

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

Институт физики высоких технологий
 Направление подготовки 12.03.02 «оптотехника»
 Кафедра лазерной и световой техники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технология и средства освещения животноводческих ферм

УДК 628.977.9

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В21	Ахмад Максим Баширович	<i>Ахмад</i>	3.06.16г.

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент каф. ЛиСТ	Коржнева Т.Г.		<i>Коржнева</i>	3.06.2016

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент каф. МЕН	Грахова Е.А.		<i>Грахова</i>	18.05.2016

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
проф. каф. ЭБЖ	Назаренко О.Б.	д.т.н.	<i>Назаренко</i>	21.04.16.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
зав. каф. ЛиСТ	Яковлев А.Н.	к.ф.-м.н.		

Томск – 2016 г.

Планируемые результаты обучения

Выпускник ООП по подготовке бакалавров «Оптотехника» должен демонстрировать результаты обучения (освоения программы), представленные в табл.2.

Таблица 2

Планируемы результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять глубокие естественнонаучные, математические, гуманитарные, общепрофессиональные знания в области оптотехники
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 оптотехники
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 оптотехники
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

Р9	Уметь эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность <i>следовать корпоративной культуре</i> организации
Р10	Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам научной, педагогической и производственной деятельности
Р11	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 «Оптотехника»
Кафедра лазерной и световой техники

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой
_____ А. Н. Яковлев

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
4В21	Ахмад Максим Баширович

Тема работы:

Технология и средства освещения животноводческих ферм	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	12.06.2016г.
--	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Рабочая документация объекта исследования (здания коровника с родильным блоком), фотографии.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке	<ol style="list-style-type: none">1. Аналитический обзор литературных источников на тему: результаты исследований по освещению животноводческих помещений; световой режим и его влияние на физиологическое состояние организма животных.2. Аналитический обзор литературных источников на тему: технические средства и методы для освещения животноводческих помещений; сравнительная характеристика температурных,

	газоразрядных и светодиодных источников освещения животноводческих помещений; исследование естественного освещения животноводческих зданий. 3. Расчет времени использования естественного и искусственного освещения ферм для светоклиматических условий Сибири. Управление искусственным освещением в помещениях в зависимости от уровня естественного освещения. 4. Проектирование осветительной установки здания коровника с родильным блоком. Технико-экономический расчет.
Перечень графического материала	Светотехнический раздел проекта: Трехмерная модель объекта исследования, построенная в программе Dialux; План расположения осветительных приборов и график значений освещённостей.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Е.А. Грахова, ассист. каф. МЕН
Социальная ответственность	О.Б. Назаренко, проф. каф. ЭБЖ
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	20.09.2015г.
---	--------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Подпись	Дата
Ассистент	Т.Г. Коржнева		20.09.2015г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В21	М. Б. Ахмад		20.09.2015г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
4В21	Ахмад Максим Баширович

Институт	ИФВТ	Кафедра	ЛИСТ
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	12.02.03 «Оптотехника»

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

<p>1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i></p>	<p>При проведении проекта используется материально-техническая база СПК «Белосток». Примерная стоимость проекта оценивается в 3,5 млн. рублей В проекте задействованы 2 человека: руководитель проекта, инженер-разработчик</p>
<p>2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i></p>	<p>В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность»</p>
<p>3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i></p>	<p>Отчисления во внебюджетные фонды – 27,1 % от ФОТ, учитывая понижающую ставку согласно п.3 п.п. 16 ст. 149 НК РФ</p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i></p>	<p>1. Потенциальные потребители результатов проекта 2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения 3. Провести SWOT-анализ в качестве оценки потенциала и перспективности реализации проекта.</p>
<p>2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i></p>	<p>1. Планирование работ по проекту (цели и результат проекта, структура и перечень работ, разработка графика проекта) 2. Бюджет проектной работы</p>
<p>3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i></p>	<p>Оценка сравнительной эффективности осветительной установки со светодиодными источниками света в сравнении с эффективностью осветительной установки с применением газоразрядных ламп</p>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<p>1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i> 2. <i>Матрица SWOT</i> 3. <i>Диаграмма Ганта</i> 4. <i>Бюджет проекта</i></p>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент. Каф. МЕН	Грахова Е. А.			19.04.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4B21	Ахмад Максим Баширович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4В21	Ахмад Максим Баширович

Институт	ИФВТ	Кафедра	Лист
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	12.03.02 «Оптотехника»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Рабочее место: учебная аудитория Томского политехнического университета № 248, корпус 16-в;</p> <p>Вредные факторы рабочей зоны:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Отклонение показателей микроклимата в помещении; • Повышенный уровень шума на рабочем месте; • Недостаточная освещенность рабочей зоны; • Нервно-психические перегрузки. <p>Опасный фактор рабочего места инженера-проектировщика: Повышенный уровень статического электричества.</p>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>СП 2.2.1.1312-03 ГОСТ 12.1.003-2014 СН 23-05-95 ГОСТ 12.1.044-91 ГОСТ 12.010-76 ГОСТ 12.2.032-78 СН 181-70 СНиП 2.01.02-85*.</p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p>1. Основными факторами, характеризующими микроклимат производственной среды, являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> • температура; • подвижность и влажность воздуха. <p>Оптимальные и допустимые метеорологические условия температуры и влажности устанавливаются согласно СП 2.2.1.1312-03.</p> <p>Для поддержания нормальных параметров микроклимата в рабочей зоне применяется автоматическая система кондиционирования и отопление.</p> <p>2. Повышенный уровень шума на рабочем месте нередко служит причиной снижения остроты зрения и уровня слуха, повышенного кровяного давления и притупленного внимания. Шум на рабочем месте создается внутренними источниками, но не превышает допустимого значения.</p> <p>3. Недостаточная освещенность способствует возрастанию нагрузки на органы зрения и</p>
--	--

	<p>приводит к утомляемости организма. Естественное освещение должно удовлетворять СН 23-05-95, освещение аудитории выполнено на высоком уровне и удовлетворяет всем требованиям.</p> <p>4. Нервно-психические перегрузки могут привести перенапряжению зрительного аппарата, раздражительности, неудовлетворенности работой, вследствие чего возникновению проблем со сном, болях в мышцах, шее и пояснице. Решением данной проблемы стало ненормированное расписание работы, при возникновении эмоциональной перегрузки работник может покинуть рабочее место до восстановления.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>Повышенный уровень статического электричества подразумевает опасность поражения человека электрическим током, он существует во всех случаях, когда используются электрические установки и оборудование. Для этого проводятся следующие мероприятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Наличие изоляции на всех токоведущих проводниках; • Для подключения приборов должны использоваться только стандартные электрические разъемы; • При проведении работ с включенными приборами строго соблюдается инструкция по технике безопасности; • Запрещено использование в работе неисправных приборов; <p>Лаборатория удовлетворяет приведенным выше требованиям, поэтому ее можно отнести к помещениям без повышенной опасности поражения людей электрическим током.</p>
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Негативное воздействие объекта на окружающую среду отсутствует.</p>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p>Наиболее типичной чрезвычайной ситуацией для учебного корпуса является пожар. В целях предотвращения возгорания необходимо соблюдать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием.</p> <p>Помещение лаборатории, в которой проводилась работа над ВКР, можно отнести к первой степени огнестойкости. Предусмотренные средства пожаротушения (согласно требованиям противопожарной безопасности СНиП 2.01.02-85): огнетушитель ручной углекислотный ОУ-5, пожарный кран с рукавом и ящик с песком (в коридоре).</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения без-ти</p>	<p>Рабочее место должно соответствовать</p>

зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество; рабочий стул должен иметь дизайн, исключающий опемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте; рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам. В соответствии с СН-181-70 выполнены рекомендации по окраски стен в аудитории.
---	---

Перечень графического материала:

При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
проф. каф. ЭБЖ	Назаренко О. Б.	д.т.н.	<i>О.Б. Назаренко</i>	21.04.16.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В21	Ахмад Максим Баширович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 84 с., 18 рис., 2 диаг., 24 табл., 37 источников, 2 прил.

Ключевые слова: освещение животноводческих помещений, осветительная установка, светодиоды, производительность, ферма СПК «Белосток».

Объектом исследования является ферма СПК «Белосток».

Цель работы – исследование влияния различных уровней освещенности и источников освещения на физиологическое состояние и молочную продуктивность коров при содержании их в широкогабаритном типовом коровнике, а также разработка и внедрение практических рекомендаций в производство.

В процессе исследования проводились оценочные мероприятия по качеству освещения на ферме СПК «Белосток», с. Пудовка, Томская область. Был создан проект осветительной установки со светодиодными светильниками и предложена система управления освещением на объекте.

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

Степень внедрения: проведено исследование, выдвинуты рекомендации.

Область применения: животноводческие помещения производственного типа.

Экономическая эффективность/значимость работы: настоящая работа служит фундаментом для дальнейшего изучения области освещения животноводческих ферм различного направления.

В будущем планируется проведение дополнительных работ в направлении модернизации осветительной установки фермы «Белосток», а также создание собственного светильника для внедрения в производство.

Сокращения

В данной работе применены следующие сокращения:

ДНаТ – дуговая натриевая трубчатая лампа

ДРИ – дуговая ртутная лампа и изучающими добавками

ДРЛ – дуговая ртутная люминесцентная 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

РЛВД – ртутная лампа высокого давления

СП – световой прибор

СПК – сельскохозяйственный производственный кооператив

УФ – ультрафиолетовое излучение

ЩО – щит освещения

Оглавление

Введение	16
Глава 1. Сущность вопроса по освещению ферм крупного рогатого скота	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.....	27
Глава 2. Исследования технических средств на процесс освещения животноводческих помещений	30
2.1. Технические средства и методы для освещения животноводческих помещений.....	30
2.2. Сравнительная характеристика температурных, газоразрядных и светодиодных источников освещения животноводческих помещений....	34
Глава 3. Анализ осветительной установки на ферме СПК«Белосток», с. Пудовка	38
3.1. Осветительная установка на объекте.....	38
3.2. Проект осветительной установки.....	42
3.3. Источники света.....	45
3.4. Управление освещением на молочной ферме.....	46
3.5. Экономическая и производственная эффективность проекта.....	48
Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	50
4.1. Потенциальные потребители результатов проекта.....	50
4.2. Анализ конкурентных технических решений.....	51
4.3. SWOT–анализ.....	53

4.4. Планирование проекта.....	54
4.4.1. Структура работ.....	54
4.4.2. Определение трудоёмкости выполнения работ.....	55
4.4.3. Разработка графика проекта.....	57
4.5. Бюджет проектной работы.....	60
4.5.1. Расчет материальных затрат проекта.....	60
4.5.2. Расчет амортизационных отчислений.....	61
4.5.3. Основная и дополнительная заработная плата.....	61
4.5.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)....	62
4.5.5. Накладные расходы.....	62
4.5.6. Формирование бюджета затрат на реализацию проекта.....	63
4.6. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), социальной и экономической эффективности исследования.....	63
Глава 5. Социальная ответственность.....	66
5.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов.....	67
5.2 Производственная санитария.....	68
5.2.1 Шум.....	68
5.2.2 Микроклимат.....	68
5.2.3 Электромагнитное излучение.....	69
5.2.4 Ионизирующее излучение.....	70
5.2.5 Освещенность.....	71
5.3 Электрическая безопасность.....	73
5.4 Пожарная безопасность.....	75
5.4.1 Оценка пожарной безопасности помещения.....	76
5.4.2 Мероприятия по устранению и предупреждению пожаров.....	76
5.5 Охрана окружающей среды.....	77
Заключение.....	81
Список использованных источников.....	82
Приложение А План сети освещения молочной фермы.....	85

Приложение Б Принципиальная однолинейная схема ЩО.....	86
--	----

Введение

Освещение животноводческих помещений – это одна из многочисленных отраслей светотехники. Целенаправленное развитие молочной отрасли в целом имеет исключительно важное значение в обеспечении населения необходимыми продуктами питания, а также укрепляет продовольственную независимость страны.

Приоритетным направлением развития молочной индустрии следует считать повышение продуктивности животных (увеличение их удоев) и снижение затрат на производство молока. Для этого необходимо создать условия для содержания животных, отвечающие современным требованиям. При создании искусственной среды обитания для сельскохозяйственных животных особая роль отводится световому режиму, который наиболее полно раскрывает функциональные возможности организма.

Именно поэтому целью данной работы являлось изучение влияния различных уровней и источников освещения на физиологическое состояние коров и их молочную продуктивность.

Для достижения поставленной задачи решались следующие задачи:

- 1) Рассмотреть роль освещения для увеличения продуктивности крупного рогатого скота;
- 2) Изучить влияние различных участков оптического диапазона (ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучения) на физиологические показатели и продуктивные качества коров;
- 3) Обосновать оптимальный уровень освещенности при содержании коров;
- 4) Разработать проект реконструкции осветительной установки молочной фермы, удовлетворяющую необходимым светотехническим параметрам на примере сельскохозяйственного производственного кооператива «Белосток», с. Пудовка, Кривошеинский район, Томская область;
- 5) Определить экономическую эффективность проекта реконструкции

Объект исследования: ферма СПК «Белосток», с. Пудовка, Кривошеинский район, Томская область.

Предмет исследования: осветительная установка фермы СПК «Белосток».

Глава 1. Сущность вопроса по освещению ферм крупного рогатого скота

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 [1].

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. [2].

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 [3].

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 [4].

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. [5].

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 [6].

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 [7].

По результатам исследований Л.И. Тихомировой [8] 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 1,038 трлн. кВт-часов. В сельском хозяйстве на освещение и облучение расходуется до 20 % всего объема потребления электроэнергии [9]. Стоимость 1 кВт-часа электроэнергии на данный момент составляет 3,44 – 5,30 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

Ультрафиолетовые лучи оказывают разностороннее действие на организм животных. В первую очередь они повышают иммунитет и способствуют организму противостоять различным инфекциям и заболеваниям. При дозировках в определенных количествах 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 надои увеличились до 19,135 литров. Третья группа животных, получавшая максимально-допустимое количество УФ облучения, в среднем за сутки отдавала 21,566 литров молока [10].

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 [11].

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 [9].

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 [12].

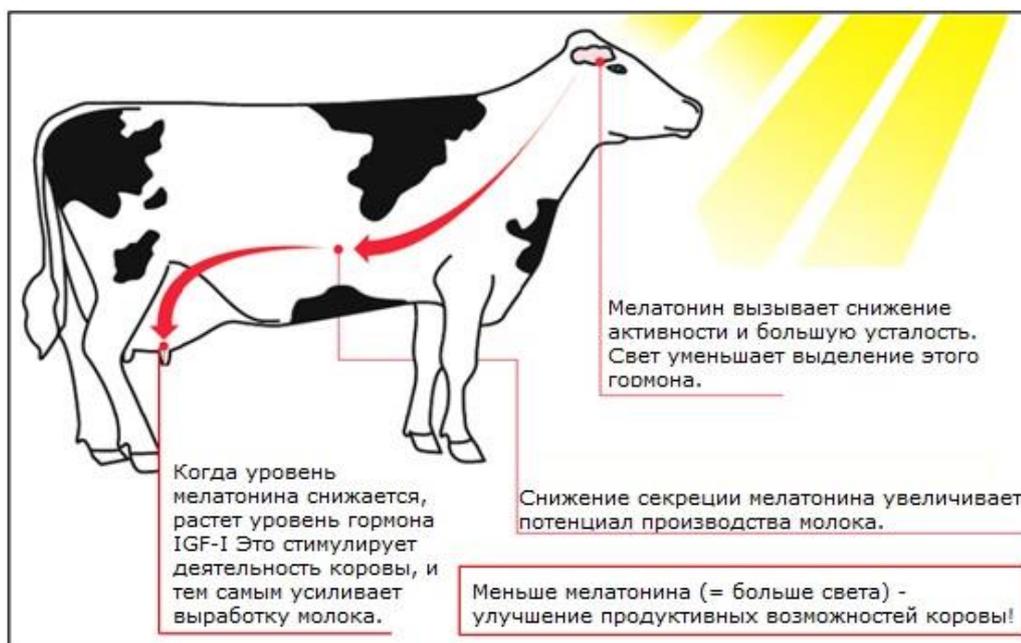


Рисунок 1 – Влияние света на продуктивность коровы (рис. из [12])

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 [13].

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 гг. (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.

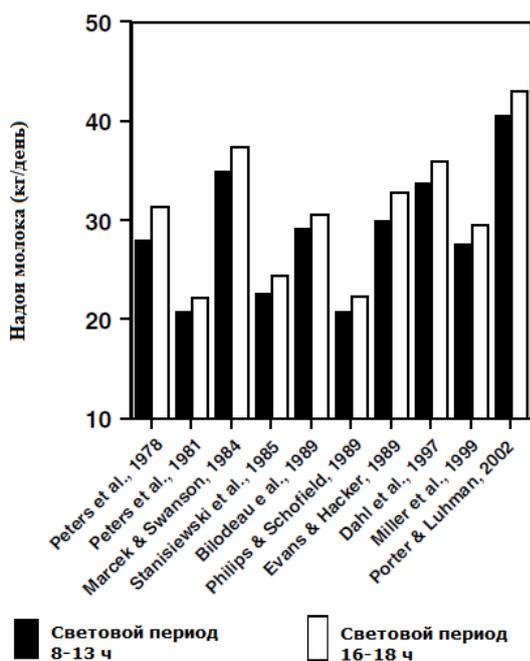


Рисунок 2 – Зависимость надоев молока от светового периода (рис. из [13])

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) [14].

Таблица 2 – Нормы освещенности животноводческих помещений [14]

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 [15].

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 [16].

Выбор типа светильников определяется их светораспределением, обеспечивающим нормируемые уровни освещенности, условиями среды и строительными решениями помещений для крупного рогатого скота [16].

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) [16].

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 глуболежащие 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 [17].

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 [18].

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 на 250Вт	Лампа на 500 Вт	Лампа на 250 Вт	Лампа на 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

Глава 2. Исследования технических средств на процесс освещения животноводческих помещений

2.1. 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» [19] 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 %. На основании этих данных можно сделать вывод, что и в настоящее время объем производства ламп накаливания продолжает снижаться. Параметры ламп накаливания приведены в таблице 6.

Таблица 6 – параметры ламп накаливания

Технические характеристики	Лампы накаливания
Срок службы ламп накаливания, часов	Не более 1000
Световая отдача, лм/Вт	Не превышает 17,5
Выделение тепла при горении, %	Высокое, до 90
Устойчивость к перепадам напряжения	Низкая устойчивость
Допустимая температура окружающей среды, °С	От минус 60 до плюс 100
Цветовая температура, К	2700
Индекс цветопередачи, R _a	Близок к 100
Пульсация излучения	Малозаметная
Специальная утилизация	Не требуется
КПД, %	Не превышает 15

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, стабилизируя 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 7.

Таблица 7 – основные параметры люминесцентных ламп.

Технические характеристики	Люминесцентные лампы
Срок службы ламп накаливания, 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
Пульсация излучения	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, пульсация 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 [15].

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 [15]. 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 вобрали 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 [15]. 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. Таковы являются светодиоды. Параметры светодиодных источников света приведены в таблице 8.

Таблица 8 – основные параметры светодиодных ламп.

Технические характеристики	Светодиодные лампы
Срок службы ламп накаливания, 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	2000 – 6500
Индекс цветопередачи, R _a	80-90
Пульсация излучения	Низкая
Специальная утилизация	Не требуется
КПД, %	70 – 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 120 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 светильников. Но если смотреть в будущее и просчитать расходы на электроэнергию, то выяснится, что использование новых источников света окупается уже в первый год эксплуатации.

2.2. Сравнительная характеристика температурных, газоразрядных и светодиодных источников освещения животноводческих помещений

Свет выполняет главную функцию центральной нервной системы – отвечает за стимулирующие или угнетающие процессы, происходящие в организме животных. По исследованиям отечественных ученых – Кудрявцева А.П., Чащегоровой Л.В., свет является своего рода раздражителем организма животных, в зависимости от спектрального состава, от интенсивности, а также от продолжительности применяемого излучения изменяет обмен жиров, белков, углеводов и минеральных веществ, что непосредственно влияет на продуктивность животных [20].

Подбор источника света для ферм КРС связан, в первую очередь, с его воздействием на организм животных, а также уровнем работ, которые выполняет обслуживающий персонал фермы. Далекое не последнее место занимает и технико-экономические показатели. Все современные источники света, испускающие видимое оптическое излучение, делятся на температурные, газоразрядные и светодиодные.

Типичным представителем температурных источников света являются лампы накаливания. Несмотря на федеральный закон 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» [19] лампы накаливания до сих пор применяются на животноводческих фермах, объясняется это простотой их эксплуатации и отсутствием специальных устройств при включении в электрическую сеть. Спектр ламп накаливания является сплошным, но в спектре преобладают желтые и красные лучи с длинами волн от 565 до 740 нм., а наряду с видимыми лучами эти источники излучения испускают и невидимые тепловые лучи, что снижает эффективность данного типа ламп на 80 – 90 %. Световая отдача ламп накаливания колеблется в пределах 12,6 – 17,5 лм/Вт. Срок службы данного типа ламп не превышает 1000 часов, а световой поток по мере старения лампы уменьшается и сдвигается в красную область

спектра. Индекс цветопередачи R_a более 90 – одно из немногих достоинств лампы накаливания.

К газоразрядным источникам света, применяющихся в животноводстве, относятся люминесцентные лампы и разрядные лампы высокого давления. Спектр излучения ЛЛ близок к дневному свету, данное явление обусловлено преобразованием ультрафиолетового излучения в видимый свет за счет применения люминофора. При такой особенности спектра, ведущие типы люминесцентных ламп создают положительную обстановку, чем лампы накаливания. Они также благоприятно влияют на работу зрения, уменьшают утомление глаз [21]. Световая отдача ЛЛ в несколько раз превышает световую отдачу у ламп накаливания и составляет 50 – 60 лм/Вт. Исходя из технико-экономических соображений люминесцентные лампы намного экономичнее, так как потребляют меньше электроэнергии и имеют более большой срок службы до 10000 часов. Индекс цветопередачи R_a варьируется от 60 до 80, это обусловлено спецификой применяемого люминофора, который наносится на внутреннюю поверхность колбы. Еще одним достоинством люминесцентных ламп является их малая яркость, это позволяет создавать в помещении равномерное освещение. Большую роль имеют и тепловые характеристики ЛЛ, горение ЛЛ сопровождается небольшим выделением тепла.

Многолетняя практика эксплуатации осветительных установок показала, что внедрение люминесцентного освещения значительно повысило качество световой среды в животноводческих помещениях, способствовало повышению продуктивности, улучшило условия труда обслуживающего персонала. Наряду с этим выявились и недостатки. Благоприятная температура воздуха, при которой наблюдается максимальная эффективность ЛЛ, равна 17 – 24° С. Снижение температуры ведет к уменьшению количества света, а при температуре ниже 0° С лампы работают неустойчиво и могут даже не зажечься. Невысокая температура колбы включенной ЛЛ

является благоприятной для мух и микроорганизмов, налипание которых на ее поверхность ведет к снижению светового потока в среднем на 35 % в течение года эксплуатации. Имеют место отказы стартеров и пускорегулирующей аппаратуры. Обслуживание осветительных установок с ЛЛ более трудоемко [9].

Дальнейшее совершенствование установок искусственного освещения животноводческих помещений связано с использованием маломощных РЛВД типов ДНаТ, ДРИ и ДРЛ. [9].

В частности ДРЛ имеют ряд преимуществ по сравнению с обычными ЛЛ: имеют большой световой поток, световая отдача достигает 95 лм/Вт и выше, меньшую зависимость от условий окружающей среды (лампы устойчиво работают в температурном режиме от минус 40 до плюс 80° С).

Светодиоды – полупроводниковые приборы с электронно-дырочным переходом, создающие оптическое излучение при пропускании через него электрического тока. Спектральные характеристики зависят от химического состава использованных в нем полупроводников. Основное излучение, которое испускает светодиод лежит в синей области спектра. Получить белый светодиод можно при использовании люминофора или аддитивным смешиванием трех цветов: красного, зеленого и синего. Применяя различные люминофоры, можно получать излучение различной цветовой температуры (2500-6000 К). Индекс цветопередачи R_a у светодиодов составляет 80-90. Данные показатели выше, чем у люминесцентных ламп. В процессе эксплуатации светодиод сгореть не может, выходит из строя только ПРА. Со временем световой поток светодиода падает, приблизительно на 15-20 % за 50000 часов эксплуатации. В качестве материала корпуса применяют алюминий, это обеспечивает хороший теплоотвод от светильников. Проблема теплоотвода весьма актуальна при производстве светодиодных светильников.

На сегодняшний день в сельском хозяйстве светодиодное освещение практически не внедрено. Это обусловлено большими капитальными

затратами. Наибольшей популярностью пользуются газоразрядные источники света, но и от ламп накаливания всё равно пока не отказываются.

В результате анализа литературных источников можно сделать вывод, что исследователи особое внимание уделяли влиянию режима освещения и интенсивности в животноводческих помещениях на общефизиологическое состояние животных.

Таким образом, анализируя литературные источники, следует сказать, что ученые часто приводят различные данные и рекомендации по освещенности животноводческих ферм. На данный момент недостаточно изученных остается проблема влияния источников искусственного света на продуктивные качества коров.

Глава 3. Анализ осветительной установки на ферме СПК «Белосток», с. 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.

3.1. Осветительная установка на объекте

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 [22]. 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" (фото взято из [22])

В нормах освещения сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений [14] 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 (производится в России, 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 75 Вт [23].



Рисунок 4 – Светильник НСП-26 (рис. из [23])

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 (рис 5.) [23].

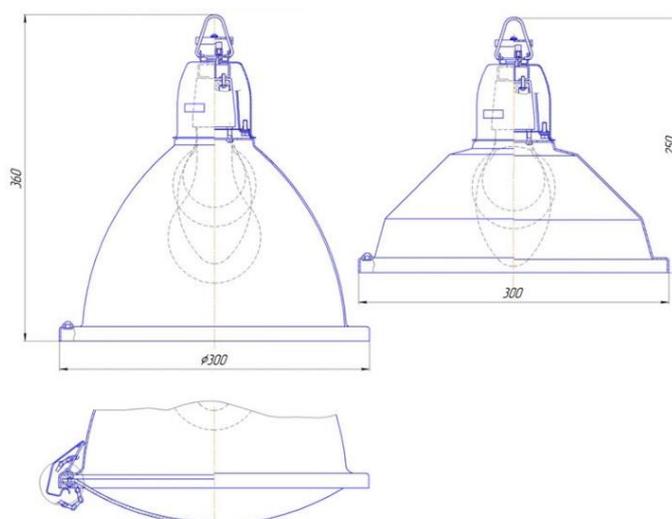


Рисунок 5 – Габаритные размеры светильника НСП-26 (рис. из [23])

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. 6). 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 [24].

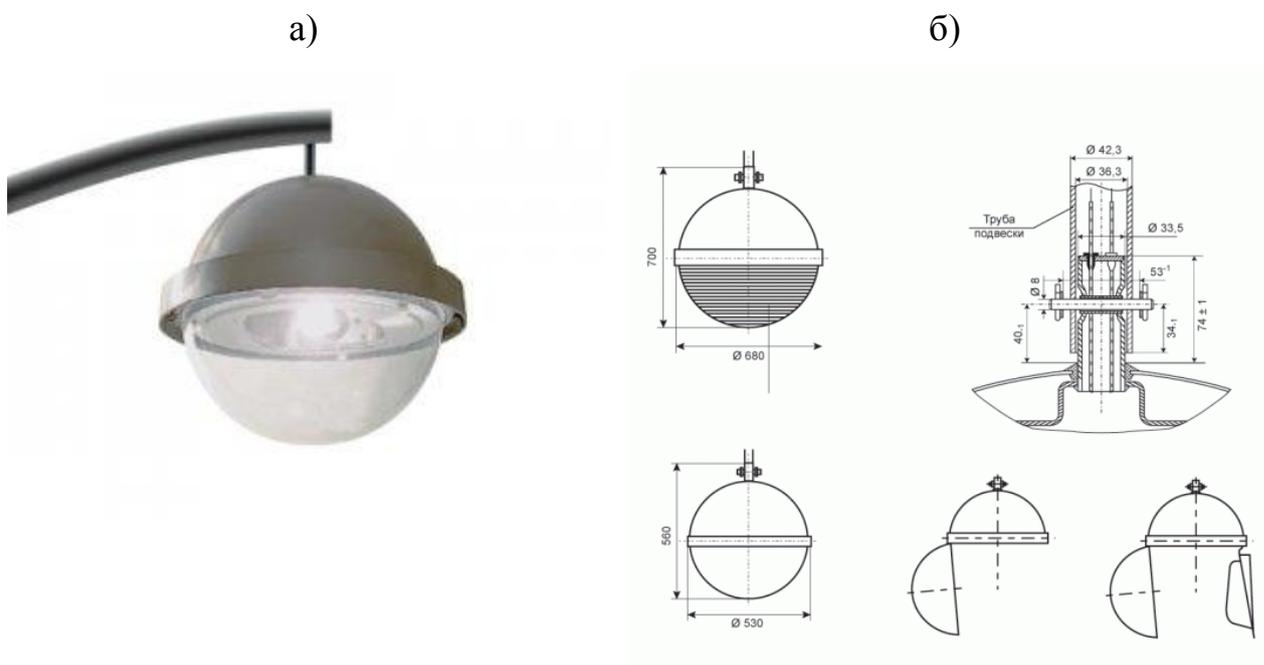


Рисунок 6 – а) Светильник типа ЖСУ24-250 (рис. из [24])

б) Габаритные размеры светильника (рис. из [24])

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 (рис.7)

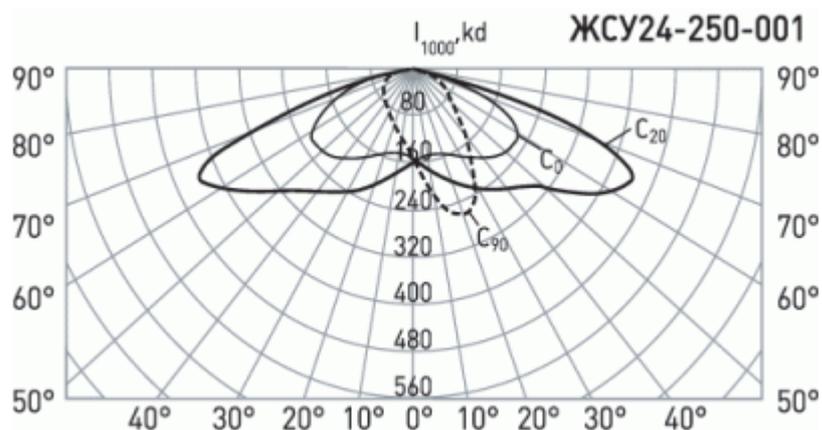


Рисунок 7 – КСС светильника ЖСУ24-250 (рис. из [24])

3.2. Проект осветительной установки

Ключевым параметром при проектировании новой осветительной установки было создание освещенности в 200 люкс на ферме. Светотехнические расчеты выполнены в программе DIALux. Результаты расчетов представлены на рисунках 8, 9, 10.

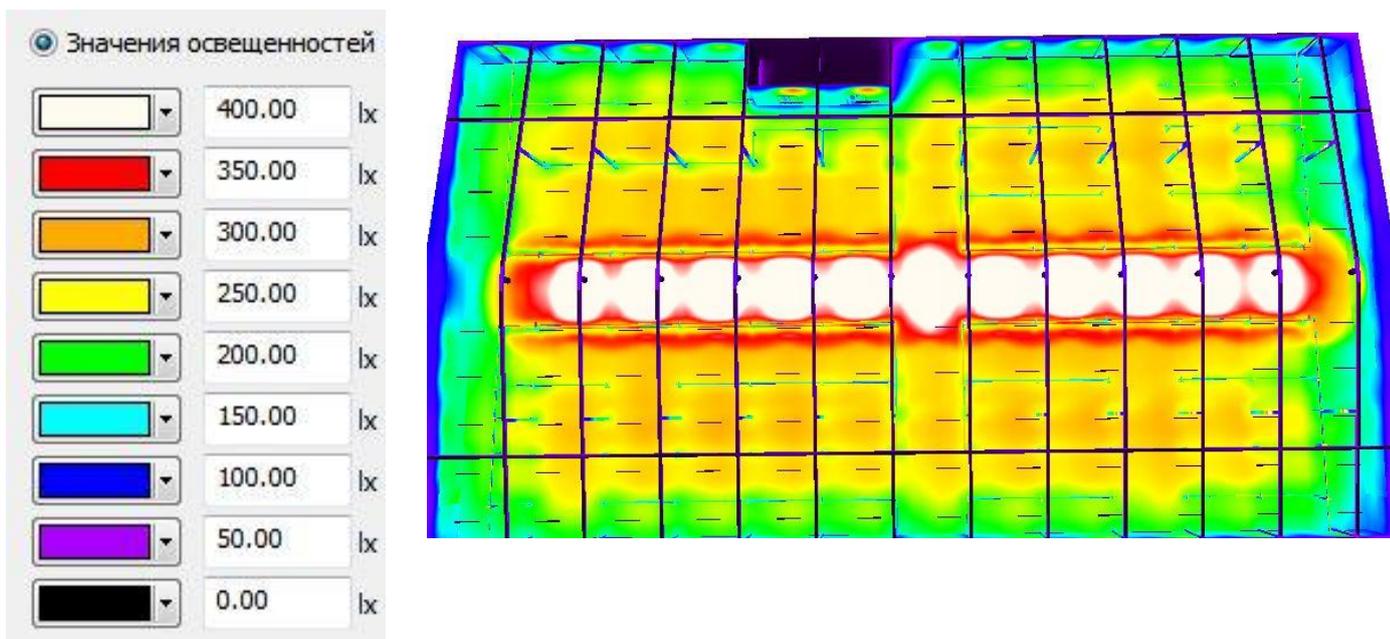


Рисунок 8 – Распределение освещенности, диаграмма фиктивных цветов

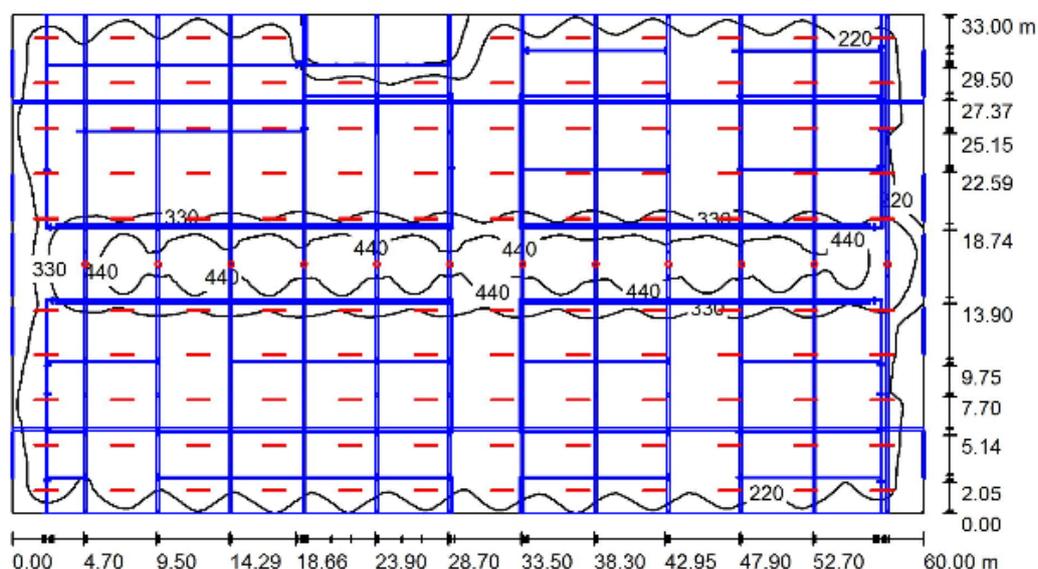


Рисунок 9 – Резюме по распределению освещенности

Высота помещения: 6.500 m, Коэффициент эксплуатации: 0.80

Значения в Lux, Масштаб 1:429

Поверхность	ρ [%]	E_{cp} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{cp}
Рабочая плоскость	/	289	8.83	531	0.031
Полы	54	268	9.41	482	0.035
Потолок	48	135	101	150	0.745
Стенки (4)	50	73	9.13	235	/

Рабочая плоскость:

Высота: 0.850 m
 Растр: 128 x 128 Точки
 Краевая зона: 0.000 m

Ведомость светильников

№	Шт.	Обозначение (Поправочный коэффициент)	Φ (Светильник) [lm]	Φ (Лампы) [lm]	P [W]
1	12	NLCO INB100-01-C-01 (1.000)	9313	12000	103.2
2	118	NLCO ISK50-03-C-01 (1.000)	4597	5100	53.1
			Всего: 654238	Всего: 745800	7504.2

Растр: 128 x 128 Точки

E_{cp} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{cp}	E_{min} / E_{max}
269	9.76	481	0.036	0.020

Рисунок 10 – Результаты расчета программы

На рисунке 10 представлены результаты расчетов освещенности, данные приведены с учетом коэффициента запаса равным 1,4. Чтобы выявить преимущества и недостатки предложенной осветительной установки следует составить сравнительную таблицу (таблица 9).

Таблица 9 – Сравнительные параметры ОУ фермы

Технические параметры	Параметры старой ОУ	Параметры новой ОУ
Количество светильников, шт	75	260
Световая отдача, лм/Вт	76	134
Срок службы ламп, тыс. час	10000	80000
Установленная мощность, кВт	15,7	16,5
Уровень освещенности, лк	100	269

Проектные светотехнические параметры ОУ превосходят параметры базовой установки, это, в первую очередь, отражается на уровне освещенности и сроке службы ламп. Увеличив освещенность более чем в 2,5 раза, потребляемая мощность возросла всего лишь на 0,8 кВт, что говорит об энергосберегающем эффекте ОУ. На рисунке 11.а.,б. представлена реконструкция осветительной установки.

а)



б)



Рисунок 11 – Реконструкция осветительной установки на СПК «Белосток»

3.3. Источники света

Предложенная осветительная установка состоит из 260 светильников – ИВ100-01 в количестве 24 штук (рис.12) и ISK50-03-С-01 в количестве 236 штук (рис.13) с завода производителя Новый свет, г. Рязань, Россия.

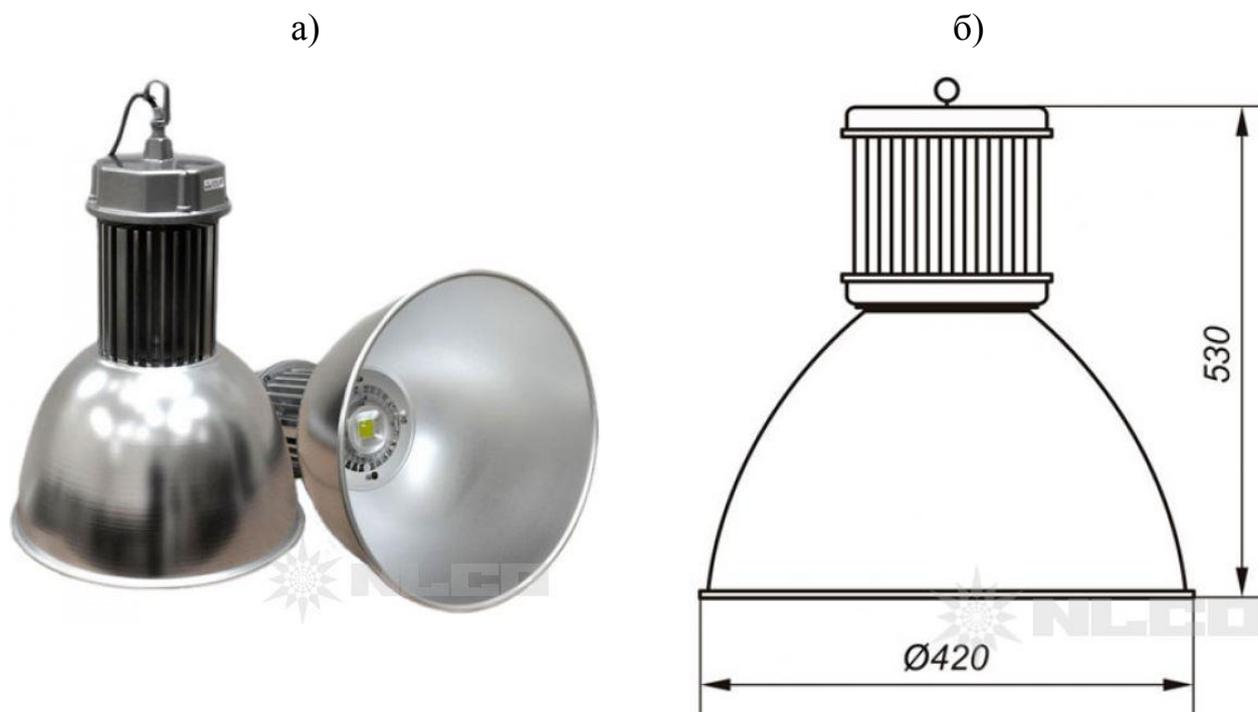


Рисунок 12 – Светильник ИВ100-01 (рис. из [25])

Светильники ИВ100-01 используются для освещения кормового стола. Корпус светильника изготовлен из литого под давлением алюминия, окрашен порошковой краской. Блок питания встроен в корпус светильника. Рассеиватель выполнен из анодированного алюминия. Отражатель имеет угол рассеивания до 120° . Защита корпуса осуществлена по стандарту IP65. Индекс цветопередачи светильника $R_a > 80$, в качестве излучающего тела используются светодиоды фирмы OSRAM. Цвет свечения светодиодов – дневной белый, это подтверждает цветовая температура 6000 К. Тип кривой силы света – косинусная [25].

ISK50-03-С-01 применяются для освещения боксов, в которых находятся животные. Корпус светильника сделан из литого под давлением алюминия. Оптическая часть светильника выполнена из матового

ударопрочного каленого стекла. Угол рассеяния составляет 115° . Светильник защищен от пыли и влаги по технологии IP66. В качестве излучающего тела используются светодиоды фирмы OSRAM. Цветовая температура 6000 К. Тип КСС – равномерная [25].

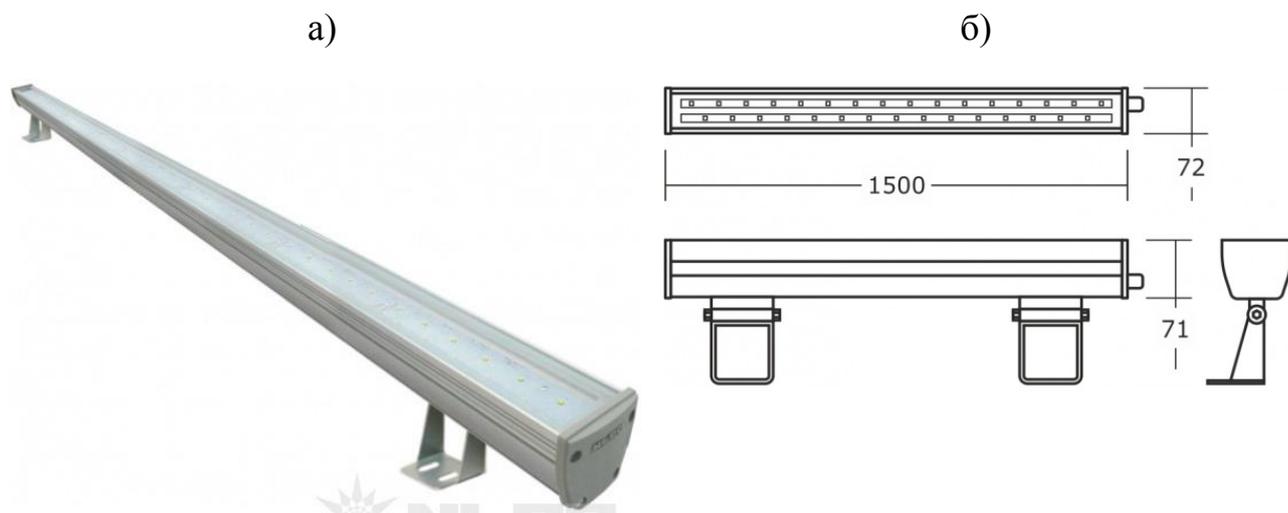


Рисунок 13 – а) Светильник ISK50-03-C-01 (рис. из [25])

б) Габаритные размеры светильника ISK50-03-C-01 (рис. из [25])

План сетей электроосвещения приведен в приложении А, однолинейная схема для ЩО также разработана и приведена в приложении Б.

3.4. Управление освещением на молочной ферме

Учитывая светоклиматические условия Сибири, когда зимой естественного света недостаточно и световой день длится 8-10 часов для животных важно сформировать их собственный микроклимат. Предполагается, что на ферме будет применяться система, включающая в себя несколько видов освещения. Полное освещение – все световые приборы работают на 100 %. Частичное освещение – используется в дневное и вечернее время, когда уровня естественной освещенности недостаточно. Ночное освещение – применяются маломощные светильники на 10 Вт, источником излучения служит красный светодиод. Система управления освещением может быть построена на базе контроллера K2000T и модулей аналогового управления K2010 (рис. 14 а, б) [26].

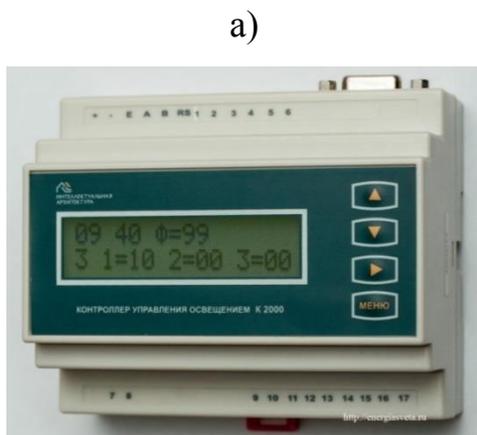


Рис. 14а – Контроллер K2000T
(рис. из [26])

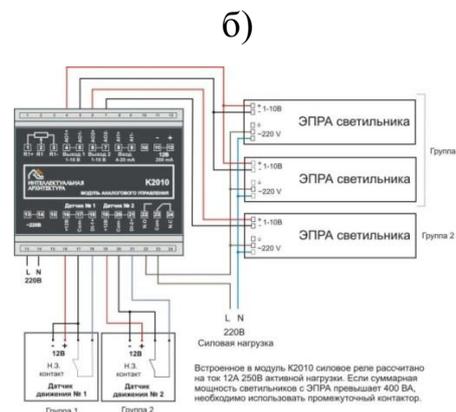


Рис. 14б – Модуль управления K2010
(рис. из [26])

Контроллер K2000T управляет световым потоком осветительной установки по заложенной программе – сутки разделены на 9 временных диапазонов и лампы меняют яркость от 5 % до 100 %.

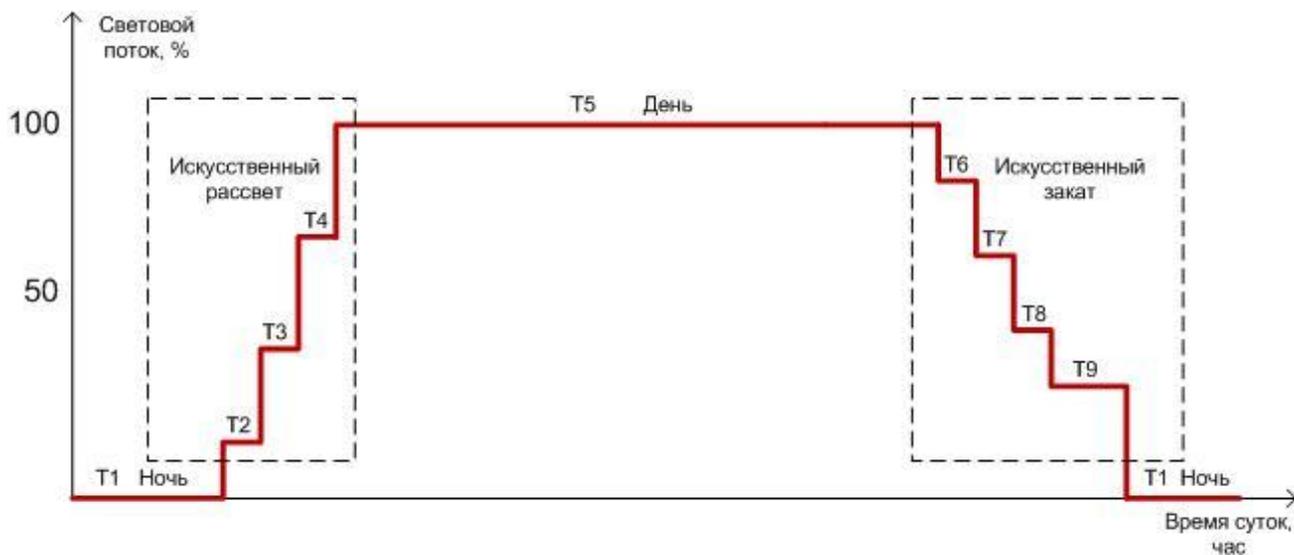


Рисунок 15 – Искусственный закат и рассвет (9 временных зон), рис. из [26]

Ночью освещение отключается полностью за исключением раздаточной кормовой зоны. В этой зоне установлены ночные светильники. Коровы не воспринимают красный свет, но он виден для человека. Это позволяет фермеру входить в коровник и контролировать своих животных, не мешая им отдыхать.

Так как на ферме «Белосток» имеется естественное освещение, то в схему автоматики добавляются датчики постоянной освещенности, которые

плавно дозируют уровень искусственного освещения в зависимости от уровня солнечного света, проникающего в здание фермы через окна.

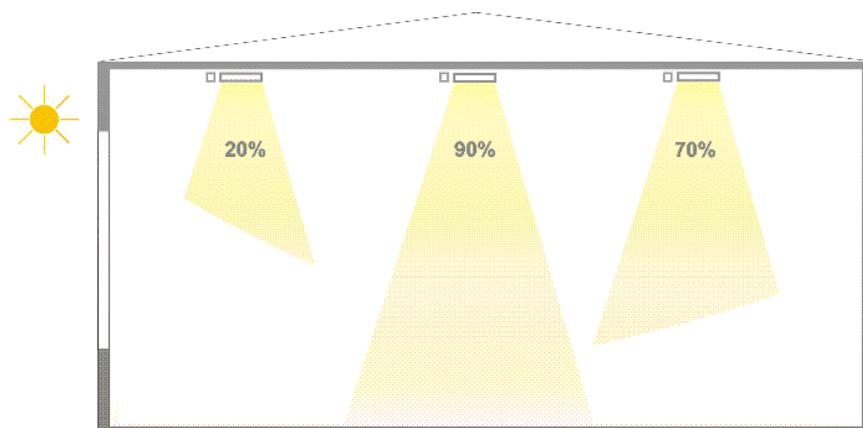


Рисунок 16 – Искусственное освещение с использованием датчиков освещенности (рис. из [26])

Минимальный комплект системы автоматике выбирается следующим образом:

- контроллер K2000T – 1 шт.;
- модуль K2010 – 1 шт. на каждые 100 светильников.

3.5. Экономическая и производственная эффективность проекта

Учитывая ежегодный рост тарифов на электроэнергию, оплата счетов становится непосильным бременем для фермеров. Для юридических лиц, занимающихся сельским хозяйством, существует понижающая ставка на оплату электроэнергии. В среднем по Томской области для юридических лиц на апрель 2016 года установлена цена в 3,34 руб/кВт·ч [27]. Говорить об экономической выгоде по оплате электроэнергии довольно-таки сложно. В летне-осенний период, когда солнечного света достаточно и световой день достаточно длинный искусственное освещение используется лишь в вечернее время и при пасмурной погоде. В зимне-весенний период, когда световой день короткий, искусственное освещение используется большую часть времени и соответственно затраты на оплату электроэнергии будут иными. Если же сравнивать осветительные установки, то проект новой ОУ по установленной мощности превосходит ОУ на объекте на 0,8 кВт. Цифра незначительная в масштабах фермы, но не стоит забывать и том, что

освещенность на объекте тоже увеличивается до необходимого уровня в 200 люкс.

Для примерной оценки затрат на электроэнергию выполним расчет имеющейся ОУ и предложенной ОУ за 1 месяц использования (таблица 10).

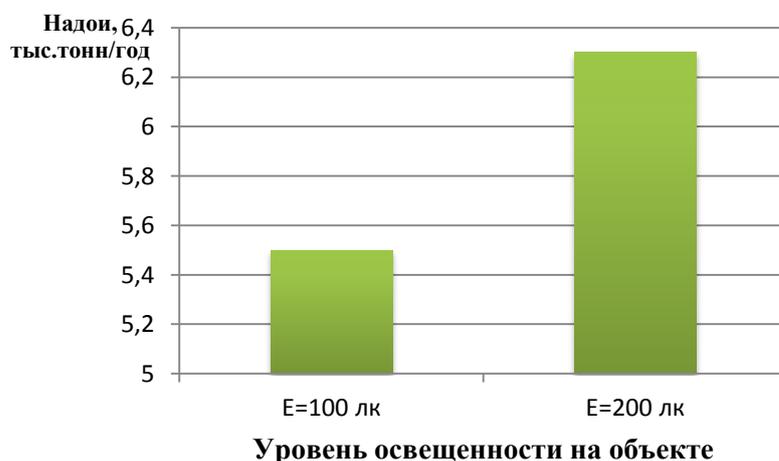
Таблица 10 – Оценка затрат на оплату электроэнергии

ОУ	Цена в летний период, руб.	Цена в зимний период, руб.
старая	7 865,7	22 023,96
новая	8 266,5	23 146,2

Из таблицы 10 видно, что цена в летний период значительно ниже, чем в зимний, а разница между имеющейся и предложенной ОУ составляет 400,8 рублей. В зимний период разница существеннее и равна 1122,24 рублей.

Оценивать производительность на данном этапе работы стоит по оценкам специалистов. Так при освещенности в 100 люкс ферма в год будет производить 5,5 тысяч тонн молока. Увеличив уровень освещенности на уровне пола и кормушек до 200 люкс, производительность фермы в среднем увеличится на 12-15 % и фермер получит дополнительные 700-800 тонн молока в год (диаграмма 2). За основу берется среднестатистическая молочная корова Айрширской породы, которая в день в среднем может давать 18,33 литров.

Диаграмма 2 – Зависимость надоев при разных уровнях освещенности



Глава 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. Потенциальные потребители результатов проекта

Деятельность ВКР связана с проектированием осветительных установок животноводческих помещений и в рамках работы над данным разделом необходимо провести анализ потребителей.

Проектная организация осуществляет ряд услуг в направлении производственного и промышленного освещения, соответственно, можно провести сегментацию рынка потребителей по критерию оказываемых услуг. В области производственного освещения наиболее часто осуществляются такие виды деятельности как создание новой осветительной установки, подготовка технических отчётов, а также замена осветительной техники. На рисунке 1 можно увидеть процентное соотношение востребованности услуг.

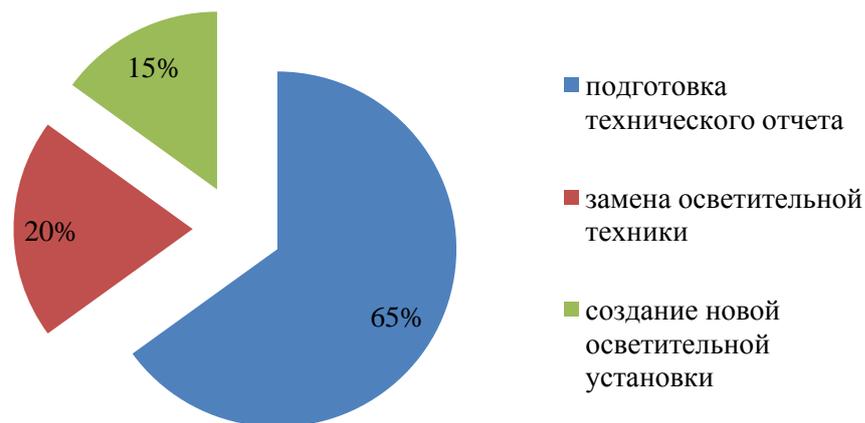


Рисунок 77. Диаграмма востребованности услуг в области производственного освещения

И для того, чтобы понять в каком направлении деятельности нужно развиваться создаётся карта сегментирования (табл. 11)

Таблица 11 – Карта сегментирования

	Создание новой осветительной установки	Замена осветительной техники	Подготовка технического отчета
ООО «СТРОЙПРОМТОРГ»			
ЗАО «Делаваль»			
ООО «РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОЕКТЫ»			
ВКР			

По результатам сегментирования можно считать, что услугами проектной организации могут воспользоваться владельцы молочных ферм, главы районных округов, в обязанности которых входит курирование развития производственной деятельности ферм. Из карты сегментирования можно видеть, что развитие проекта стоит проводить в направлении «Создание новой осветительной установки».

4.2. 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 (табл. 12).

Таблица 12 – 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	4	0,3	0,4
Надежность	0,1	2	2	0,2	0,2
Уровень шума	0,01	2	3	0,02	0,03
Безопасность	0,12	1	4	0,12	0,48
Простота эксплуатации	0,11	2	4	0,22	0,44
Экономические критерии оценки эффективности					
Конкурентоспособность продукта	0,1	4	2	0,4	0,2
Уровень проникновения на рынок	0,09	4	2	0,36	0,18
Цена	0,09	4	1	0,36	0,09
Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	3	5	0,3	0,5
Послепродажное обслуживание	0,09	2	5	0,18	0,45
Итого:	1	30	36	2,73	3,33

По результатам анализа сведений, представленных в таблице 2, 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 качественное исполнение

заказа поможет сохранить партнерские отношения для дальнейшего обслуживания объекта.

4.3. SWOT–анализ

SWOT–анализ представляет собой комплексный анализ исследования внешней и внутренней среды проекта (табл. 13).

Таблица 13 – SWOT–анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта (С):</p> <p>С₁. Низкий уровень потребления электроэнергии;</p> <p>С₂. Отсутствие дополнительных работ на ОУ;</p> <p>С₃. Долгий срок службы;</p> <p>С₄. Соответствие современным тенденциям и требованиям.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта (СЛ):</p> <p>Сл₁. Высокая стоимость СП;</p> <p>Сл₂. Сложность в ремонте.</p>
<p>Возможности (В):</p> <p>В₁. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ,</p> <p>В₂. Появление дополнительного спроса на новый продукт,</p> <p>В₃. Повышение стоимости конкурентных разработок</p>	<p>В течение работы над проектом будет разработана ОУ с меньшим уровнем энергопотребления, которая позволит повысить популярность светодиодных технологий</p>	<p>Использование инфраструктуры ТПУ</p>
<p>Угрозы (У):</p> <p>У₁. Введение дополнительных требований к ОУ спортивных сооружений</p> <p>У₂. Отсутствие спроса</p> <p>У₃. Преждевременный выход из строя СП</p>	<p>Долгий срок службы СП может вызвать «переполнение» рынка.</p>	<p>В случае выхода из строя СП произвести ремонт самостоятельно потребитель не сумеет. В связи с этим, необходимы дополнительные рекомендации по эксплуатации.</p>

Исходя из SWOT-анализа, можно сделать выводы, что текущее предложение обладает такими сильными сторонами, как низкий уровень потребления электроэнергии, долгий срок службы, а также отсутствие дополнительных работ на ОУ. К недостаткам можно отнести высокую стоимость световых приборов.

4.4. Планирование проекта

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

4.4.1. Структура работ

Для выполнения научных исследований формируется группа, в состав которой входит научный руководитель и дипломник (таблица 14)

Таблица 14 – Перечень этапов, основных 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 необходимой документации по проекту	Научный руководитель, инженер.
	3	Календарное планирование работ	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	4	Изучение необходимой литературы	Инженер
	5	Изучение ОУ на СПК «Белосток»	Инженер
	6	Моделирование и реконструкция ОУ на объекте СПК «Белосток»	Инженер, научный руководитель
Обобщение и оценка результатов	7	Обработка полученных результатов после проведения реконструкции и моделирования	Научный руководитель, инженер.
	8	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель, инженер.
Составление отчета	9	Разработка 3D-модели	Инженер
	10	Оформление отчета проекта	Инженер

Защита отчета	11	Защита проекта	Инженер
---------------	----	----------------	---------

4.4.2. Определение трудоёмкости выполнения работ

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

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

В данном случае удобно использовать опытно-статистический метод, который можно реализовать двумя путями:

- методом аналогов;
- вероятностным методом.

По методу аналогов трудовые затраты определяются по работам, проведенным ранее, с помощью нескольких коэффициентов, таких как коэффициент новизны данного вида работ, коэффициент сложности данного вида работ. Значения данных коэффициентов определяются экспертным путем руководителями научно-исследовательских работ путем сопоставления с ранее законченными исследованиями и разработками. В связи с тем, что данная работа относится к числу поисковых работ, применение системы аналогов практически невозможно ввиду новизны работ, поэтому для определения ожидаемого значения продолжительности работ $t_{ож}$ применяется вероятностный метод – метод двух оценок t_{min} и t_{max} .

Таким образом, исходными данными являются следующие вероятностные оценки продолжительности каждой работы:

- оптимальная или минимальная (t_{min}) оценка продолжительности работы в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств;

– пессимистическая или максимальная (t_{max}) оценка продолжительности работы в предположении, что она будет выполняться при наиболее неблагоприятных условиях.

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 4 работ требуются специалисты:

– инженер (И);

– научный руководитель (НР).

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.;

$t_{ожi}$ – 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:

$$k = \frac{T_{\text{КГ}}}{T_{\text{КГ}} - T_{\text{ВД}} - T_{\text{ПД}}},$$

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

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

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

Определим длительность этапов в рабочих днях и коэффициент календарности:

$$k = \frac{T_{\text{КГ}}}{T_{\text{КГ}} - T_{\text{ВД}} - T_{\text{ПД}}} = \frac{365}{365 - 104 - 10} = 1.45,$$

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

4.4.3. Разработка графика проекта

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 15.

Таблица 15 – Временные показатели проведения научного исследования

Номер этапа	Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, $t_{раб}$
		t_{min} , чел.-дни	t_{max} , чел.-дни	$t_{ож}$, раб. дни		
1	Составление задания	1	2	1,4	1	1
2	Выбор направления проекта	1	2	1,4	1	1
3	Теоретические и экспериментальные исследования	17	23	19,4	1	20
4	Обобщение и оценка результатов	17	20	18,2	2	16
5	Составление отчета	43	63	51	1	51
6	Защита отчета	1	2	1,4	1	1
Итого:						90

По расчетным данным строится диаграмма Ганта (табл. 16)

Таблица 16 – Диаграмма Ганта

Номер этапа	Этап работы	Исполнители	T_{ki} , раб. дн.	Продолжительность выполнения работ										
				Март			Апр.			Май			Июнь	
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление задания	Р	1	■										
2	Выбор направления исследований	Д	1		■									
3	Теоретические и экспериментальные исследования	Р	20			■								
		Д			■									
4	Обобщение и оценка результатов	Р	16				■							
		Д				■								
5	Составление отчета	Р	51					■						
		Д						■						
6	Защита отчета	Д	1										■	

Примечание: Д – дипломник, Р – руководитель
■ – работа руководителя, ■ – работа дипломника

Из линейного графика видно, что проект будет завершен к середине июня.

4.5. Бюджет проектной работы

4.5.1. Расчет материальных затрат проекта

При планировании бюджета проекта должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям.

В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий, необходимых для выполнения проекта. Материальные затраты данного проекта представлены в табл. 17.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15% от стоимости материалов.

Таблица 17 – Материальные затраты

Наименование Единицы измерения	Единицы измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
Светильник ИНВ100	шт	24	17 000	408 000
Светильник ISK50	шт	236	5 000	1 180 000
Автоматический выключатель ТХЗ	шт	4	969	3 876
Кабель ВВГнг 3×2,5 мм ²	метр	1 650	50	82 500
Кабель ВВГнг 5×4 мм ²	метр	40	98	3 920
Щит освещения	шт	1	2 519	2 519
Канат для подвеса светильников	метр	2 000	35	70 000
Итого:				1 750 815
Транспортно-заготовительные расходы (15%)				262 622
Итого по статье С_м				2 013 437

4.5.2. Расчет амортизационных отчислений

Годовые амортизационные отчисления рассчитываются на основе норм амортизации:

$$A_{\text{год}} = K \cdot \frac{H_A}{100},$$

где: K – капитальные вложения в светотехническое оборудование;

H_A – проценты отчислений на амортизацию.

Проценты на амортизацию для светильников принимаем 5 %, тогда сумма годовых отчислений на амортизацию равна:

$$A_{\text{год}} = 0,05 \cdot 1591876 = 79593,8 \text{ рублей}$$

4.5.3. Основная и дополнительная заработная плата

Основная заработная плата состоит из тарифной платы работников непосредственно связанных с созданием проекта, включая премии и доплаты. Заработная плата исполнителей рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{зп}} = 1,3 \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}),$$

где $З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата;

1,3 – районный коэффициент для г. Томска.

Дополнительная заработная плата ($З_{\text{доп}}$) исполнителей равна 15 % от основной заработной платы.

Проведем расчет заработной платы относительно того времени, в течение которого работал руководитель и дипломник (табл. 18). Принимая во внимание, что за час работы руководитель получает 450 рублей, а студент 100 рублей (рабочий день 8 часов).

Таблица 18 – Расчет заработной платы

Исполнители	Кол-во дней	З _{день} , руб./день	З _{осн} , руб.	З _{доп} , руб.	З _{зп} , руб.
Руководитель	40	3 600	144 000	21 600	215 280
Дипломник	90	800	72 000	10 800	107 640
Итого					322 920 рублей

4.5.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды – это обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФР) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников. В 2016 году общие тарифы страховых взносов (ставки ПФР, ФСС, ФФОМС) не изменятся по сравнению с 2015 годом, и их суммарный процент будет равен 30. Взносы в ТФОМС в 2016 году также проводиться не будут, так как заменены на платеж в ФФОМС.

Таблица 19 – Ставки

Ставки	2010 г.	2015 г.	2016 г.
Ставки ПФР	20%	22%	22%
Ставки ФСС	2,9%	2,9%	2,9%
Ставки ФФОМС	1,1%	3,1%	5,1%
Ставки ТФОМС	2%	2%	0%

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%.

Таблица 20 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	З _{зп} , руб.	З _{внеб} , руб.
Руководитель проекта	215 280	58 340,88
Студент-дипломник	107 640	29 170,44
Итого		87 511,32

4.5.5. Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = \left(\sum \text{статей} \right) \cdot K_{\text{нр}}$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Таким образом, наибольшие накладные расходы равны:

$$Z_{\text{накл}} = 2423868,32 \cdot 0,16 = 387818,93 \text{ рублей}$$

4.5.6. Формирование бюджета затрат на реализацию проекта

Полная смета затрат на исполнение проекта приведена в таблице 21.

Таблица 21 – Расчет бюджета затрат на проект

Наименование статьи	Сумма, рублей	Примечание
Материальные затраты	2 013 437	Таблица 7
Затраты на оплату труда исполнителей	322 920	Таблица 8
Отчисления во внебюджетные фонды	87 511,32	Таблица 10
Накладные расходы	987 818,93	16 % от всех статей
Амортизационные отчисления	79 593,8	5 % от стоимости светильников
Бюджет затрат	3 491 281,05	Общая сумма статей

Общая сумма расходов на осуществление проекта составляет 3491281,05 рублей. Наибольшие расходы приходятся на закупку необходимых светотехнических приборов. Также высоки затраты и на оплату труда исполнителей, но, если проект реализовывать от лица НИ ТПУ, кафедры Лазерной и световой техники данную графу в смете можно серьезно разгрузить, так как за восьмичасовой рабочий день руководитель проекта получает порядка 727,72 рублей, а студент 325 рублей.

4.6. 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.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 22).

Таблица 22 – 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 по сравнению с уже имеющимися при одинаковых показателях осветительной установки.

Подводя итоги раздела, следует отметить:

1. Для обоснования коммерческого потенциала проекта были описаны потенциальные потребители результатов проекта (ими могут выступать владельцы молочных ферм, главы районных округов, в обязанности которых входит курирование развития производственной деятельности ферм); выполнен анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения и сделан вывод, что современные светодиодные светильники – новый виток развития светотехнической отрасли; Проведен SWOT-анализ проекта.

2. При планировании проекта была построена ленточная диаграмма Ганта, которая позволяет отслеживать и координировать работу исполнителей в ходе реализации проекта. Общая продолжительность проектных работ 90 рабочих дней;

3. Составлена смета, из которой следует, что для выполнения проекта потребуется 3491281,05 рублей, учитывая заработную плату исполнителей проекта, а также различные социальные отчисления.

4. Оценка ресурсоэффективности проекта выявила ряд значительных преимуществ проекта, по сравнению с имеющейся на производстве ОУ, однако высокая стоимость световых приборов делает установку менее рентабельной.

Таким образом, проект можно считать эффективным и целесообразным

Глава 5. Социальная ответственность

Изучение и решение проблем, связанных с обеспечением здоровых и безопасных условий, в которых протекает труд человека – одна из наиболее важных задач в разработке новых технологий и систем производства.

Безопасность жизнедеятельности человека зависит от следующих причин: характер труда и его организация, организация рабочего места, наличие опасных и вредных факторов на рабочем месте, а также взаимоотношение с трудовым коллективом.

Изучение и выявление возможных причин производственных несчастных случаев, профессиональных заболеваний, аварий, взрывов, пожаров и разработка мероприятий и требований, направленных на устранение этих причин позволяют создать безопасные и благоприятные условия для труда человека.

Анализ санитарно-гигиенических условий труда будет проводиться применительно к рабочему месту студента, на котором разрабатывается проект выпускной квалификационной работы. Основным рабочим местом служила аудитория Томского политехнического университета (№248, к. 16 в). На время выполнения проекта студент выполняет функции инженера-проектировщика.

Большая часть работ выполняется на персональном компьютере, что приводит к дополнительным, вредным воздействиям целой группы факторов, снижающих производительность труда.

Длительная работа на ПЭВМ может отрицательно воздействовать на здоровье человека. ПЭВМ, а особенно монитор персонального компьютера, является источником электростатического поля; слабых электромагнитных излучений в низкочастотном и высокочастотном диапазонах (2 Гц – 400 кГц); рентгеновского излучения; ультрафиолетового излучения; излучения видимого диапазона и инфракрасного излучения.

5.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов

Работа инженера-проектировщика связана в основном с умственной деятельностью, нежели с физической, поэтому основная нагрузка падает на центральную нервную систему. Следовательно, условия труда оказывают влияние на деятельность мозга, органов зрения и слуха, кровообращение и дыхание человека. Для нормального функционирования организма человека и его жизнедеятельных процессов необходимы определенные условия.

Обеспечение безопасности жизнедеятельности человека в значительной мере зависит от правильной оценки опасных и вредных производственных факторов (таблица 23), которые могут привести к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья и заболеванию или снижению работоспособности [28].

Таблица 23 – Опасные и вредные факторы при проектировании осветительных установок [29]

Наименование вида работы	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Проектирование осветительной установки молочной фермы	1. Отклонение показателей микроклимата в помещении; 2. Повышенный уровень шума на рабочем месте; 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 4. Нервно-психические перегрузки.	1. Поражение электрическим током; 2. Пожаро-безопасность; 3. Региональная безопасность	СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 СНиП 41-01-2003 СанПиН 2.2.548-96 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 СНиП 23-05-95 ГОСТ 12.1.005-88

На практике вышеперечисленные факторы могут приводить к нарушению зрения, костно-мышечным нарушениям, возможности заболеваний кожи лица, нервным и психическим заболеваниям, нарушениям в функционировании биологических систем организма.

Таким образом, обеспечение условий высокопроизводительного и безопасного труда заключается в организации рабочего места и создании нормальных условий труда. При этом должны быть предусмотрены меры по предупреждению или снижению утомляемости работника. Основными параметрами, характеризующими условия труда, являются микроклимат, освещенность, шум, ПЭВМ, электричество.

5.2 Производственная санитария

5.2.1 Шум

Требования к уровню шума регламентируются СП 51.13330.2011 и уровень шума для помещения, в котором работает инженер-проектировщик, не должен превышать 50 дБА [30].

Одним из наиболее распространенных в производстве вредных факторов является шум. Он создается работающим оборудованием, преобразователями напряжения, работающими осветительными приборами искусственного света, а также проникает извне. При повышенном действии шума и вибрации ухудшаются условия труда, оказывает вредное воздействие на организм человека. Действие шума различно: он затрудняет разборчивость речи, вызывает снижение работоспособности, повышает утомляемость, вызывает необратимые изменения в органах слуха человека. Шум воздействует не только на органы слуха, но и на весь организм человека через центральную нервную систему. Ослабляется внимание, ухудшается память, снижается реакция, увеличивается число ошибок при работе.

Основным источником шума в кабинете являются вентиляторы блоков питания ЭВМ. Уровень шума колеблется от 35 до 40дБА. По СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 при выполнении основной работы на ПЭВМ уровень звука на рабочем месте не должен превышать 50дБА. Следовательно, можно считать, что кабинет соответствует рекомендуемым нормам.

5.2.2 Микроклимат

Одним из необходимых условий здорового и высокопроизводительного труда инженера-проектировщика в помещении является обеспечение

необходимых микроклиматических условий, являющихся важной характеристикой санитарно-гигиенических условий труда.

Проанализируем микроклимат в помещении, где располагается рабочее место проектировщика. Микроклимат определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Работа проектировщика по интенсивности общих энергозатрат организма в ккал/ч (Вт) относится к категории Ib. В таблице 24 в соответствии с [31] приведены оптимальные и допустимые значения характеристик микроклимата.

Таблица 24 – Оптимальные и допустимые значения характеристик микроклимата

Период года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Фактич. значение	Допустим. значение		Фактич. значение	Допустим. значение
Холодный	Iб	24...27	26,1...27	40	0,1	0,1
Теплый	Iб	22...25	24,1...28	50	0,14	0,18

Параметры микроклимата в помещении, где находится рабочее место, регулируются системой центрального отопления, естественной приточно-вытяжной вентиляцией, и имеют следующие значения: относительная влажность 50%, скорость движения воздуха 0,14 м/с летом и 0,1 м/с зимой, температура летом 22 – 25 °С, зимой 24 – 27 °С.

В рабочем помещении отсутствует принудительная вытяжная вентиляция. Имеется лишь естественная, то есть воздух поступает и удаляется через вытяжное вентиляционное отверстие, щели и дверь, а в летний период через окна. Основной недостаток такой вентиляции в том, что приточный воздух поступает в помещение без предварительной очистки и нагревания.

5.2.3 Электромагнитное излучение

Любые электрические приборы, а также мониторы и системные блоки производят электромагнитное излучение. Большая часть его происходит не от

экрана монитора, а от видеокабеля и системного блока. В портативных компьютерах практически все электромагнитное излучение идет от системного блока, располагающегося под клавиатурой. Современные машины выпускаются заводом-изготовителем со специальной металлической защитой внутри системного блока для уменьшения фона электромагнитного излучения.

Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений приведены в [32].

При защите от внешнего облучения, возникающего при работе с дисплеем, проводятся следующие мероприятия:

- установка регламентированных перерывов в работе – при 8-часовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы;
- установка дисплея на расстоянии от оператора не менее 60 – 70 см;
- использование дисплеев со встроенными защитными экранами.

В рабочем помещении все мониторы расположены на отдельных столах. Поэтому можно считать, что расположение компьютеров удовлетворяет требованиям СанПиН.

Наряду с мониторами на основе электронно-лучевой трубки применяют жидкокристаллические дисплеи (ЖК-мониторы). На всех переносных портативных компьютерах применяют ЖК-мониторы. В последнее время они находят применение и для настольных ПК. ЖК-мониторы потребляют значительно меньше энергии и практически полностью безопасны.

5.2.4 Ионизирующее излучение

При работе с компьютером источником ионизирующего излучения является дисплей. Под влиянием ионизирующего излучения в организме может происходить торможение функций кроветворных органов, нарушение нормальной свертываемости крови и увеличение хрупкости кровеносных сосудов, снижение сопротивляемости организма инфекционным заболеваниям и др.

Конструкция дисплеев и ПЭВМ должна обеспечивать мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана и корпуса дисплея не более 1 мбэр/час (100 мкР/час) [33].

Способы защиты: увеличение расстояния от источника излучения, применение приэкранных фильтров, специальных экранов и других средств индивидуальной защиты (очки, маски, фартуки и т.д.).

При выполнении выпускной квалификационной работы использовался ЖК-монитор – TFT LCD.

5.2.5 Освещенность

К современному производственному освещению, в том числе освещению помещения, предъявляются высокие требования как гигиенического, так и технико-экономического характера. Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, снижает нагрузку на органы зрения, оказывает положительное психологическое воздействие на работников, содействует повышению производительности труда.

Самые лучшие условия для полного зрительного восприятия создает солнечный свет (естественное освещение). Оно бывает боковым, верхним и комбинированным. В кабинете реализовано одностороннее естественное боковое освещение через один световой проем. Однако с помощью естественного бокового освещения помещение освещается крайне неравномерно и только в светлое время суток, поэтому в остальное время необходимо использовать общее искусственное освещение. В помещении применяется общее равномерное искусственное освещение. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300-400 лк, также предполагается установка светильника местного освещения для подсветки документов, но с таким условием, чтобы оно не создавало бликов на поверхности экрана и не увеличивало освещенность экрана более чем на 300 лк [34].

В качестве источников искусственного освещения на рабочем месте используются люминесцентные лампы, которые попарно объединены в светильники. Эти светильники располагаются над рабочими поверхностями в равномерно-прямоугольном порядке рис 18.

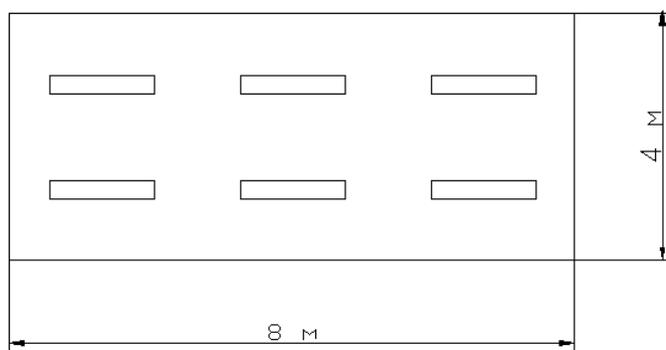


Рисунок 18. План расположения светильников в помещении

Произведем расчет искусственной освещенности помещения методом коэффициента использования.

Для освещения 248 аудитории применяются открытые двухламповые светильники с люминесцентными лампами.

Основные характеристики ламп ЛБ:

Мощность 40 Вт;

Ток лампы 0,43 А;

Световой поток 3200 лм.

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)},$$

где A - длина помещения, м; B - ширина помещения, м; h - высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м.

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{8 \cdot 4}{2 \cdot (8 + 4)} = 1,33.$$

В нашем случае коэффициент отражения стен $\rho_c = 50\%$.

Выбор освещенности помещения осуществляем согласно СНиП 23-05-95 [34], из которых минимальная освещенность $E_{\min} = 300$ лк. Учитывая, что в

помещении 6 светильников и в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп $N=12$. Тогда световой поток лампы равен:

$$\Phi = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 32 \cdot 1,1}{12 \cdot 0,48} = 2750 \text{ лм.}$$

Сравниваем полученную величину светового потока с серийной, которая составляет 3200 лм.

$$-10 \leq \frac{\Phi_{\text{станд}} - \Phi_{\text{расч}}}{\Phi_{\text{станд}}} \cdot 100\% \leq 20;$$

$$-10 \leq \frac{3200 - 2750}{3200} \cdot 100\% \leq 20;$$

Получаем $-10 \leq 14,06 \leq 20$, что соответствует стандартным нормам освещения помещений, где установлены компьютеры, с освещённостью 300 лк.

5.3 Электрическая безопасность

Электрический ток представляет для человека большую потенциальную опасность, так как его трудно определить в токопроводящих и непроводящих частях оборудования, которые являются хорошими проводниками электричества.

В зависимости от условий в помещении опасность поражения человека электрическим током увеличивается или уменьшается. Не следует работать с ПЭВМ в условиях повышенной влажности (относительная влажность воздуха длительно превышает 75%), высокой температуры (более 35°C), наличии токопроводящей пыли, токопроводящих полов и возможности одновременного соприкосновения к имеющим соединение с землей металлическим элементам и металлическим корпусом электрооборудования. Таким образом, работа с ПЭВМ может проводиться только в помещениях без повышенной опасности, и возможность поражения током может быть только при прикосновении непосредственно с элементами ПЭВМ.

Инженер-проектировщик работает с электроприборами: компьютером (дисплей, системный блок, манипулятор «мышь» и клавиатура), принтером,

источником бесперебойного питания и сетевым фильтром. В данном случае существует опасность поражения электрическим током:

- при непосредственном прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ПЭВМ;
- при прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением (в случае нарушения изоляции токоведущих частей ПЭВМ);
- при соприкосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением;
- имеется опасность короткого замыкания в высоковольтных блоках: блоке питания и блоке дисплейной развертки.

Все помещения, в зависимости от условий, делятся на помещения:

- особо опасные;
- с повышенной опасностью поражения электрическим током;
- без повышенной опасности поражения электрическим током.

В целом, кабинет №248 в 16в корпусе – помещение сухое, непыльное, с нормальной температурой воздуха и поэтому согласно вышеприведенной классификации относится к классу помещений без повышенной опасности: переключатели, кнопки и разъемы, клавиатура изолированы, пол покрыт электроизоляционным покрытием. Корпус ЭВМ изготовлен из металлического листа, обладает высокой механической прочностью и высокими экранирующими свойствами, покрыт токонепроводящими полимерными пластмассами. Машина подключена к заземляющему контуру.

В кабинете №248 используются приборы, потребляющие напряжение 220В переменного тока с частотой 50Гц. Это напряжение опасно для жизни, поэтому обязательны следующие меры предосторожности:

- перед началом работы нужно убедиться, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголенных токоведущих частей;
- убедиться в подключении заземляющего проводника к общей шине заземления и проверить его целостность;

- при обнаружении неисправности оборудования и приборов необходимо не делая никаких самостоятельных исправлений сообщить ответственному за электрохозяйство;
- запрещается загромождать рабочее место лишними предметами.

При возникновении несчастного случая следует немедленно освободить пострадавшего от действия электрического тока, вызвать врача, оказать ему первую медицинскую помощь.

К защитным мерам от опасности прикосновения к токоведущим частям электроустановок относятся:

- изоляция (надежная изоляция проводов от земли и корпусов электроустановок создает безопасные условия для персонала);
- ограждение (кожухи, крышки, шкафы, закрытые панели и т.п.);
- блокировка (автоматически снимается напряжения с токоведущих частей электроустановок при прикосновении с ним);
- пониженные напряжения (42, 36 и 12 В);
- электробезопасные средства (изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками, диэлектрические перчатки и боты, калоши, коврики, указатели напряжения);
- сигнализация (звуковая и световая);
- плакаты и знаки безопасности.

Повышение электробезопасности в установках достигается применением защитного заземления, защитного зануления и защитного отключения [35].

5.4 Пожарная безопасность

Пожарная безопасность – состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

5.4.1 Оценка пожарной безопасности помещения

В зависимости от характеристики используемых в производстве веществ и их количества, по пожарной и взрывной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В, Д.

Горючими компонентами в кабинете являются: мебель, двери, полы, изоляция кабелей и др.

Источниками зажигания в кабинете могут быть электронные схемы от ПЭВМ, приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, кондиционирования воздуха, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов.

Для кабинета №248 установлена категория пожарной опасности В [36].

Возможными причинами пожара могут быть:

- короткие замыкания;
- опасная перегрузка сетей, которая ведет за собой сильный нагрев токоведущих частей и загорание изоляции;
- высокая плотность размещения электронных схем;
- нередко пожары происходят при пуске оборудования после ремонта;
- несоблюдение правил пожарной безопасности (курение не в установленном месте, горение случайно брошенной спички и т.п.).

Для предупреждения пожаров от коротких замыканий и перегрузок необходимы правильный выбор, монтаж и соблюдение установленного режима эксплуатации электрических сетей, дисплеев и других электрических средств автоматизации.

Следовательно, необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий технического, эксплуатационного, организационного плана.

5.4.2 Мероприятия по устранению и предупреждению пожаров

Для предупреждения возникновения пожара необходимо соблюдать следующие правила пожарной безопасности [37]:

- исключение образования горючей среды (герметизация оборудования, контроль воздушной среды, рабочая и аварийная вентиляция);
- применение при строительстве и отделке зданий негорюемых или трудно сгораемых материалов.

Необходимо проводить в кабинете следующие пожарно-профилактические мероприятия:

- организационные мероприятия, касающиеся технического процесса с учетом пожарной безопасности объекта;
- эксплуатационные мероприятия, рассматривающие эксплуатацию имеющегося оборудования;
- технические и конструктивные, связанные с правильным размещением и монтажом электрооборудования и отопительных приборов.

Организационные мероприятия:

- противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- обучение персонала правилам техники безопасности;
- издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия:

- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- обеспечение свободного подхода к оборудованию;
- содержание в исправности изоляции токоведущих проводников.

Технические мероприятия:

- соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения.
- профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

Здание должно быть оснащено первичными средствами пожаротушения, пожарными кранами, системой пожарной сигнализации и планом эвакуации людей при пожаре [36].

5.5 Охрана окружающей среды

Развитие научно-технического прогресса при всех его плюсах оказывает отрицательно воздействие на окружающую среду, что создает предпосылки для

развития экологических кризисов. Сегодня в современном обществе основной задачей является защита окружающей среды. Защита окружающей среды – это комплексная проблема, требующая усилий всего человечества. Наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредных воздействий является разработка и совершенствование инженерно-технических средств защиты окружающей среды, создание замкнутых, безотходных и малоотходных производств, создание экологически чистых заводов (комплексов, комбинатов) по переработке и утилизации продукции, разработка, создание и совершенствование ЭВМ и компьютерной технологии.

Наиболее приоритетной проблемой экологии во всем мире является охрана атмосферного воздуха и озонового слоя, т.к. атмосфера оказывает интенсивное воздействие не только на человека, но и на гидросферу, почвенно-растительный покров, геологическую среду, здания, сооружения и другие техногенные объекты.

На жизнедеятельность человека огромное влияние оказывает качество атмосферного воздуха. В процессе разработки проекта при вентиляции помещения в атмосферу удаляется подогретый оборудованием, содержащий продукты дыхания воздух кабинета, а в помещение поступает воздух с улицы. Соответственно, производственные помещения должны быть оборудованы воздушными фильтрами, по возможности увлажнителями и ионизаторами воздуха. Контроль за состоянием воздуха производится инспекцией государственного экологического контроля и анализа.

Немаловажной проблемой является потребление электроэнергии. С каждым годом количество компьютерной и офисной техники, используемой в производственной сфере, научной деятельности, проектных организациях, бытовой сфере и других сферах жизни человека, увеличивается, а, следовательно, растет количество потребляемой ими электроэнергии, что в итоге влечет за собой увеличение мощностей электростанций и их количества. А это в свою очередь не обходится без нарушения экологической обстановки. В данном направлении основное внимание необходимо уделять проблеме

обезвреживания и утилизации ядерных отходов, разработке систем (или мероприятий) по предотвращению аварий в ядерных реакторах и на АЭС в целом. Кроме того, для снижения вреда, наносимого окружающей среде при производстве электроэнергии, необходимо искать принципиально новые виды производства электроэнергии.

При разработке автоматизированных систем возникает необходимость утилизировать производственные отходы, в качестве которых в данном случае выступают бумажные отходы (макулатура) и неисправные детали компьютерной и офисной техники, неподдающиеся ремонту. Бумажные отходы должны передаваться в соответствующие организации для дальнейшей переработки во вторичные бумажные изделия. Неисправные комплектующие компьютерной и офисной техники должны передаваться либо государственным организациям, осуществляющим вывоз и уничтожение бытовых и производственных отходов, либо организациям, занимающимся переработкой отходов. Сегодня переработка отходов является перспективным направлением развития технологии, что позволяет защитить окружающую среду и сберечь природные ресурсы.

На сегодняшний день многие компании наладили выпуск компьютерной и офисной техники нового поколения. При производстве данного вида техники используются экологически чистые вещества и материалы. В процессе эксплуатации техника нового поколения способна потреблять в разы меньше количества электроэнергии, чем прежде. Низкий фон электромагнитного и ионизирующего излучений, низкий уровень шума и использование экологически чистых материалов позволяют повысить производительность труда, сохранить здоровье сотрудников и защитить окружающую среду.

Кроме того, возможными мерами по сбережению энергии может стать использование светодиодных ламп вместо ламп накаливания и люминесцентных ламп. У светодиодных источников света энергопотребление в 10 раз меньше, чем у ламп накаливания и в 3 раза меньше, чем у люминесцентных ламп. Светодиодные лампы являются экологически чистым

источником излучения по сравнению с люминесцентными лампами, где применяется ртуть. Но стоит отметить, что сейчас существует возможность сдавать отработавшие люминесцентные лампы в специализированные центры по их утилизации, что также способствует уменьшению отходов производственной деятельности.

Заключение

В выпускной квалификационной работе рассмотрены влияния различных уровней освещенности на физиологические показатели и производительность молочных коров. Выбран оптимальный режим освещенности на уровне 200 люкс при 16-18 часовом световом дне, это обеспечивает одновременно повышение продуктивности коров и улучшается качество молочной продукции, что имеет существенное экономическое значение. Предложен проект по реконструкции осветительной установки, с использованием светодиодных источников света на ферме. По экспериментальным данным, увеличив уровень освещенности до 200 люкс, владелец фермы получает дополнительные 800 тонн литров молока в год. Также в ходе работы разработан план сетей электроосвещения, а также принципиальная однолинейная схема ЩО1.

В экономической части выпускной квалификационной работы приводится обоснование для замены предлагаемой осветительной установки.

В разделе социальная ответственность рассмотрены вопросы техники безопасности на рабочем месте инженера-проектировщика.

Список используемых источников

1. Поздняков Ю. В. Биологические циркадные ритмы и их связь со световым фактором / Ю. В. Поздняков. Балашиха: ВСХИЗО, 1993. – 7 с.
2. Войткевич А. А. Нейросекреция / А. А. Войткевич. Лен.: Медицина, 1967. – 368 с.
3. Гусев Н. М., Гликман М. Т., Хавалджи Г. И. Световая среда в сельскохозяйственных зданиях и сооружениях / Н. М. Гусев, М. Т. Гликман, Г. И. Хавалджи. – М.: Стройиздат, 1981. – 57 с.
4. Алферова Л. К., Кожевникова Н. Ф., Лямцов А. К. Применение оптического излучения в животноводстве. – Россельхозиздат, 1987. – 81 с.
5. Плященко С. И., Трофимов А. Ф. Содержание коров на фермах и комплексах. / С. И. Плященко, А. Ф. Трофимов. Минск.: Ураджай, 1985. – 272 с.
6. Юрков В. М. Микроклимат животноводческих ферм и комплексов. М.: Россельхозиздат, 1985. – 223с.
7. Кудрявцев А. А., Кудрявцева А. А. Климатическая гематология животных / А. А. Кудрявцев, А. А. Кудрявцева. М.: Колос, 1974. – 399 с.
8. Тихомирова Л. М. Интенсивный световой режим, как фактор профилактики нарушений обмена веществ у высокопродуктивных коров и телят. Автореферат диссертации канд. тех. наук. М, 1980, МВ А, 26 с.
9. А. К. Лямцов, Г. С. Сырачёв. Искусственное освещение и облучение в животноводстве. М.: Светотехника, 1993, №5-6, с. 25-27.
10. Федоров В. И. Рост, развитие и продуктивность животных / В. И. Федоров. М.: Колос, 1973. – 272 с.
11. Онегов А. П., Дудырев Ю. И. Нормирование освещенности в животноводческих зданиях. Ветеринария, 1972, №2, с. 9-13.
12. ООО «Иглус» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.igloos.ru>. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 22.03. 2016 г.
13. G. E. Dahl and D. Petitclerc. Management of photoperiod in the dairy herd for improved production and health: A review. J Dairy Sci. 83:885-893.

14. Отраслевые нормы освещения сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений, 2004.
15. Мещанинов Н. Л. Технология и средства для процесса освещения ферм крупного рогатого скота: диссертация кандидата технических наук: специальность 50.20.01, 05.20.02 / Мещанинов Никита Львович. – Рязань, 2004. – 162 с.
16. Лямцов А. К., Тищенко Г. А. Некоторые вопросы освещения зданий для содержания крупного рогатого скота. М.: Светотехника, 1978, №5, с. 4-6.
17. Голосов И. М. Применение лучистой энергии в животноводстве и ветеринарии. – Лениздат, 1971, 179 с.
18. Н. Ф. Кожевникова. Применение инфракрасного излучения в животноводстве. М.: Светотехника, 1978, №5, с. 6-9.
19. Федеральный закон РФ №261-ФЗ от 23 ноября 2009 г. (ред.от 13.07.2015) «Об энергосбережении и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» / Справочная правовая система «Консультант плюс».
20. Кудрявцев А. П., Чащегорова Л. В. Влияние света на продуктивность животных: Учебное пособие / А. П. Кудрявцев, Л. В. Чащегорова. Иркутск: ИСХИ, 1986. – 48 с.
21. Кнорринг Г. М. Светотехнические расчеты в установках искусственного освещения. Л.: Энергия, 1973. – 200с.
22. Новости в Томске. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://news.vtomske.ru/news/94758.html> – Загл. с экрана. – Дата обращения: 18.04.2016 г.
23. ООО «Ревдинский завод светотехнических изделий». [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.rzsi.su/promyshlennye/nsp-26.html> – Загл. с экрана. – Дата обращения: 10.05.2016 г.
24. Компания Технолог. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://zao-tehnolog.ru/page166274> – Загл. с экрана. – Дата обращения: 10.05.2016 г.

25. Новый свет. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.lampada-ru-led.com/#!agro-cow-farm/cak0> – Загл. с экрана. – Дата обращения: 11.05.2016 г.
26. Интеллектуальная архитектура. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://intelar.ru/primeri/7> – Загл. с экрана. – Дата обращения: 20.05.2016 г.
27. Федеральная служба по тарифам. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.fstrf.ru/calc> – Загл. с экрана. – Дата обращения 27.05.2016 г.
28. ГОСТ 12.0.002-80. ССБТ. Основные понятия. Термины и определения.
29. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные факторы. Классификация.
30. СП 51.13330.2011. Защита от шума.
31. СанПиН 2.2.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
32. СанПиН 2.2.4./2.1.8.055-96. Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона.
33. СП 2.6.1-758-99. Нормы радиационной безопасности.
34. СНиП 23-05-95*. Естественное и искусственное освещение.
35. ПУЭ (Правила устройства электроустановок), 2000.
36. НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
37. Правила пожарной безопасности ППБ 01-03.

Приложение А

План сети освещения молочной фермы

ФЮРА.1164 В 21.001

Диаг. проект

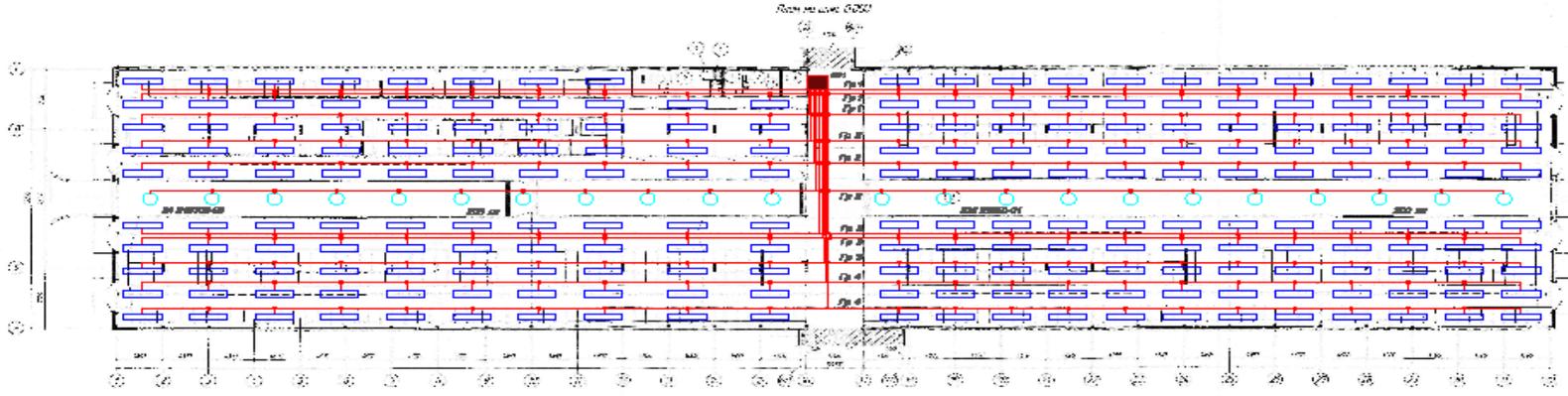
Схема №

Лист №

Лист №

Лист №

Лист №



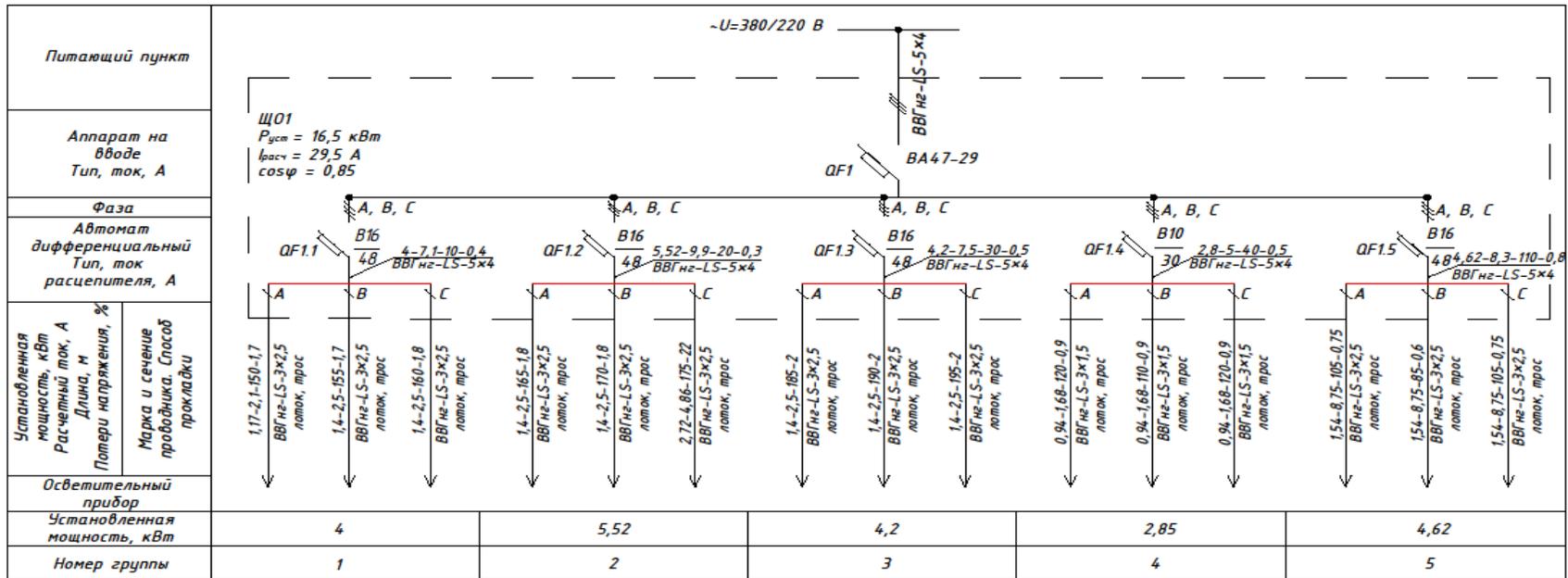
- Примечание:**
1. Чертеж фермы с расположением базис для содержания животных заимствован из ООО "Региональные проекты".
 2. На чертеже указаны 4 группы световых кабелей общего назначения.
 3. Группы 5 с УФ облучателями на чертеже не показаны, но присутствуют на проекционной функциональной схеме ЦО 1

				ФЮРА.1164 В 21.001		
Имя	Фамилия	№ докум.	Дата	<i>Коровник в раздельных блоках</i>		
Игорь	Александр	М. Б.	2018 г.			
Проект	Исполнитель	Проверка	Дата	<i>План сетей электроосвещения</i>		
Игорь	Коробков	Т. Г.				
Титул	Подпись	Подпись	Дата	<i>Коровник</i>		
Лист	Лист	Лист	Лист	<i>ИПТТУ ИОВТ группа 4 В 21</i>		
Уч.	Уч.	Уч.	Уч.	<i>Формат А3</i>		

Приложение Б

Принципиальная однолинейная схема ЩО

ФЮРА.1164В21.002



Примечание:
1.В группах 1-4 применяются светильники общего освещения
2.Группа 5 предназначена для питания УФ облучателей.
Всего к группе 5 подключено 12 УФ облучателей мощностью 350 Вт.

ФЮРА.1164В21.002

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Электрическое освещение	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Ахмад М.Б.		29.05.16		У		1:1
Пров.		Коржева Т.Г.						
Принципиальная однопроводная схема Щ01						Лист	Листов 1	
						НИТПУ ИФВТ группа 4В21		

Инв. № подл. Подпись и дата

Взам. инв. № Инв. № дубл. Подпись и дата