШНПТ	Коржнёва Т.Г.	к. т. н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН	Старикова Е.В.	к. ф. н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
«Оптотехника» ОМ ИШНПТ	Полисадова Е.Ф.	к. ф.-м. н.		

Томск – 2018г.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП
12.04.02 «ОПТОТЕХНИКА»**

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Способность формулировать цели, задачи научного исследования или разработки в области светотехники и фотонных технологий и материалов, способность выделять и обосновывать критерии, на основании которых формируются модели принятия решений, составлять план работ, способность строить физические и математические модели объектов исследования и выбирать алгоритм решения задачи
P2	Способность разрабатывать программы экспериментальных исследований, применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы, защищать приоритет и новизну полученных результатов исследований в области обработки, изучения и анализа фотонных материалов, корпускулярно-фотонных технологий, оптоволоконной техники и технологии, в области оптических и световых измерений, люминесцентной и абсорбционной спектроскопии, лазерной техники, лазерных технологий и оборудования, взаимодействия излучения с веществом, производства и применения светодиодов
P3	Способность к профессиональной оценке проблем проектирования в области светотехники, оптотехники, фотонных технологий и материалов на основе подбора и изучения литературных и патентных источников. Способностью к разработке структурных и функциональных схем оптических, оптико-электронных, светотехнических приборов, лазерных систем и комплексов с определением их физических принципов работы, структуры и технических требований на отдельные блоки и элементы
P4	Способность к конструированию и проектированию отдельных узлов и блоков для осветительной, облучательной, оптико-электронной, лазерных техники, оптоволоконных, оптических, оптико-электронных, лазерных систем и комплексов различного назначения, осветительных и облучательных установок для жилых помещений, сельского хозяйства, промышленности
P5	Способность к разработке и внедрению технологических процессов и режимов сборки оптических и светотехнических изделий, к разработке методов контроля качества изготовления деталей и узлов, составлению программ испытаний современных светотехнических и оптических приборов и устройств, фотонных материалов.

P6	Способность эксплуатировать и обслуживать современные светотехнические и оптические приборы и устройства, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на производстве, выполнять требования по защите окружающей среды
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Способность проявлять творческий, нестандартный подход, требующий абстрактного мышления, при решении конкретных научных, технологических и проектно-конструкторских задач в области фотонных технологий и материалов и светотехники, нести ответственность за принятые решения
P8	Способность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
P9	Способность к инновационной инженерной деятельности, менеджменту в области организации освоения новых видов перспективной и конкурентоспособной оптической, оптико-электронной и световой, лазерной техники с учетом социально-экономических последствий технических решений
P10	Способностью к координации и организации работы научно-производственного коллектива, принятию исполнительских решений для комплексного решения исследовательских, проектных, производственно-технологических, инновационных задач в области светотехники и фотонных технологий и материалов
P11	Способность к оценке современного состояния развития науки и техники, владение иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности
P12	Способность к сбору сведений, анализу и систематизации знаний об исследуемом объекте

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

Инженерная школа новых производственных технологий
Отделение материаловедения
Направление подготовки (специальность) 12.04.02 «Оптотехника»

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель
ООП «Оптотехника» ОМ ИШНПТ
Полисадова Е.Ф.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
4ВМ6А	Ахмад Максим Баширович

Тема работы:

Разработка осветительной установки молочной фермы с использованием автоматической системы управления освещением	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	25.05.2018 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Рабочая документация объекта исследования (здания коровника с родильным блоком), фотографии.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке	1. Аналитический обзор литературных источников на тему: состояние вопроса по освещению животноводческих помещений. Световой режим и его влияние на физиологическое состояние организма животных.

	<p>2. Аналитический обзор литературных источников на тему: Технические средства и методы для освещения животноводческих помещений. Способы экономии электроэнергии и предложения по энергосбережению на процесс освещения.</p> <p>3. Проектирование системы управления освещением по протоколу Dali.</p> <p>4. Проектирование осветительной установки здания коровника с родильным блоком. Расчет времени использования естественного и искусственного освещения ферм для светоклиматических условий Сибири.</p> <p>Обсуждение результатов выполненной работы 1 раз в месяц.</p>
Перечень графического материала	Светотехнический раздел: расчет светотехнических параметров осветительной установки с помощью программного комплекса DiaLux. Электрическая часть проекта и раздела систем управления в Autodesk Autocad.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Старикова Е.В., доцент ОСГН
Социальная ответственность	Назаренко О.Б., профессор ОКД
Раздел на английском языке	Ажель Ю.П., старший преподаватель ОИЯ ШБИП
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
1. Обзор литературы	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	30.01.2018г.
---	--------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Подпись	Дата
доцент ИШНПТ	Т.Г. Коржнева		30.01.2018г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ВМ6А	М.Б. Ахмад		30.01.2018г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 115 с., 26 рис., 2 диаг., 39 табл., 41 источников, 2 прил.

Ключевые слова: освещение животноводческих помещений, осветительная установка, светодиодные светильники, автоматическая система управления освещением, протокол DALI, производительность.

Объектом исследования является сельскохозяйственный производственный кооператив «Белосток» (СПК «Белосток»), с. Пудовка, Кривошеинский район, Томская область.

Цель работы – исследование оптимального светового климата (спектральный состав, интенсивность) для крупного рогатого скота в животноводческих помещениях и повышение эффективности системы искусственного освещения в результате использования энергосберегающих осветительных средств, позволяющих снизить расход электрической энергии на процесс освещения.

В процессе исследования проводились оценочные мероприятия системы искусственного освещения на объекте исследования; моделирование осветительной установки со светодиодными светильниками в программном комплексе Dialux; спроектирована система автоматического управления освещением на объекте.

В результате исследования рассчитан экономический потенциал осветительной установки, снабженной светодиодными светильниками.

Степень внедрения: разработана рабочая документация проекта реконструкции системы искусственного освещения объекта исследования.

Область применения: животноводческие помещения производственного типа.

Сокращения

В данной работе применены следующие сокращения:

DALI – Digital Addressable Lighting Interface

ДНаТ – дуговая натриевая трубчатая лампа

ИК – инфракрасное излучение

ИС – источник света

КЛЛ – компактная люминесцентная лампа

КРС – крупный рогатый скот

КСС – кривая силы света

ЛЛ – люминесцентная лампа

ОУ – осветительная установка

ПРА – пускорегулирующий аппарат

ПРК – прямая ртутно-кварцевая лампа

СПК – сельскохозяйственный производственный кооператив

УФ – ультрафиолетовое излучение

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	14
1. Обзор литературы.....	18
1.1. Световой режим и его влияние на физиологическое состояние организма животных.....	18
1.2. Результаты исследований по освещению животноводческих помещений.....	21
1.2.1. Ультрафиолетовое облучение животных.....	21
1.2.2. Влияние видимой области спектра на животных.....	24
1.2.3. Инфракрасное облучение животных.....	28
1.3. Технические средства и методы для освещения животноводческих помещений.....	30
1.4. Способы экономии электроэнергии и предложения по энергосбережению на процесс освещения.....	34
1.5. Выводы по главе 1.....	36
2. Проектирование осветительной установки здания коровника с родильным блоком.....	37
2.1. Анализ действующей осветительной установки на ферме СПК «Белосток», село Пудовка.....	37
2.2. Проект реконструкции осветительной установки.....	40
2.3. Расчет времени использования естественного и искусственного освещения ферм для светоклиматических условий Сибири.....	45
2.4. Выводы по главе 2.....	54
3. Проектирование системы управления освещением по протоколу DALI	55
3.1. Система автоматического управления DALI.....	55
3.2. Требования к разрабатываемой системе интеллектуального освещения.....	56
3.3. Предлагаемое техническое решение.....	57
3.3.1. Система детектирования.....	61
3.4. Разработка алгоритма работы интеллектуальной системы освещения	63
3.5. Технико-экономическое обоснование внедрения интеллектуальной системы освещения на ферме СПК «Белосток».....	65

3.6. Вывод по главе 3.....	68
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	69
4.1. Предварительный анализ научно-технического проекта.....	69
4.1.1. Потенциальные потребители результатов проекта.....	69
4.1.2. Анализ конкурентных технических решений.....	70
4.1.3. SWOT-анализ.....	72
4.1.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	74
4.2. Инициация проекта.....	75
4.2.1. Цели и результат проекта.....	75
4.2.2. Организационная структура проекта.....	76
4.3. Планирование управления проектом.....	77
4.3.1. Структура работ в рамках проекта.....	77
4.3.2. Определение трудоёмкости выполнения работ.....	78
4.3.3. Бюджет проекта.....	82
4.3.3.1. Расчет материальных затрат на проект.....	82
4.3.3.2. Расчет затрат на специальное оборудование для работы проектировщика.....	83
4.3.3.3. Основная заработная плата.....	83
4.3.3.4. Дополнительная заработная плата.....	85
4.3.3.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	85
4.3.3.6. Накладные расходы.....	86
4.3.3.7. Бюджет затрат на разработку.....	86
4.4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), социальной и экономической эффективности исследования.....	87
5. Социальная ответственность.....	90
5.1. Анализ вредных и опасных производственных факторов.....	91
5.2. Производственная санитария.....	92
5.2.1. Шум.....	92

5.2.2. Микроклимат.....	93
5.2.3. Электромагнитное излучение.....	94
5.2.4. Ионизирующее излучение.....	95
5.2.5. Освещенность.....	95
5.3. Электрическая безопасность.....	97
5.4. Пожарная безопасность.....	100
5.4.1. Оценка пожарной безопасности помещения.....	100
5.4.2. Мероприятия по устранению и предупреждению пожаров.....	101
5.5. Охрана окружающей среды.....	102
5.6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	105
5.6.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.....	105
5.6.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	106
Заключение.....	110
Список использованных источников.....	112
Приложение А.....	116
Приложение Б.....	134

Введение

Искусственное освещение животноводческих помещений – это одна из многочисленных отраслей современной светотехники. В сельском хозяйстве на освещение и облучение расходуется до 15% всего объема (1054,5 млрд. кВт·часов) потребления электроэнергии в стране [1]. Целенаправленное развитие молочной отрасли в целом имеет исключительно важное значение в обеспечении населения необходимыми продуктами питания, а также укрепляет продовольственную независимость страны. Современный животноводческий комплекс представляет собой совокупность предприятий, занимающихся производством продукции на промышленной основе. Ключевой особенностью предприятий животноводческого комплекса является тесная взаимосвязь всех этапов производства, технологических решений и организационной структуры. Современный подход к эксплуатации животноводческого комплекса характеризуется рациональной организацией рабочего процесса и грамотным использованием ресурсов, в том числе и энергетических.

Актуальность работы исходит из государственной программы развития сельского хозяйства (Постановление от 19 декабря 2014 г №1421 «О внесении изменений в Государственную программу развития сельского хозяйства и регулирования рынка сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы»), один из путей повышения эффективности и конкурентоспособности продукции сельскохозяйственных производителей – это техническая и технологическая модернизация производства. На помощь аграриям в модернизации помещений в 2018 году из Федерального бюджета выделено 197 957 808,9 тыс. рублей.

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 6 августа 2014 года №560 «О применении отдельных специальных экономических мер в целях обеспечения безопасности Российской Федерации» развитие молочного скотоводства является важнейшим направлением программы импортозамещения в

аграрной сфере с целью повышения продуктивности животных и снижения затрат на производство молока. Государство взяло на себя функции поддержки аграриев по всей России, сельскохозяйственные предприятия нуждаются в модернизации производства, в том числе и системы освещения, расширения масштабов и увеличения объемов производства. В первом квартале 2017 года объем производства молока в сельхозорганизациях вырос на 4,3% к уровню аналогичного периода прошлого года и составил 1,22 млн. тонн [2].

На сегодняшний день приоритетным направлением развития молочной индустрии следует считать повышение продуктивности животных, т.е. увеличение удоев и снижение затрат на производство молока. Сюда следует отнести модернизацию осветительных систем животноводческих предприятий с внедрением интеллектуальных систем управления освещением. На молочной ферме, свет является одним из важнейших факторов параметров микроклимата животных. От уровня освещенности и спектрального состава света зависит рост и развитие, здоровье и репродуктивные функции животных, а также расход кормов и качество полученной продукции. При создании искусственной среды обитания для сельскохозяйственных животных особая роль отводится световому режиму, который наиболее полно раскрывает функциональные возможности организма. Согласно [3, 4] свет воспринимается сетчаткой глаза и влияет на производство мелатонина, гормона, вырабатываемого во время сна, являющегося важным элементом для внутренних часов в организме животных в зависимости от продолжительности дня и ночи. Наличие удлиненного светового дня (до 16 часов) позволяет свету препятствовать производству мелатонина и увеличивая пролактин и IGF-1. В среднем удлиненный световой день и повышенный уровень освещенности (не более 200 люкс) по сравнению с нормами [5] позволяет добиться повышения надоев молока на 2,5-3 (12-15%) литра в день.

В связи с вышеизложенным **целью** данной работы являлось исследование оптимального светового климата (спектральный состав, интенсивность) для

крупного рогатого скота в животноводческих помещениях и повышение эффективности системы искусственного освещения в результате использования энергосберегающих осветительных средств, позволяющих снизить расход электрической энергии на процесс освещения.

Для достижения поставленной цели в работе решались следующие **задачи**:

- 1) Изучить влияние различных участков оптического диапазона (ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение) на физиологические показатели и продуктивные качества коров;
- 2) Разработать проект реконструкции осветительной установки молочной фермы, удовлетворяющей необходимым светотехническим параметрам: светотехнический раздел (проектирование в программном комплексе Dialux), электротехнический раздел (трассировка кабельных линий, однолинейная принципиальная схема);
- 3) Разработать проект автоматической системы управления освещением объекта исследования по стандартному цифровому протоколу DALI: проанализировать существующие электроэнергетические системы управления электроснабжением осветительных установок; рассмотреть подходы к выбору времени включения и отключения распределенных осветительных установок, а также режимов их работы; получить данные измеренных значений естественной (солнечной) освещенности, провести их статистическую обработку; разработать алгоритмы принятия решения об эффективном времени включения и отключения распределенных систем электроснабжения осветительных установок;
- 4) Выполнить технико-экономический анализ эффективности внедрения данных мероприятий.

Объект исследования: электроэнергетическая система на сельскохозяйственном производственном кооперативе (СПК «Белосток», с. Пудовка, Кривошеинский район, Томская область), в состав которой входит система электроснабжения осветительных установок.

Предмет исследования: методы управления системой электроснабжения осветительных установок.

Научная новизна: разработан алгоритм управления системой электроснабжения осветительных установок с использованием цифрового протокола DALI на основе поступающих от датчиков данных о состоянии естественной освещенности, текущего времени суток и календарного дня года.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Световой режим и его влияние на физиологическое состояние организма животных

Свет – один из необходимых и важных параметров микроклимата животноводческих помещений. Любой технологический процесс сельскохозяйственного производства неразрывно связан с жизнедеятельностью животных, поэтому необходимо создать для животных комфортную обстановку для жизни в условиях фермы. Главной проблемой молочных ферм является отсутствие достаточного естественного освещения. Решить данную проблему достаточно легко, используя осветительные установки искусственного света. От уровня освещенности, спектрального состава излучения, в первую очередь, зависит развитие и рост животных, их здоровье, продуктивность, расход кормов, а также качество получаемой продукции. Под действием света усиливается обмен веществ, окислительные реакции и стимулируются функции эндокринной системы, что повышает устойчивость организма к болезням.

В сельском хозяйстве применяется довольно широкий диапазон оптического излучения – ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное. Энергию в виде излучения используют для освещения животноводческих помещений, а при помощи инфракрасных ламп обогревают молодняк в возрасте до 60 дней.

Видимая часть спектра располагается в пределах от 380 до 780 нм и обладает способностью вызывать раздражение зрительного аппарата. Стоит отметить, что глаз имеет различную чувствительность к разным диапазонам видимого спектра.

В процессе приспособления к внешним факторам, влияющих на чередования света и темноты (дня и ночи) у животных наблюдаются равномерные изменения процессов жизнедеятельности, название которых фотопериодизм.

Возникновение половых рефлексов, потребность воспроизведения потомства, круглогодичная смена шерсти, жиروتделение, обмен веществ, количество выделяемого молока, эндокринная функция осуществляются и регулируются у животных световым режимом. Преимущественно, процесс размножения неразрывно связан со световым режимом. Животных можно поделить на короткодневных, длиннодневных и промежуточных. Коровы относятся к длиннодневным животным, их половая активность наиболее выражена в весенние месяцы, когда долгота дня увеличивается [6].

Фотопериодизм является источником увеличения массы гипофиза, повышает секреторную деятельность базофильных клеток гипофиза. Из-за отсутствия или недостатка света в помещении, а также при постоянной освещенности 100 лк и более имеет место недоразвитие, как гипофиза, так и эпифиза; снижается их массы, гормональная активность и ослабевает функция эндокринной системы в целом. [7].

Стоит уделить особое внимание эффекту воздействия света на продуктивность животных. На продуктивность влияют интенсивность, периодичность и продолжительность излучения, а также главный фактор – спектральный состав излучения [8].

Некоторые части спектра излучений по-разному воздействуют на нервную систему животных. Наибольшая возбудимость проявляется при освещении красными лучами, наименьшая при фиолетовом и синем. Зеленая и желтая часть видимого спектра не оказывает определяющего влияния на поведение животных. Из-за влияния интенсивного и продолжительного освещения повышается тонус нервно-мышечного аппарата, в результате увеличивается двигательная активность, в свою очередь, недостаток света в помещении подавляет активность, ведет к сокращению обмена веществ, животные двигаются меньше и отдыхают больше.

Под действием света налаживается обмен веществ в организме животных, это является необходимым процессом и, безусловно, обязательным условием правильной функциональности организма. Соответственно, оптимизированное освещение является необходимым требованием для профилактики и лечения целого ряда заболеваний сельскохозяйственных животных, тогда как недостаточная освещенность создает предпосылки к возникновению у них анемии, остеомалации и других болезней [9].

Если освещение продолжительное и интенсивное, то это главное стимулирующее действие, которое влияет на белковый обмен. Синтез белка нарушается, когда животных содержат в условиях низкой освещенности (менее 150 лк) в течение длительного времени. [10].

Коровы, содержащиеся при освещенности 100-150 лк, во все сезоны года имели общее количество белка в крови на 3-6,6% больше, чем коровы, содержащиеся при освещенности 50-100 лк за счет увеличения глобулинов [11].

Стоит отметить, что газообмен в организме животных претерпевает изменения в зависимости от интенсивности, продолжительности освещения и спектрального состава света. При увеличении искусственной освещенности в помещении от 15-20 до 100-120 лк, у коров возрастает потребление кислорода на 11-26%, выделение углекислого газа увеличивается на 26,2-34,1%, а образование тепла на 1 кг массы тела животного повышается на 16-22%. При низком уровне освещенности и коротком световом дне снижаются обмен кислорода и углекислого газа, это ведет к стремительному снижению окислительных процессов в организме животных [12].

По результатам исследований Л.И. Тихомировой [13] выявлено, что коровы, находящиеся при интенсивности освещения 50-100 лк при шестнадцатичасовом световом дне, не только повышается их репродуктивность, резистивность организма, но и снижается заболеваемость у телят.

1.2. Результаты исследований по освещению животноводческих помещений

В конце XX века, когда сельскохозяйственное производство перешло на промышленные рельсы весьма важное значение приобретает световая среда, которая является неотъемлемой частью животноводческих помещений. Масштаб применения искусственного освещения, а также и облучения прежде всего характеризуются уровнем затрат электроэнергии на эти цели. По оперативным данным ОАО «Системный оператор Единой энергосистемы» потребление электроэнергии в 2012 году в России составило 1054,5 млрд. кВт·часов. В сельском хозяйстве на освещение и облучение расходуется до 15% всего объема потребления электроэнергии [1]. Стоимость 1 кВт·часа электроэнергии на данный момент составляет 2,04-8,20 рублей/кВт·час в различных регионах страны. Можно сделать вывод, что сельское хозяйство является крупным потребителем электроэнергии для освещения животноводческих зданий и сооружений. Перед специалистами стоит задача: как рационально и экономно использовать электроэнергию для осветительно-облучательных установок? Каждый технологический процесс должен быть эффективным, под этим словом понимается прирост производительности либо при сохранности, либо при снижении уровня затрат. Как и в любой осветительной установке, световой поток играет крайне важную роль. Световой поток создает требуемую освещенность, как для выполнения зрительных работ персонала, так и для благоприятного микроклимата животных.

1.2.1. Ультрафиолетовое облучение животных

Ультрафиолетовая область спектра оказывает разностороннее влияние на организм животных. В первую очередь повышается иммунитет и способность организма противостоять различным инфекциям и заболеваниям. При дозировках

в нормированных количествах ультрафиолетовые лучи оказывают важное влияние на обмен веществ: снижается количество сахара в крови; лучи с длиной волны 260-280 нм активируют провитамин D3 (7-дегидрохолестерин), который имеет важное значение в регулирование минерального обмена; переводят отрицательный баланс фосфора и кальция в положительный и увеличивают на 25-28% отложение фосфорно-кальциевых солей в костях; ускоряют жировой обмен и т.д. Целью УФ облучения является восполнение в осенне-зимний период недостатка природного ультрафиолета. Только 70% солнечной радиации доходит до поверхности земли, остальное задерживается в атмосфере. Наименьшее количество природного УФ приходится на декабрь (около 1,5% от общей солнечной радиации, дошедшей до поверхности земли), максимальное количество зафиксировано в мае (около 20% от общей солнечной радиации, дошедшей до поверхности земли).

Процесс облучения взрослых животных проходит в боксах (на привязи), где они содержатся. Телят рекомендуется облучать в специальных клетках или в телятнике, но хорошо зафиксированными. При облучении взрослых коров лучами воздействуют на вымя, реже на кожу спины. Продолжительность и период облучения указаны в таблице 1. В качестве распространенных источников УФ излучения применяют, например, эритемные люминесцентные лампы, пропускающие излучение с длиной волны в пределах 280-360 нм, ртутно-кварцевые лампы типа АРК-2 и ПРК-2, область спектра излучения 250-313 нм и другие.

Таблица 1 – Рекомендуемые часы и дозы облучения КРС лампой ПРК-2

Животные	Период облучения, часы	Расстояние от животных, м	Продолжительность облучения, мин	Доза облучения, МЭР за час
Коровы	04:00-10:00	1-1,5	15-30	210-290
	18:00-22:00			

Телята, моложе 6 мес.	06:00-10:00	0,8-1	15-25	120-140
	18:00-22:00			
Телята, старше 6 мес.	05:00-10:00	1-1,5	15-25	160-180
	18:00-22:00			

В период с 1978 по 1985 гг. в СССР проходили многочисленные опыты по облучению молочных коров УФ излучением (диаграмма 1). Для проведения эксперимента было отобрано 3 группы животных Айрширской породы, по 6 коров в каждой группе. При совершенно одинаковом кормлении, но различном уровне УФ облучения была выявлена зависимость надоев от облучения. Продолжительность эксперимента составляла 4 недели. Так, первая группа животных, не подвергавшаяся УФ облучению, в среднем за сутки давала 17,415 литров молока. У второй группы, облучавшейся по 15 минут в утреннее и вечернее время, в среднем за сутки надой увеличились до 19,135 литров. Третья группа животных, получавшая максимально-допустимое количество УФ облучения, в среднем за сутки могла дать 21, 566 литров молока [15].

Также учеными Онеговым А. П., Дудыревым Ю. И. было отмечено, что телята от облучаемых коров при рождении имеют больший вес на 8-10%, чем телята необлучаемых коров [16].

Диаграмма 1 – Зависимость надоев (литры/сутки) от УФ облучения



Продуктивность животноводства в современных комплексах промышленного производства, где животные постоянно находятся в помещениях, существенно зависит от круглогодичного УФ облучения, способствующего интенсификации биохимических и обменных процессов в организме животных, улучшающего их клиническое состояние, устойчивость к заболеваниям [2].

1.2.2. Влияние видимой области спектра на животных

Чтобы животный организм нормально функционировал, необходимо достаточное количество естественного и искусственного света. Режим освещения на животноводческих фермах формируется рядом условий: типом и конструкцией здания, а также его расположением на местности, наружной освещенностью, светопропускающими частями ограждений, используемыми светильниками.

Свет интенсивностью 150-200 лк стимулирует выработку печенью гормона роста IGF-1 (инсулиноподный стимулятор роста-1). А при недостаточной освещенности (менее 100 лк) активно вырабатывается гормон мелатонин,

отвечающий за регулировкой внутренних часов. На рисунке 1 представлено действие света на организм коровы [3].

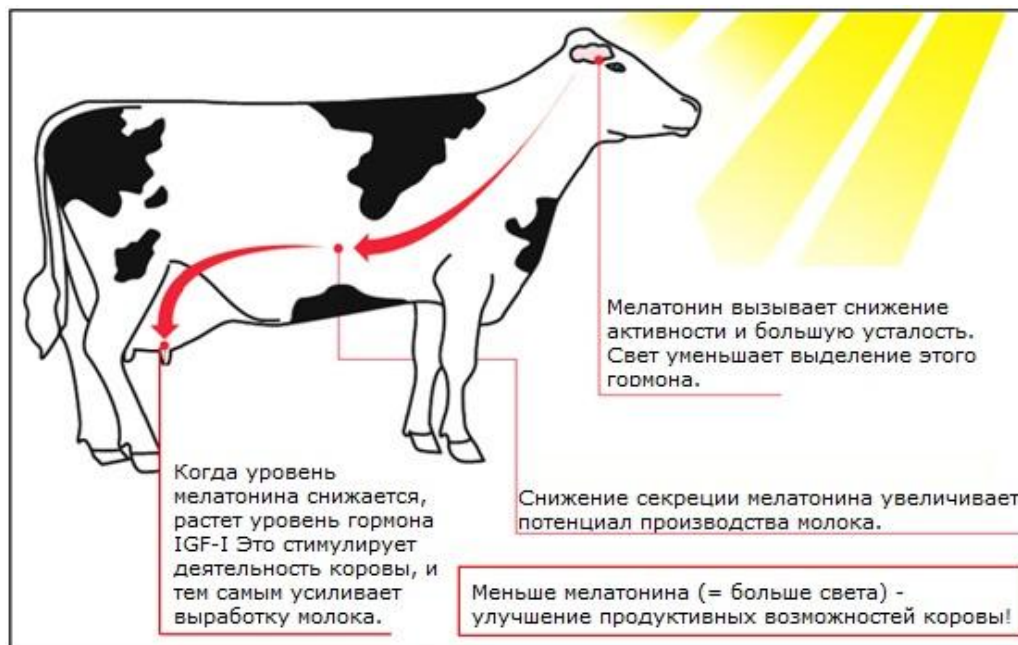


Рисунок 1 – Влияние света на продуктивность коровы [3]

Свет, попадая на сетчатку глаза, сокращает секрецию гормона мелатонина. Снижение секреции мелатонина ведет к увеличению производственного потенциала коровы. Как только уровень мелатонина начинает снижаться, гормон роста IGF-1 интенсивно вырабатывается печенью животного. Действие этого гормона подразумевает, что коровы могут производить на 6-15% больше молока. Увеличенный световой день до 14-16 часов приводит к уменьшению выработки мелатонина. Для сохранения дневного и ночного ритма корове необходимо 8 часов темноты. Выравнивание времени дня и ночи фактически противодействует повышению надоев молока [4].

Явление фотопериодизма – изменение продолжительности действия света на жизнедеятельность животных, усердно изучалось в конце XX века европейскими и американскими учеными. Цикл из 10 экспериментов был проведен в период с 1978 по 2002 г. (рисунок 2). Первый эксперимент, проведенный в 1978 году, показал, что увеличенный световой день до 16-18 часов

приводит к увеличению показателей надоев на несколько литров с одной коровы. Эффект повышения продуктивности от увеличения продолжительности светового дня наступает не сразу, а через 3-4 недели. Дальнейшие эксперименты показывают аналогичную положительную динамику роста надоев. Значительные надои (до 40 литров в день и более) можно объяснить улучшением качества кормов и возрастом испытуемых животных, а также улучшенными условиями содержания.

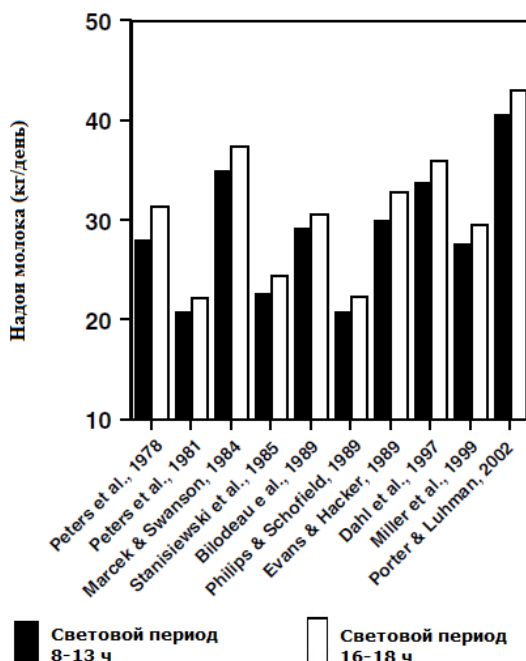


Рисунок 2 – Зависимость надоев молока от светового периода [4]

Необходимо сказать, что и потребление корма возрастает на 6-8%, т.к. животные дольше бодрствуют и поэтому чаще потребляют корм. Состав молока остается без изменений.

С 2004 года основным документом при проектировании освещения сельскохозяйственных зданий и сооружений являются утвержденные Министерством сельского хозяйства Российской Федерации «Отраслевые строительные нормы. Нормы освещения сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений» (таблица 2) [5].

Таблица 2 – Нормы освещенности животноводческих помещений [5]

Помещение	Рабочая поверхность, для которой нормируется освещенность	Освещенность, лк		Дополнительные указания
		Газоразрядные лампы	Лампы накаливания	
Крупный рогатый скот молочного направления				
Для содержания коров и ремонтного молодняка: зона кормления; Стойка, секции, боксы	пол, кормушки	75	30	Во время доения освещенность вымени не менее 150 лк
	пол	50	20	
Телятники	пол, кормушки	100	50	

В процессе разработки норм были решены две задачи: первая – обеспечение биологически необходимого уровня освещенности для животных с учетом их вида, возраста, и направления хозяйства и вторая – обеспечение оптимальных условий освещения для рабочих, занятых выполнением технологического процесса. Разработанные нормы освещения в 1980 г. и 1992 г. имеют ряд существенных недостатков. В настоящее время работы по нормам освещения в России не ведутся [17].

В помещении для содержания крупного рогатого скота допускается предусматривать совмещенное освещение, при котором в светлое время суток одновременно используется естественный и искусственный свет. При этом недостаточное по условиям зрительной работы естественное освещение дополняется искусственным освещением.

Согласно нормам в животноводческих помещениях предусматривается два вида освещения: технологическое и дежурное. Технологическое освещение обеспечивает продуктивность животных, а также выполнение производственных операций обслуживающим персоналом, дежурное – предназначается для наблюдения за животными в ночное время, при этом нормируемая освещенность

обеспечивается использованием 5% светильников общего освещения в помещениях коровников и 10% – в родильном отделении. Светильники дежурного освещения распределяются равномерно по помещению над животными и по основным проходам [18].

Выбор типа светильников определяется их светораспределением, обеспечивающим нормируемые уровни освещенности, условиями среды и строительными решениями помещений для крупного рогатого скота [18].

Размещать светильники на фермах следует рядами, расположенными параллельно светопроемам при этом свет не должен экранироваться коммуникациями и строительными конструкциями. При эксплуатации в зданиях для КРС светильники и источники света загрязняются пылью, вследствие чего уменьшается освещенность. Поэтому при расчете осветительной установки значения коэффициентов запаса принимаются равными 1.3 – для газоразрядных ламп и 1.15 – для ламп накаливания. Кроме того, следует периодически проводить осмотр осветительных приборов и выполнять их техническое обслуживание (осмотры – раз в месяц, техническое обслуживание – раз в 3 месяца) [18].

1.2.3. Инфракрасное облучение животных

Чтобы создать необходимый температурный режим в помещениях для выращивания молодняка используют общую систему обогрева или комбинированную, включающую в себя общую и локальную систему обогрева. Наиболее рационально использование комбинированной системы, она позволяет создавать повышенную температуру только в той области, где находится молодняк в период выращивания.

Под действием теплового ИК излучения в тканях происходит переполнение кровеносных сосудов кровью, нормализуется обмен веществ. Диапазон ИК излучения достаточно широк, вследствие неодинаковой глубины проникновения

коротковолнового и длинноволнового излучения механизм действия различен. Коротковолновое излучение (0,74-2,0 мкм) проникает в глубину подкожного слоя до 8 см и прогревает глубоколежащие ткани животного. Это служит надежной преградой для проникновения холода в организм животного. Длинноволновое излучение (более 2,0 мкм) поглощается поверхностными слоями кожи и ведет к покраснениям и ожогам.

Установлено, что в отличие от других средств местного обогрева инфракрасное облучение не только предохраняет животное от переохлаждения, но и вызывает усиление биологических процессов, способствует повышению тонуса и естественных защитных сил организма [19].

Основное назначение ИК облучателей и комбинированных облучательных установок – создание требуемого теплового режима для молодняка различных видов сельскохозяйственных животных, обеспечивающего максимальные показатели по их сохранению и продуктивности [20].

Использование ИК излучения в прерывистом режиме работы и попеременное воздействие высоких и низких температур на молодняк ведет к закаливанию организма. Инфракрасное излучение не только предохраняет животных от переохлаждения, но и усиливает биологические процессы в их организме, что ведет к повышению защитных сил молодняка.

Облучение происходит в телятнике, температурные режимы выращивания телят приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Температурные режимы выращивания молодняка

Возраст животных	Температура воздуха в зоне нахождения молодняка	Температура воздуха в помещении
Телята (до 20 дней)	18-20 °С	14-16 °С
Телята (старше 20 дней)	16-18 °С	14-16 °С

В качестве источников ИК излучения применяют ряд специальных инфракрасных ламп, технические характеристики некоторых из них представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические характеристики источников ИК излучения

Тип источника	Мощность, Вт	Длина волны, нм	Доля ИКЗИ, %
ИКЗК	250	750-2500	70
ИКЗС	250	750-2500	66
КГ (кварцевая, галогенная)	1000	750-2500	75

Если телята содержатся в специальных клетках, то облучатели устанавливаются над каждой клеткой, при групповом содержании телят создается облучательная установка с 1 облучателем на 4 м².

Рекомендуется применять прерывистый режим обогрева телят с выключением на 30 минут после каждых 1,5 часов работы. Высота подвеса облучателей различной мощности в зависимости от температуры в помещении приведена в таблице 5.

Таблица 5 – Высота подвеса ИК ламп при обогреве телят

Температура воздуха в помещении	Высота подвеса облучателей над полом, см			
	Подсосный период		Период доращивания	
	Лампа 250Вт	Лампа 500 Вт	Лампа 250 Вт	Лампа 500 Вт
5-6 °С	120	170	140	190
7-8 °С	130	180	150	210
9-10 °С	140	196	160	225
11-14 °С	150	210	170	240

1.3. Технические средства и методы для освещения животноводческих помещений

До принятия федерального закона от 23.11.2009 № 261-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [21] в сельском хозяйстве для освещения преимущественно

использовались лампы накаливания. Лампы накаливания наиболее доступные и распространенные источники света, их объем производства на территории РФ до 2009 года составлял порядка 70% от общего объема произведенных источников излучения. К концу 2013 года в стране наблюдался спад в объеме производства ламп накаливания до 54,4%. Однако производство ламп накаливания в России в 2015 году вновь показало стремительный рост на фоне падения реальных доходов населения. Данные Росстата говорят, что объем производства в 2015 году вырос на 15% к уровню 2014 года (219,7 млн. шт.) [22]. По данным Росстата на период с января по май 2016 года объем производства ламп накаливания значительно снизился с аналогичным периодом 2015 года и составил 91,4 млн. шт. В настоящее время сохраняется тенденция к снижению высоких объемов производства.

Современный мир не отказывается от ламп накаливания, в ведущих странах мира ведутся работы по совершенствованию ламп накаливания, идет разработка новых материалов тела накала. Специалисты обращают акцентирующее внимание на увеличение световой эффективности и повышение срока службы работы ламп. Главную роль в этом вопросе играет качество электрической энергии в осветительных сетях, стабилизирую напряжение, избавляя сети от скачков напряжения, можно добиться большего срока эксплуатации.

Ко второй группе источников, которые используются для освещения в сельском хозяйстве, причисляют люминесцентные лампы низкого и высокого давления. Основные параметры люминесцентных ламп приведены в таблице 6.

Таблица 6 – основные параметры люминесцентных ламп.

Технические характеристики	Люминесцентные лампы
Срок службы, часов	10000 – 15000
Световая отдача, лм/Вт	Достигает 60
Выделение тепла при горении, %	Низкое, до 10
Устойчивость к перепадам напряжения	Средняя устойчивость
Допустимая температура окружающей среды, °С	От 5 до 55

Цветовая температура, К	2000 – 6500
Индекс цветопередачи, R _a	60 –80
Пульсации светового потока	Высокая
Специальная утилизация	Требуется
КПД, %	Не превышает 75

Люминесцентные лампы низкого и высокого давления обладают рядом преимуществ перед лампами накаливания: высокая световая отдача (до 60 лм/Вт), превосходящий срок службы (10000 – 15000 часов), а также выделяют меньше тепла в окружающую среду. Но и, конечно же, имеется ряд недостатков – сложная схема включения, пульсации светового потока, зависимость ламп от температуры окружающей среды.

Светильники с люминесцентными лампами низкого давления применяются для освещения внутри помещений, светильники с лампами высокого давления нашли применение для освещения улиц, площадок [17].

Животноводческие помещения относятся к зданиям с агрессивной средой, тяжелыми температурно-влажностными условиями. Осветительные установки по условиям эксплуатации подразделяют на несколько категорий: сухие и влажные; сырые и особо сырые; особо сырые с химически активной средой [17]. Все современные осветительные установки должны соответствовать стандартным уровням защищенности по технологии IP и иметь минимальные характеристики IP 54 для подобного рода зданий и сооружений.

Прошло больше 30 лет с момента нового поколения люминесцентных ламп, названных компактными люминесцентными лампы. КЛЛ вобрала в себя достоинства ламп накаливания (малые габариты, включение в электрическую сеть без ПРА, отличная цветопередача) и люминесцентных ламп (высокая световая отдача, увеличенный срок службы, возможность подбирать нужную цветовую температуру). Появлению компактных ламп способствовали разработка и производство новых люминофоров на основе редкоземельных металлов,

излучающих свет в трех узких диапазонах спектра – синем, зеленом и красном [17]. Конструкции современных КЛЛ применяются пластмассовые материалы. Порядочно уменьшены размеры компактных ламп по сравнению со стандартными люминесцентными лампами и это дает возможность создавать компактные световые приборы, экономя на светотехнической арматуре (алюминий, хром, сталь, медь, пластмассы и т.п.).

Проблеме энергоэкономичности источников излучения и осветительным установкам в современном мире уделяется детальное внимание. Перед ведущими странами ставится задача разработать принципиально новые источники света, которые придут на смену прежним. Таковыми являются светодиоды. Параметры светодиодных источников света приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Основные параметры светодиодных источников света.

Технические характеристики	Светодиодные источники света
Срок службы, часов	50000
Световая отдача, лм/Вт	Достигает 150
Выделение тепла при горении, %	Низкое, до 5
Устойчивость к перепадам напряжения	Высокая устойчивость
Допустимая температура окружающей среды, °С	От минус 40 до плюс 40
Цветовая температура, К	2700 – 6500
Индекс цветопередачи, R _a	70-98
Пульсации светового потока	Низкие
Специальная утилизация	Не требуется
КПД, %	80 – 95

За последние 10 лет технология производства, а также внедрение светодиодов в промышленную сферу стала огромным прорывом в освещении. Светодиодная продукция пришла на смену люминесцентным лампам. Светодиодные источники света обладают рядом преимуществ: невероятно низкое электропотребление (в 3 раза ниже, чем ЛЛ); значительно долгий срок службы (до

50000 часов); светодиоды обладают наивысшей световой отдачей (от 100 лм/Вт и более). Светодиоды по сравнению с ЛЛ не требуют специальной утилизации, так как являются исключительно экологически чистыми источниками искусственного света. Применение светодиодной продукции возможно как на открытых площадках, так и внутри помещений. Исходя из этого вытекает ещё одно преимущество – снижение затрат на кабельную продукцию. В данный момент существует только один недостаток светодиодов – начальная цена источников света. Но если смотреть в будущее и просчитать расходы на электроэнергию, то выяснится, что использование светодиодных источников света окупается в течение 15-18 месяцев эксплуатации.

1.4. Способы экономии электроэнергии и предложения по энергосбережению на процесс освещения

На сегодняшний день проблема экономии электроэнергии – неотъемлемая часть жизни современного общества, которая затрагивает и частную и производственную сферу. С ростом промышленных предприятий увеличиваются объемы потребления электроэнергии, необходимые для обеспечения их нормального функционирования. Чрезмерное потребление электричества оказывает влияние не только на стоимость услуг по электроснабжению, но и на себестоимости продукции, которую выпускает предприятие, что, в конечном счете, ведет к повышению цены на нее. При увеличении стоимости на товар спрос идет на убыль, что в конечном итоге сказывается на уровне производства, оно снижается. В особую группу потребителей электроэнергии необходимо выделить крупные предприятия, которые производят сельскохозяйственную продукцию на промышленной основе (животноводческие комплексы, птицефабрики, тепличные комбинаты). Конкретно для животноводческих комплексов существует несколько способов экономии электроэнергии:

1) Переоснащение производственных площадей. В данном случае речь идет о реконструкции действующей фермы. В первую очередь необходимо увеличить светопропускаемость оконных проемов, реконструировать крышу и предусмотреть беспрепятственное проникновение дневного света в помещение посредством окон в крыше. Помимо создания дополнительных источников естественного освещения рекомендуется содержать в чистоте все оконные проемы внутри и снаружи животноводческих помещений. Данные мероприятия позволят экономить в среднем до 5% затрат на электроэнергию.

2) Обновление осветительной установки. Рекомендуется произвести переоснащение источников света на светодиодное оборудование. Модернизация должна коснуться не только осветительного оборудования, но и линий электропроводки, которая в гораздо большей степени подвержена износу и которая является источником электрических потерь. Реконструкция осветительной установки позволит экономить примерно 30-70% на электроэнергии.

3) Внедрение автоматизированной системы управления освещением. Данная концепция является эффективным способом распределения электроэнергии в процессе освещения животноводческих помещений. Направление интеллектуального освещения сегодня заняло свою нишу на рынке светотехники за счет ориентированности общества на «зеленые» технологии, что подтверждается принятием официальных регламентирующих документов на государственном и международном уровне. Подтверждение данного утверждения можно найти в Киотском протоколе [23]. Рациональное использование естественного освещения, которое дополняется искусственным посредством датчиков освещенности, движения и присутствия позволит дополнительно экономить до 50% электроэнергии. На сегодняшний день массово используется система DALI, реализованная в соответствии со стандартом IEC 60929 [24].

1.5. Выводы по главе 1

В главе подробным образом рассмотрено влияние различных участков оптического диапазона: ультрафиолетовое облучение, видимый диапазон и инфракрасная область спектра. Установлено, что при облучении ультрафиолетовыми лучами у животных повышается иммунитет и способность организма противостоять инфекциям и заболеваниям. При облучении животных УФ лучами наблюдается увеличение уровня надоев до 24%.

Видимая область спектра непосредственно связана с уровнем надоев. Чтобы животный организм нормально функционировал, необходимо достаточное количество естественного и искусственного света. Свет интенсивностью 150 – 200 лк стимулирует выработку печенью гормона роста IGF-1 (инсулиноподный стимулятор роста-1) и препятствует выработке гормона мелатонина, который отвечает за биоритмы животных. Действие IGF-1 подразумевает, что коровы могут производить на 6-15% больше молока, а увеличенный световой день до 14-16 часов приводит к уменьшению выработки мелатонина.

В настоящее время инфракрасную область спектра применяют для создания необходимого температурного режима в помещениях для выращивания молодняка. Взрослые коровы достаточно легко переносят холод и на уровень надоев ИК облучение не влияет.

Установлено, что современная осветительная установка должна соответствовать не только светотехническим параметрам, а также должна быть экономически обоснованной и энергоэффективной. Внедрение автоматической системы управления освещением с использованием датчиков освещенности позволит сэкономить до 50% электроэнергии.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ЗДАНИЯ КОРОВНИКА С РОДИЛЬНЫМ БЛОКОМ

2.1. Анализ действующей осветительной установки на ферме СПК «Белосток», село Пудовка

Сельскохозяйственный производственный кооператив «Белосток» основан в июне 2002 года. Основной производственной деятельностью кооператива является молочное животноводство. Развитие и поддержка аграриев – важнейшее направление в развитии сельского хозяйства в России в соответствии с программой импортозамещения.

СПК «Белосток» самое крупное по величине и объёмам производства сельскохозяйственное предприятие в Кривошеинском районе – им производится половина от всей сельскохозяйственной продукции, производимой сельскохозяйственными предприятиями района.

Ферма «Белосток» – современный животноводческий комплекс на 1000 голов дойного стада. Проект реализован при поддержке администрации Томской области и ОАО «Россельхозбанк». Ферма была построена в рекордно сжатые сроки – потребовалось чуть больше года. На конец апреля 2016 года на новом комплексе содержится 1000 голов племенного скота: 290 нетелей молочной породы «айршир», завезенные из Финляндии, а также 710 голов той же породы из Дании.

Сегодня СПК «Белосток» – крупнейший производитель и поставщик молочной продукции. В полную силу ферма начала работу в конце 2015 года, когда последняя партия молочного скота прибыла из Финляндии. По подсчетам специалистов новая ферма будет производить около 5,5 тысяч тонн молока в год [25]. Чтобы добиться таких показателей производства молока необходимо иметь качественную осветительную установку, которая отвечает необходимым

требованиям. На рисунке 3 приведена действующая осветительная установка на ферме.



Рисунок 3 – СПК "Белосток" [25]

В нормах освещения сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений [5] нормируется горизонтальная освещенность на уровне пола и кормушек для крупного рогатого скота, которая составляет 75 люкс. Из литературного обзора видно, что освещенности в 75 люкс недостаточно для получения максимальной производительности для аграриев. Установлено, что оптимальное значение освещенности для ферм составляет 200 лк. Действующая осветительная установка на СПК «Белосток» является малоэффективной, так как освещенность на уровне пола составляет 100 лк. Безусловно, эта цифра превышает норму в 75 люкс, но производственный потенциал молочного скота можно повысить. Уровень освещенности в 100 люкс обеспечивается на ферме благодаря двум видам светильников: НСП-26 и ЖСУ24-250, расположенных в четыре ряда по пятнадцать штук параллельно световым проемам.

Светильник НСП-26 (рис. 4) предназначен для общего освещения производственных помещений с повышенным содержанием пыли и влаги. Световой прибор имеет защиту класса IP54. Светильник снабжен металлическим

корпусом, окрашенным порошковой краской. Также светильник оснащен алюминиевым отражателем и защитным стеклом, которое изготавливается из защитного светотехнического поликарбоната. Стекло крепится к отражателю с помощью трех металлических защелок и откидывается при замене лампы. Применяется для освещения кормораздаточной зоны. Источник света – лампа накаливания 200 Вт [26].



Рисунок 4 – Светильник НСП-26 [26]

Данный тип светильника обладает рядом преимуществ: крепление светильника осуществляется при помощи крюка; очень простой монтаж благодаря узлу ввода, установленному на корпусе светильника; малый вес и габариты [26].

Допускается замена лампы накаливания на КЛЛ длиной не более 250 мм. Высота установки не должна превышать 9 метров. Недостатком светильника является высокое потребление электроэнергии, но затраты на электроэнергию можно снизить, заменив лампы накаливания на КЛЛ. Кривая силы света – косинусная.

Второй тип светильников – ЖСУ24-250 (рис. 5). Страна производитель – Россия, фирма GALAD. Светильники этого типа используются для освещения улиц и дорог, а также предназначены для промышленного освещения. Обладают

высокой степенью защищенности от негативных внешних воздействий в сложных климатических районах. Корпус светильника выполнен из ударопрочной пластмассы, отражатель изготовлен методом глубокой вытяжки из алюминиевого проката с последующей электрохимической полировкой и анодированием. Защитное стекло сделано из светостабилизированного полиметилметакрилата [27].

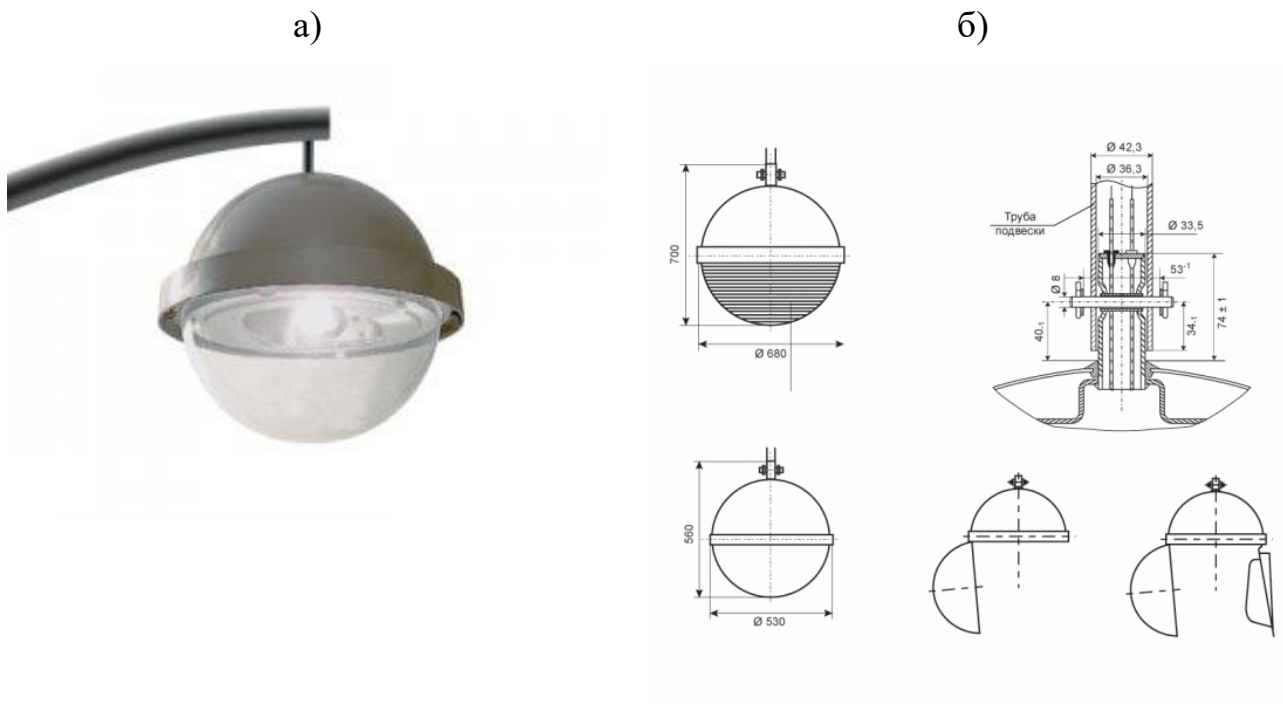


Рисунок 5 – а) Светильник типа ЖСУ24-250 [27]

б) Габаритные размеры светильника [27]

ЖСУ24-250 применяется для освещения по краевым зонам фермы, рекомендуемая высота подвеса установки светильника 6-10 метров. В качестве источника излучения используется лампа типа ДНаТ высокого давления. Световой прибор имеет тип кривой силы света – широкая боковая.

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Данный раздел выпускной квалификационной работы предназначен для оценки коммерческого потенциала и перспективе реализации проектов, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения, планированию, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

Достижение цели обеспечивается решением ряда следующих задач:

- оценка коммерческого и инновационного потенциала проекта;
- составление календарного плана и графика работ;
- оценка стоимости материально-технических, человеческих и финансовых ресурсов для исполнения проекта;
- формирование сметы на реализацию проекта;
- оценка ресурсной (ресурсосберегающей) и экономической эффективности.

4.1. Предварительный анализ научно-технического проекта

4.1.1. Потенциальные потребители результатов проекта

Деятельность ВКР связана с проектированием осветительных установок животноводческих помещений и в рамках работы над данным разделом необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Проектная организация осуществляет ряд услуг в направлении производственного и промышленного освещения, соответственно, можно провести сегментацию рынка потребителей по критериям: отрасль промышленности и предоставляемые услуги. В области производственного освещения наиболее часто осуществляются такие виды деятельности как создание новой осветительной установки, подготовка технических отчётов, а также

модернизация осветительной установки с внедрением средств автоматического управления (таблица 21).

Таблица 21 – Карта сегментирования рынка

	Создание новой осветительной установки с внедрением средств автоматического управления	Реконструкция осветительной установки (переход на более энергоэффективные источники света)	Подготовка технического отчета
Сельскохозяйственная промышленность			
Легкая промышленность			
Оборонно-промышленный комплекс			
Фармацевтическая промышленность			

В приведенном примере карты сегментирования показано, какие ниши на рынке услуг проектных организаций наиболее востребованы потребителями.

Результат сегментирования:

- Основным сегментом данного рынка является услуга по созданию новой осветительной установки с внедрением средств автоматического управления;
- Наиболее перспективным сегментом является предложение по созданию новой осветительной установки с внедрением средств автоматического управления для предприятий сельского хозяйства, предприятиям легкой промышленности, а также оборонно-промышленному комплексу страны.

4.1.2. Анализ конкурентных технических решений

Конкурентом предложенной осветительной установки с использованием светодиодных источников света является осветительная установка с

газоразрядными источниками излучения. Для сравнения конкурентных технических решений составим оценочную карту (таблица 22).

Таблица 22 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Газоразрядные источники	LED	Газоразрядные источники	LED
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
Повышенная производительность труда пользователя	0,09	3	4	0,27	0,36
Удобство в эксплуатации	0,1	3	5	0,3	0,5
Надежность	0,1	3	4	0,3	0,4
Уровень шума	0,01	1	4	0,01	0,04
Безопасность	0,12	1	5	0,12	0,6
Простота эксплуатации	0,11	2	5	0,22	0,55
Экономические критерии оценки эффективности					
Конкурентоспособность продукта	0,1	4	2	0,4	0,2
Уровень проникновения на рынок	0,09	5	3	0,45	0,27
Цена	0,09	4	2	0,36	0,18
Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	3	5	0,3	0,5
Послепродажное обслуживание	0,09	2	5	0,18	0,45
Итого:	1	31	44	2,91	4,05

По результатам анализа сведений, представленных в таблице 22, можно сделать вывод, что современные светодиодные светильники – новый виток развития светотехнической отрасли. Конечно, заинтересовать потенциального потребителя низкими ценами на продукцию не получится, но показав возможности энергоэффективности и длительный срок службы данных

источников света, возможно, это и будет эффективным способом привлечения внимания потребителей. Быстрое и качественного исполнение заказа поможет сохранить партнерские отношения для дальнейшего обслуживания объекта.

4.1.3. SWOT-анализ

SWOT–анализ представляет собой комплексный анализ исследования внешней и внутренней среды проекта (таблица 3). Выделив сильные и слабые стороны проекта, оценив потенциальные возможности и угрозы, можно определить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 23 – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны проекта:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Низкий уровень потребления электроэнергии; 2. Снижение установленной мощности на объекте; 3. Отсутствие пульсаций; 4. Экологическая и пожарная безопасность; 5. Отсутствие дополнительных работ и затрат на обслуживание ОУ; 6. Долгий срок службы; 7. Создание комфортной световой среды для животных. 	<p>Слабые стороны проекта:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Высокая стоимость световых приборов и элементов автоматики; 2. Малоизученное влияние светодиодного освещения на жизнедеятельность животных; 3. Наличие постоянного доступа в облачную систему управления освещением; 4. Преждевременный выход из строя светового оборудования и элементов автоматики; 5. Сложность в ремонте.
--	---	--

<p>Возможности:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ; 2. Появление дополнительного спроса на новый продукт автоматизации; 3. Повышение стоимости конкурентных разработок; 4. Вытеснение с российского рынка иностранного осветительного оборудования ненадлежащего качества посредством стратегии импортозамещения; 5. Долгосрочное обслуживание объекта. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Появление дополнительного спроса на новый продукт автоматизации за счет существенного снижения энергопотребления; 2. Заинтересованность заказчиков вследствие отсутствия дополнительных работ и затрат на обслуживание ОУ; 3. Вытеснение с российского рынка иностранного осветительного оборудования ненадлежащего качества, что в целом приведет к долгому сроку службы ОУ; 4. Долгосрочное обслуживание объекта позволит соблюдать экологическую и пожарную безопасность. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сложности в появлении дополнительного спроса за счет высокой стоимости конечного проекта; 2. Преждевременный выход из строя светового оборудования и элементов автоматики в связи с проникновением на российский рынок оборудования ненадлежащего качества; 3. Малоизученное влияние светодиодного освещения на жизнедеятельность животных подрывает спрос у потенциальных покупателей.
<p>Угрозы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Введение дополнительных требований к ОУ промышленных сооружений; 2. Отсутствие спроса из-за неблагоприятной экономической ситуации в стране; 3. Жесткая конкуренция на рынке светотехнического оборудования; 4. Низкая грамотность обслуживающего персонала. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Создание комфортной световой среды для животных может быть нарушено введением дополнительных требований к ОУ промышленных сооружений; 2. Долгий срок службы СП может вызвать «переполнение» рынка за счет жесткой конкуренции на рынке светотехники; 3. Снизить установленную мощность на объекте может помешать неблагоприятная экономическая ситуация в стране. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. В случае выхода из строя системы автоматики, произвести ремонт и настройку самостоятельно потребитель не сумеет. В связи с этим, необходимо проводить обучение обслуживающего персонала. 2. Жесткая конкуренция на светотехническом рынке заставляет потенциального заказчика выбирать более дешевое осветительное оборудование.

Исходя из матрицы SWOT, можно сделать выводы, что текущее предложение обладает такими основными сильными сторонами, как низкий уровень потребления электроэнергии, снижение установленной мощности, долгий срок службы, а также экологической и пожарной безопасностью. К основным недостаткам можно отнести высокую стоимость световых приборов, недостаточную изученность вопроса воздействия светодиодного освещения на

жизнедеятельность животных и преждевременный выход из строя осветительного оборудования. Для того чтобы проект зарекомендовал себя на целевом рынке, необходимо проводить работы по сокращению конечной стоимости осветительного оборудования и систем автоматизации.

4.1.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации

Для оценки степени готовности научной разработки к коммерциализации и выяснения уровня собственных знаний для её проведения, заполним специальную форму (таблица 4). Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i$$

где $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Если значение $B_{\text{сум}}$ получилось от 75 до 60, то такая разработка считается перспективной, а знания разработчика достаточными для успешной ее коммерциализации. Если от 59 до 45 – то перспективность выше среднего. Если от 44 до 30 – то перспективность средняя. Если от 29 до 15 – то перспективность ниже среднего. Если 14 и ниже – то перспективность крайне низкая.

Таблица 24 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1	Определен имеющийся научно-технический задел	5	5
2	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	5	4
3	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	5
4	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	5	5

5	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	5
6	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	2	2
7	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	4	4
8	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	1	1
9	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	3
10	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	2	1
11	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	1
12	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	2	2
13	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	4	3
14	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	3	2
15	Проработан механизм реализации научного проекта	4	2
Итого баллов		51	45

Анализируя таблицу 24, можно прийти к выводу, что перспективность готовности разрабатываемого проекта к коммерциализации выше среднего, а уровень собственных знаний – средний. Для повышения готовности разработки к коммерциализации необходимо разработать бизнес-план коммерциализации, стратегию реализации и выход на международный рынок. Следовательно, рекомендуется расширить штат специалистов и привлечь в команду проекта маркетологов и менеджеров ведущих компаний.

4.2 Инициация проекта

4.2.1. Цели и результат проекта

Заинтересованные стороны проекта и их ожидания представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проект	Ожидания заинтересованных сторон
СПК «Белосток»	Разработка рабочей группой проекта осветительной установки молочной фермы с использованием системы автоматического управления
Рабочая группа проекта	Реализация проекта освещения молочной фермы на базе сельскохозяйственного кооператива «Белосток»

Исходя из ожиданий заинтересованных сторон, сформулирована цель и требования к результату проекта (таблица 26).

Таблица 26 – Цели и результат проекта

Цель проекта:	Реконструкция действующей осветительной установки и внедрение системы автоматического управления освещением
Ожидаемый результат проекта:	Готовая конструкторская документация спроектированного оптико-электронного прибора (ОЭП)
Требования к результату проекта:	Увеличить средний уровень освещенности на молочной ферме до 200 люкс
	Уменьшить установленную мощность на предприятие
	Снизить затраты на производство молочной продукции
	Совместное и рациональное использование искусственного и естественного освещения

4.2.2. Организационная структура проекта

Рабочая группа проекта, роль и функции каждого ее участника представлены в таблице 27.

Таблица 27 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час
1	Коржнёва Т.Г., доцент отделения материаловедения, ИШНПТ НИ ТПУ	Научный руководитель	Координация деятельности исполнителя; проверка и анализ результатов проекта	120
2	Ахмад М.Б., магистрант отделения материаловедения ИШНПТ НИ ТПУ	Исполнитель	Выполнения необходимых расчётов; анализ полученных результатов; оформление спецификаций и чертежей	728

4.3 Планирование управления проектом

4.3.1 Структура работ в рамках проекта

Выполнение и планирование работ по теме выпускной квалификационной работы было разделено на основные этапы, которые описаны в таблице 28.

Таблица 28 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Составление задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Изучение рабочей документации СПК «Белосток»	Магистрант
Теоретические и экспериментальные исследования	3	Сбор литературы о влиянии света на физиологическое состояние животных	Магистрант
	4	Оценка эффективности осветительной установки на СПК «Белосток»	Магистрант
	5	Моделирование и реконструкция осветительной установки на объекте СПК «Белосток»	Магистрант
	6	Внедрение системы автоматического управления по протоколу DALI	Магистрант
Обобщение и оценка результатов	7	Обработка полученных результатов после проведения реконструкции и моделирования	Научный руководитель, магистрант
	8	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель, магистрант
Подготовка отчетной документации	9	Оформление полученных результатов в единый отчет	Магистрант

4.3.2. Определение трудоёмкости выполнения работ

Наиболее ответственной частью экономических расчетов по теме является расчет трудоемкости работ, так как трудовые затраты составляют основную часть стоимости проекта.

Под трудоемкостью работ понимают максимально допустимые затраты труда в человеко-днях на выполнение проекта с учетом организационно технических мероприятий, обеспечивающих наиболее рациональное использование выделенных ресурсов.

На основании вероятностных оценок усредняют продолжительности работ (метод усреднения), и вероятностные графики рассматриваются как детерминированные. При этом в качестве детерминированных оценок продолжительности работ используются их ожидаемые (средние) значения $t_{ож}$, которые определяются по формуле:

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

где: t_{min} – минимальная трудоемкость работ, чел.-дни;

t_{max} – максимальная трудоемкость работ чел.-дни.

Сроки t_{min} и t_{max} устанавливаются методом экспертных оценок.

Для выполнения перечисленных в таблице 8 работ требуются специалисты:

- научный руководитель (НР);
- магистрант (М).

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i},$$

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.

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k,$$

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

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

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

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{T_{кГ}}{T_{кГ} - T_{вД} - T_{пД}},$$

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

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

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

Определим длительность этапов в рабочих днях и коэффициент календарности:

$$k = \frac{T_{кГ}}{T_{кГ} - T_{вД} - T_{пД}} = \frac{365}{365 - 104 - 10} = 1.45,$$

тогда следует учесть, что расчетную величину продолжительности работ T_k нужно округлить до целых чисел.

В качестве графика выполнения проекта используется диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения запланированных работ.

Для удобства построения графика длительность каждого этапа работ следует перевести в календарные дни. Необходимые данные для построения графика приведены в таблице 29.

Таблица 29 – Временные показатели проведения работ по проекту

Номер этапа	Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
		t_{min} , чел.-дни	t_{max} , чел.-дни	$t_{ож}$, чел.-дни		
1	Составление задания	1	2	1,4	1	2
2	Выбор направления проекта	1	2	1,4	1	2
3	Теоретические и экспериментальные исследования	17	23	19,4	1	28
4	Обобщение и оценка результатов	17	20	18,2	2	13
5	Подготовка отчетной документации	40	60	51	1	48
Итого:						93

По расчетным данным строится диаграмма Ганта (таблица 30).

Таблица 30 – Диаграмма Ганта

Номер этапа	Этап работы	Исполните ли	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ										
				Март			Апр.			Май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление задания	НР	2	■										
2	Выбор направления исследований	М	2	■										
3	Теоретические и экспериментальные исследования	М	28		■									
4	Обобщение и оценка результатов	НР	13				■							
		М					■							
5	Подготовка отчетной документации	М	48						■					

Примечание: НР – научный руководитель, М - магистрант
 – работа руководителя, – работа магистранта

4.3.3 Бюджет проекта

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

- материальные затраты на проект;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

4.3.3.1. Расчет материальных затрат на проект

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расч\ i} ,$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расч\ i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, занесены в таблицу 31.

Таблица 31 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб
Бумага	упак.	1	257	257
Итого				257

4.3.3.2. Расчет затрат на специальное оборудование для работы проектировщика

Стоимость оборудования, используемого при выполнении конкретного проекта и имеющегося в данной научно-технической организации, учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений.

Затраты на амортизацию оборудования рассчитываются по формуле:

$$Z_{об} = (Ц \cdot F_{ф}) / (F_{н} \cdot F_{сс}),$$

где Ц – цена оборудования, р.; F_н – номинальный фонд времени (рабочее время в году), ч; F_{сс} – срок службы оборудования, год; F_ф – фактическое время занятости оборуд. в проекте, ч. F_н = 365 – 105 – 13 = 247 день = 1976 ч.

Вычисленная амортизация оборудования представлена в таблице 32.

Таблица 32 – Амортизация оборудования

№	Наименование оборудования	Ц, руб.	F _{сс} , год	F _ф , ч.	Z _{об} , руб.
1	Компьютер	35000	10	745	1320
ИТОГО:					1320

4.3.3.3 Основная заработная плата

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

Основная заработная плата 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 научно-техническим работником, раб. дн.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

где Z_m – 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_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 33).

Таблица 33 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени, дни	Руководитель
Календарное число дней в году	365
Количество нерабочих дней	
Выходные	105
Праздники (фактически по каждому году)	13
Планируемые потери отпуска	24
Действительный годовой фонд	223

Месячный должностной оклад работника:

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

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_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

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

Таблица 34 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель	Разряд	$Z_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$, руб.	$Z_{дн}$, руб.	$T_{р}$, раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	доцент	26300	0,3	0,3	1,3	54704	2748	15	41220

4.3.3.4 Дополнительная заработная плата

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{дон} = k_{дон} \cdot Z_{осн}$$

где $k_{дон}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Подставив в формулу известные численные значения, получим:

$$Z_{дон} = 0,13 \cdot 41220 = 5359 \text{ руб.}$$

4.3.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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%

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

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

Таблица 35 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	41220	5359
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого: 12623 руб		

4.3.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии. Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

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

где $k_{накл}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 0,8.

Накладные расходы научно-технического проекта составляют:

$$C_{накл} = 0,8 \cdot 415781 = 37263 \text{ руб}$$

4.3.3.7 Бюджет затрат на разработку

Все вышеперечисленные затраты включаются в бюджет, который приведен в таблице 36.

Таблица 36 – Расчет бюджета затрат на проект

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты на проект	257	Пункт 5.3.3.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных работ	1320	Пункт 5.3.3.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	41220	Пункт 5.3.3.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	5359	Пункт 5.3.3.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	12623	Пункт 5.3.3.5
6. Затраты на научные и производственные командировки	–	нет затрат
7. Контрагентские расходы	–	нет затрат
8. Накладные расходы	37263	Пункт 5.3.3.6
9. Общий бюджет проекта	98042	Сумма ст. 1-8

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

Ресурсоэффективность технического проекта можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности:

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

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

b_i – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путём по выбранной шкале оценивания.

Для нормального функционирования данного проекта необходимо принять ряд критериев. В данном случае целесообразно применить следующие критерии, имеющие непосредственное отношение к проекту:

- уровень новизны;
- энергосбережение;
- надежность;
- возможность реализации;
- стоимость.

После выбора критериев оцениваем их по пятибалльной шкале и определяем интегральный показатель, с помощью которого делаем вывод об эффективности использования технического проекта (таблица 37).

Таблица 37 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исслед.	Весовой коэффициент параметра	Светодиодные источники	Газоразрядные источники
1. Уровень новизны	0,1	5	1
2. Энергосбережение	0,3	5	3
3. Надежность	0,2	4	2
4. Возможность реализации	0,1	4	5
5. Стоимость	0,3	1	3
ИТОГО	1	3,5	2,8

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

$$I_{p\text{-газоразрядные}} = 0,1 \cdot 1 + 0,3 \cdot 3 + 0,2 \cdot 2 + 0,1 \cdot 5 + 0,3 \cdot 3 = 2,8$$

Показатель ресурсоэффективности проекта 3,5 по пятибалльной шкале, что достаточно хорошо и говорит об эффективности использования технического проекта. Однако, у предложенного проекта слишком высокая стоимость световых приборов, а также приборов автоматики по сравнению с уже имеющейся, при одинаковых показателях, осветительной установки. Однако в ближайшей перспективе начальные затраты окупятся высокой производительностью животных.

Подводя итоги раздела, следует отметить:

1. Для обоснования коммерческого потенциала проекта были описаны потенциальные потребители результатов проекта (ими могут выступать различные отрасли промышленности России); выполнен анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения и сделан вывод, что современные светодиодные светильники, а также системы интеллектуального управления светом – новый виток развития светотехнической отрасли. Проведен SWOT-анализ проекта, который показал его наиболее сильные (снижение установленной мощности, низкое потребление электроэнергии и др) и слабые стороны (практически не изучено влияние светодиодного освещения на жизнедеятельность животных, высокие начальные затраты и др). Данные критерии могут положительно повлиять на поиск потенциальных потребителей результатов проекта. Однако его высокая стоимость, обуславливающая уникальность проекта, направленная на экономию электроэнергии, может отрицательно сказаться на расширении целевого рынка.

2. При планировании проекта была построена ленточная диаграмма Ганта, которая позволяет отслеживать и координировать работу исполнителей в ходе реализации проекта. Общая продолжительность проектных работ составила 93 рабочих дней.

3. Оценка ресурсоэффективности проекта выявила ряд значительных преимуществ проекта, по сравнению с имеющейся на производстве ОУ,

однако высокая стоимость световых приборов, и, внедренная система управления освещением, делает установку менее рентабельной. Таким образом, проект можно считать эффективным и целесообразным.