

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

Инженерная школа энергетики
Направление подготовки – 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Отделение электроэнергетики и электротехники

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Исследование энергоэффективности микроклимата тепличного комплекса

УДК 621.31.-31-027.236:631.544.4:628.8

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГМ72	Змиева Ксения Андреевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Саиди Саид	К.Т.Н.		

Научный консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Паюк Л.А.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Подопригора И.В.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Гуляев М.В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Гарганеев А.Г.	Д.Т.Н.		

Томск – 2019 г.

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

Инженерная школа энергетики
Направление подготовки – 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Отделение электроэнергетики и электротехники

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ Гарганеев А.Г.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

_____ магистерская диссертация

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

Студенту:

Группа	ФИО
5ГМ72	Змиева Ксения Андреевна

Тема работы:

Исследование энергоэффективности микроклимата тепличного комплекса	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	01.02.2019г., №753/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2019 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объектом исследования является микроклимат тепличного комплекса.
--	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация тепличных комплексов. 2. Разработка базы правил для микроконтроллера на базе нечеткой логики. 3. Создание имитационной модели в программной среде MATLAB Simulink работы системы микроклимата тепличного комплекса. 4. Выработка практических рекомендаций по выращиванию сельскохозяйственной культуры (виктория).
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Доцент, к.э.н. Подопригора Игнат Валерьевич</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Старший преподаватель, Гуляев Милий Всеволодович</p>
<p>Раздел на иностранном языке</p>	<p>Доцент, к.ф.н. Токмашев Денис Михайлович</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Introduction</p>	
<p>Chapter -1 The development of greenhouse complexes</p>	
<p>Conclusion</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>10.10.2017 г.</p>
--	----------------------

Задание выдал руководитель/консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Саиди Саид	к.т.н.		
Ст. преподаватель	Паюк Л.А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГМ72	Змиева Ксения Андреевна		

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

Инженерная школа энергетики

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Уровень образования: магистр

Отделение Электроэнергетики и электротехники

Период выполнения: осенний / весенний семестр 2018 /2019 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

01.06.2019

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
05.03.19	Классификация тепличных комплексов	20
02.04.19	Системы управления тепличным микроклиматом	15
23.04.19	Математическое описание системы энергоэффективности теплицы	20
20.05.19	Разработка имитационной модели	25
22.05.19	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	10
25.05.19	Социальная ответственность	10
		100

СОСТАВИЛ:

Руководитель/ консультант ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Саиди Саид	к.т.н.		
Ст. преподаватель	Паюк Л.А.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Гарганеев А.Г.	д.т.н.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
5ГМ72	Змиева Ксения Андреевна

Школа	ИШЭ	Отделение школы (НОЦ)	ОЭиЭ
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	130302 Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	1. Определить затраты на разработку проекта, в которую входят: - Материалы и покупные изделия - Основная заработная плата - Дополнительная заработная плата - Отчисления в социальные фонды - Прочие и накладные расходы 2. Для исследования необходимо два человека: руководитель (инженер), студент(работник).
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность» В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность»
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления по страховым взносам 28% от ФОТ

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<i>1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	Анализ и оценка научно-технического уровня проекта (НТИ)
<i>2. Разработка устава научно-технического проекта</i>	Не разрабатывается
<i>3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	Разработка календарного плана работ, формирование сметы затрат.
<i>4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	Определение ресурсной и экономической эффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
<i>1. Оценка конкурентоспособности технических решений</i>	
<i>2. Диаграмма Гантта</i>	
<i>3. График проведения и бюджет НТИ</i>	
<i>4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ</i>	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Подопригора И.В.	К.Э.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГМ72	Змиева Ксения Андреевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5ГМ72	Змиева Ксения Андреевна

Школа	ИШЭ	Отделение (НОЦ)	Отделение электроэнергетики и электротехники
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	130302 Электроэнергетика и электротехника

Тема ВКР:

Исследование энергоэффективности микроклимата тепличного комплекса	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является математическая модель климатического контроллера, реализованная в программной среде MatLab Simulink (8 корпус, 130 аудитория).
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Проанализировать потенциально возможные вредные и опасные факторы при разработке математической модели и эксплуатации оборудования: <ul style="list-style-type: none"> – повышенный уровень шума на рабочем месте; – недостаточная освещенность рабочей зоны; – повышенный уровень электромагнитных полей (ЭМП); – неудовлетворительный микроклимат – повышенный уровень напряженности электростатического поля – поражение электрическим током
3. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, утилизация компьютерной техники и периферийных устройств); – решение по обеспечению экологической безопасности.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> – анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.

	– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)
--	--

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель отделения общетехнических дисциплин	Гуляев Милий Всеволодович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГМ72	Змиева Ксения Андреевна		

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	11
1. РАЗВИТИЕ ТЕПЛИЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ	15
1.1. Тепличные комплексы. История развития	15
1.2. Основные параметры, контролируемые в теплице (автоматизированные), требования к ним	22
Вывод по первой главе:.....	30
2. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛИЧНЫМ МИКРОКЛИМАТОМ	31
2.1. Общие сведения	31
2.2 Требования, предъявляемые к оборудованию для микроклимата тепличного комплекса	33
2.3. Микроклимат, необходимый для с/х культуры (виктория).....	34
2.4 Система управления микроклиматом теплицы <i>HortiMaX</i>	35
Вывод по второй главе:	40
3. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛИЦЫ.....	45
3.1. Особенности объекта управления	45
3.3. Разработка базы правил.....	47
3.4. Модель нечеткого регулятора в пакете Fuzzy Logic Toolbox.....	53
Выводы по третьей главе:.....	59
4. ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО МИКРОКЛИМАТА ТЕПЛИЧНОГО КОМПЛЕКСА.....	60
4.1 Разработка matlab-модели системы нечеткого управления параметрами микроклимата технологического процесса	60
4.2 Практические рекомендации по выращиванию виктории в условиях энергоэффективного микроклимата тепличного комплекса на базе нечеткой логики.	68
Выводы по четвертой главе:.....	70
5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	71
5.1 Инициализация проекта и его технико-экономическое обоснование. Потенциальные потребители проекта. Анализ конкурентных технических решений.	71

5.2	Анализ конкурентных технических решений	72
5.2	Планирование исследовательских работ	73
5.2.1	Структура работ в рамках исследования	73
5.2.2	Определение трудоемкости выполнения работ.....	75
5.2.3	Разработка графика проведения научного исследования	76
5.3	Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	83
5.3.1.	Расчет материальных затрат	83
5.4	Основная заработная плата исполнителей темы	84
5.5	Определение ресурсоэффективности проекта.....	86
6.	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	89
6.1.	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	90
6.1.1.	Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства	90
6.1.2.	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	90
6.2.	Производственная безопасность	91
6.2.1.	Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.....	91
6.2.2.	Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов	92
6.3.	Экологическая безопасность	99
6.3.1	Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду.....	99
6.3.2	Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду...	100
6.4.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	100
6.4.1.	Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС	100
6.4.2.	Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС	102
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	105
	Приложение А	106
	Приложение Б.....	110
	Список используемой литературы	99

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 134 с., 30 рис., 20 табл., 2 приложения, 50 источников литературы.

Ключевые слова: тепличный комплекс, микроклимат, микроконтроллер, нечеткая логика, энергоэффективность.

Цель работы – исследовать вопрос энергоэффективности микроклимата тепличного комплекса с использованием нечеткой логики, создать модель работы климатического контроллера на базе правил нечеткого регулирования.

В ходе выполнения данной работы было проведено моделирование переходных процессов в системе микроклимата тепличного комплекса с использованием регулятора нечеткого управления.

В результате работы была смоделирована система управления микроклиматом тепличного комплекса с применением базы правил и нечеткого регулирования. Проведен анализ графиков переходных процессов в системе полученной модели.

ВВЕДЕНИЕ

Современное тепличное хозяйство сильно отличается от того, что было еще несколько десятилетий назад. Основные задачи, решаемые в тепличном комплексе – оптимальное поддержание микроклимата (освещение, полив, поддержание оптимальной температуры) возможно, решить только на уровне современных технологий, включив компьютерное управление. Для максимального урожая в тепличном комплексе огромную роль играет временной режим созревания сельскохозяйственных культур (с/х) – достигнуть его возможно при помощи интенсивных методов выращивания растений [1]. Тепличный комплекс состоит из массива датчиков, исполнительных механизмов и центрального управляющего устройства.

Одним из важных аспектов ведения тепличного хозяйства является экономичное использование энергии. Из-за большой площади светопрозрачных поверхностей в тепличных комплексах возникают существенные теплопотери, чтобы их компенсировать требуется значительный расход топлива для системы отопления.

По данным тепличных хозяйств, доля энергоносителей в общей структуре затрат промышленных теплиц в первую очередь зависит от конструкции. В старых теплицах из «стекла и бетона», построенных 20 – 30 лет назад, на энергоносители уходит от 45% до 80% всех производственных затрат тепличного комплекса. Современные конструкции снижают потребление энергии за счет сокращения ее потерь до 20% – 40% в общей структуре затрат тепличного комплекса. Именно поэтому повышение энергосбережения зачастую является главной целью всех тепличных комплексов [1].

Для достижения максимального урожая с минимальными энергозатратами в тепличном комплексе используется автоматизированная система управления микроклиматом, которая позволяет повысить урожайность, сохранив при этом энергетические ресурсы.

Одним из важных показателей в экономии энергии является система зашторивания, она уменьшает необходимость обогрева кровли в ночное время и

увеличивает светоотдачу ламп досветки. Важно, что тепло, излучаемое лампами, также учитывается системой автоматического управления, и на время включения ламп снижает запрос тепла, чтобы сэкономить тепло, предотвратить перегрев и температурный стресс растений.

В целом, новые технологии и все большая автоматизация процессов в теплице делают работу более комфортной, уменьшают затраты труда, привлекают в эту область сельского хозяйства молодых квалифицированных специалистов. Сегодня невозможно представить современную экономичную теплицу без мощной, быстродействующей, надежной системы управления.

Для разработки такой системы необходимо рассмотреть различные среды разработки программного обеспечения. Рассмотреть элементную базу, для того, чтобы выбрать наиболее подходящие для реализации данной системы. Рассмотреть программное обеспечение, позволяющие моделировать работу системы. И необходимо разработать модель системы для её отладки работоспособности.

В связи с этим актуальным становится вопрос исследования энергоэффективности микроклимата тепличного комплекса.

Научная новизна данной работы является:

1. Использование системы управления микроклиматом тепличного комплекса, построенной с использованием аппарата нечеткой логики (Fuzzy Logic Toolbox) и позволяющей алгоритмизировать ручные процессы управления с использованием опыта технолога и его профессиональных знаний.
2. Уточнили понятие микроклимата тепличного комплекса для Сибирского региона при выращивании определенной сельскохозяйственной культуры (виктория).

Практическая значимость работы:

1. Реализация компьютерной модели с учётом процесса выращивания культуры на основе, выработанных правил нечеткого регулятора, и разработка алгоритма управления для микроконтроллера с базой правил к нему.

2. Выработаны практические рекомендации по поддержанию микроклимата для с/х культур (виктория): температура (t); освещение; влажность (M); и содержание CO₂ (Q).

3. Внесены изменения в компоновку технического оборудования

Целью данной работы является исследовать энергоэффективность микроклимата тепличного комплекса с использованием нечеткой логики, создание модели работы климатического контроллера на базе правил нечеткого регулирования.

В соответствии с поставленными целями определена структура диссертации, состоящей из введения, пяти глав, заключения и списка литературы.

В первой главе выполнен анализ истории развития тепличных комплексов и рассмотрены теплицы, существующие в настоящее время, так же проанализированы перспективы развития типов тепличных комплексов. Сделан вывод о целесообразности использования теплиц IV и V поколений. Проведен анализ механизмов, управляемых контроллером, для поддержания заданного микроклимата в тепличном комплексе. Рассмотрены требования, предъявляемые к этим механизмам, а также проанализированы возможности их практического применения.

Во второй главе дано описание схемы реализации системы автоматического управления микроклиматом теплицы. Рассмотрены системы управления микроклиматом. Проведен анализ требований, предъявляемые к данным системам управления, на основе которого выполнен выбор оборудования для реализации заданного микроклимата в тепличном комплексе.

В третьей главе проанализированы особенности объекта управления (микроклимат тепличного комплекса). Осуществлена вывод уравнений, описывающих работу микроклимата тепличного комплекса, и математически обосновывается возможность работы контроллера для поддержания заданных параметров методом нечеткой логики. Выполнена разработка модели нечеткого регулятора в Fuzzy Logic Toolbox, для которой составляется база правил, основанная на опыте технологов и требований, предъявляемые к с/х культуре.

В четвертой главе выполнено математическое моделирование в программной среде MATLAB Simulink. Получены графики переходных процессов в системе. Проведён анализ работы системы микроклимата, как отдельных её компонентов, так и работы комплекса в целом.

В пятой главе рассмотрены вопросы финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

В шестой главе проанализированны аспекты социальной ответственности. В заключении сформулированы основные результаты, полученные в диссертационной работе, и сделаны обобщающие выводы.

1. РАЗВИТИЕ ТЕПЛИЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ

1.1. Тепличные комплексы. История развития

Первые упоминания о теплицах появились со времен Римской империи. Римский император Тиберий очень любил огурцы и ел каждый день по одной штуке. Римские садоводы разработали собственную систему круглогодичного выращивания огурцов для того, чтобы каждый день получать к столу императора свежие овощи (рисунок 1.1). Огурцы были посажены в грунт, который находился в повозках. Эти повозки ежедневно утром вывозили на солнце, а вечером закатывали в теплое помещение для того, чтобы держать их ночью в тепле [2].



Рисунок 1.1 – Римские теплицы

В Италии пару веков назад теплицы строились для размещения растений, привезенные из тропиков исследователями, от них и пошло название «Ботанический сад».

Теплицы, в которых была возможность регулирования температуры вручную, стали появляться значительно позже. Упоминания о таких теплицах относятся к 1450 году. Теплица с возможностью регулирования температуры и влажности для различных растений была разработана в Корее. Мандариновые деревья, растущие в традиционной корейской теплицы с установленной системой отопления в зимний период, описываются в записях династии Чосон [2].

Предшественники современных теплиц также появилась в Голландии, а затем и в Англии в XVII веке. Сегодня в Голландии располагаются крупнейшие теплицы мира, некоторые из них настолько велики, что они способны производить миллионы цветов и овощей каждый год.

Французы называли свои первые теплицы Оранжереями, так как они были построены для защиты апельсиновых деревьев от заморозков. Французскому ботанику Шарлю Л. Бонапарту часто приписывают строительство первой практически современной оранжереи в Лейдене. Эксперименты с дизайном теплиц продолжались в Европе в течение всего XVII века. Теплица-оранжерея в Версальском дворце имела огромный по тем временам размер. В длину она составляла 150 метров, при ширине и высоте 13 и 14 метров, соответственно. В Японии первая теплица появилась в 1880 году. Она была построена британским торговцем, занимавшимся экспортом трав.

Многочисленные парники стали появляться повсеместно с 1960, когда полиэтиленовая пленка стала широко доступна. Такие парники изготавливали из алюминиевых и оцинкованных стальных профилей или даже просто из ПВХ труб, поскольку затраты на такое сооружение были невелики. Это привело к тому, что парники стали строиться на небольших фермах и садовых участках. Прочность полиэтиленовой пленки со временем возросла, а в 1970 году в нее была добавлена УФ защита, что резко увеличило срок службы пленки с 1 года до 5 лет [2].

С 80-х годов прошлого века появились современные теплицы, оснащенные отоплением, дополнительным освещением и системами поддержания необходимого микроклимата. Количество видов покрытия также расширилось. Помимо пленки, в теплицах активно применяют такие материалы, как стекло и сотовый поликарбонат.

Современные теплицы и тепличные комплексы характеризуются значительным разнообразием конструкторских решений, инженерных систем, технологий выращивания растений, источников энергоресурсов и т.д.

Действующие нормативные документы рассматривают основные особенности непосредственно теплиц, а также технологий их эксплуатации [3], [5].

Номенклатура теплиц и тепличных комбинатов распределяется по назначению (овощные, рассадные, рассадно-овощные), срокам использования (круглогодичного и весенне-летне-осеннего), планировочному решению

(однопролетные и многопролетные), а также соответствующим размерам и их площадям [3].

Однако, известно, что в последние десятилетия в практику теплицестроения внедрены ряд новых оригинальных технологических и конструктивных решений. Далее рассмотрены общие подходы к современному распределению по типам (типированию) теплиц, приведем данную классификацию (рис. 1.2–1.3).

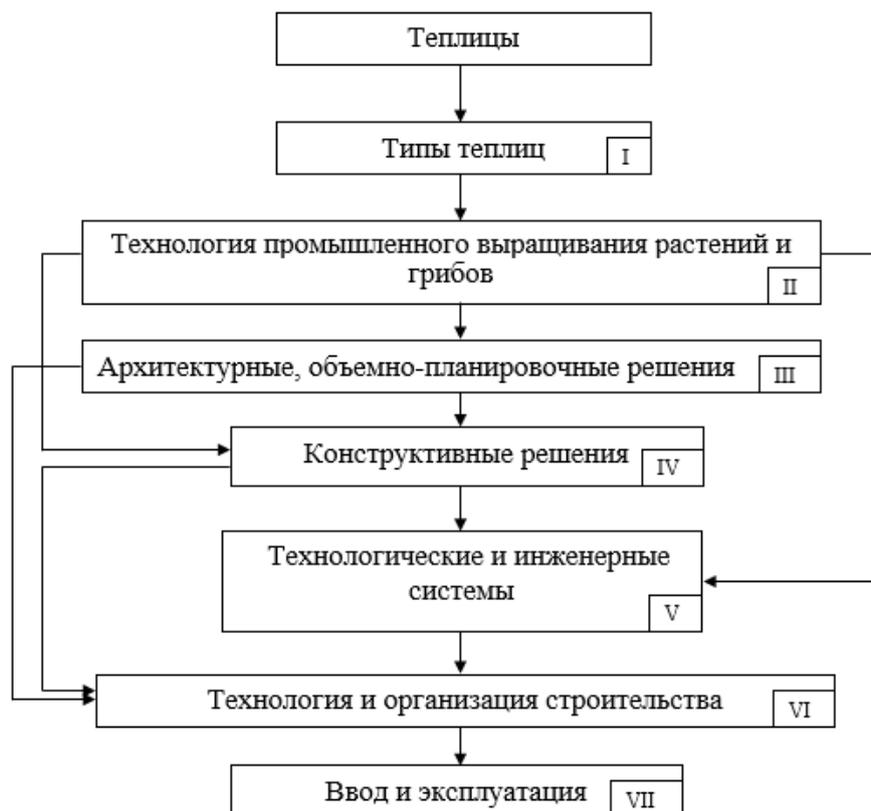


Рисунок 1.2– Основные блоки-условия, которые отражают особенности изготовления, проектирования и строительства теплиц

При этом первым основным вопросом рассматривается технология выращивания растений в теплицах (блок II). Эти вопросы напрямую определяют выбор архитектурных и объемно-планировочных решений (блок III) и конструктивных решений (блок IV). Также технология основного промышленного производства определяет наполнение (начинку) инженерными и технологическими системами (блок V), их параметры и характеристики.

Рассмотрим исполнение и состав отдельных блоков по классификационным признакам.

Блок I «Типы теплиц» предлагается в составе четырех основных составляющих (рисунок 1.3).

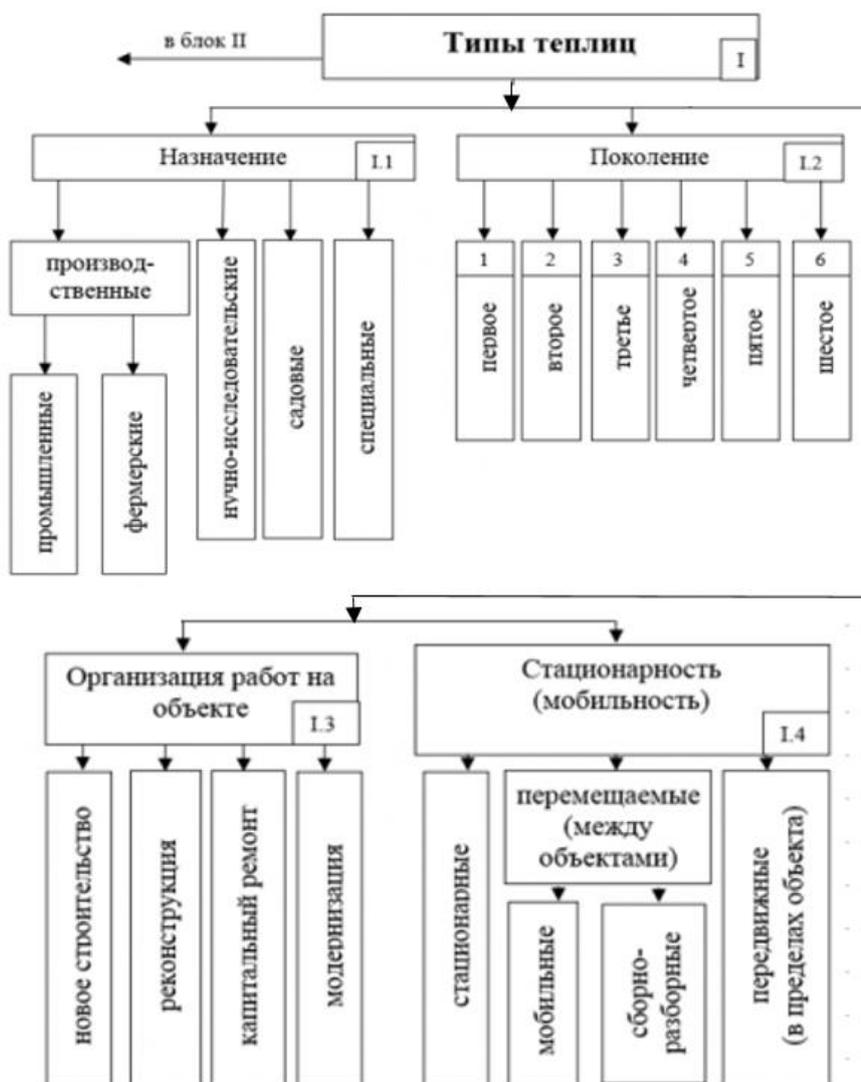


Рисунок 1.3– Типы теплиц

По назначению рассматриваются теплицы производственные (основное назначение): это промышленные теплицы разной площади (обычно 3 га и более) для массового выращивания овощей, цветов и проч. и блок фермерских теплиц площадью 0,25–2,0 га. Причем, последние могут устраиваться на действующих промышленных площадках крупных производственных предприятий [4].

Наиболее распространенными сегодня являются теплицы четвертого поколения (типа «Venlo»). За последние 15–20 лет именно такие теплицы массово строили и продолжают строить в странах Восточной Европы (рис. 1.4).



Рисунок 1.4 – Теплица «Venlo»

Теплицы IV поколения «Venlo» (рисунок 1.4) используются для эффективного выращивания овощей, фруктов, зелени и цветов в промышленных масштабах. За счет наличия минимального количества элементов конструкции, которые препятствуют проникновению солнечных лучей, теплицы обладают отличной светопропускной способностью. Благодаря этому внутреннее пространство получает максимальное количество тепла, что в свою очередь способствует лучшему прорастанию и созреванию растений. Надежность и устойчивость конструкции позволяют использовать такие теплицы в разнообразных климатических зонах, с температурами от + 40 до – 40 °С. Также они отлично выдерживают ветровую и снеговую нагрузку.

Однако данные теплицы имеют существенный недостаток: неспособность теплицы поддерживать оптимальный микроклимат (из-за перегрева теплицы требуется открывание форточек, что влечет за собой расход топливной энергии) [3].

Теплицы V поколения «Ultra Clima» обеспечивают полный контроль за процессом выращивания растений, управление микроклиматом в тепличном комплексе осуществляется с высокой точностью в любое время года. Осуществление этого возможно благодаря воздушному потоку, который поступает через перфорированные рукава, расположенные под грядками. Технологический процесс выполняется следующим образом: система придает воздушному потоку необходимую температуру, регулирует влажность, добавляет CO₂ (концентрация

которого равномерна по всей теплице), после чего доставляет его индивидуально каждому растению.

Отличием теплиц с инновационной технологией «Ultra Clima» (рисунок 1.5) от теплиц четвертого поколения являются:

- высота конструкции, около 7 метров, улучшает расстояние между верхней частью растений и крышей;
- отсутствует необходимость проветривания, т.к. используется рециркуляция и кондиционирование воздуха внутри теплицы благодаря применению рециркуляции и кондиционированию внутреннего воздуха теплицы;
- проникновение вредителей минимально, т.к. тепличный комплекс находится под небольшим избыточным давлением, а все технологические проемы и форточки проветривания оборудованы антимоскитными сетками;
- концентрация CO₂ равномерна по всей теплице;
- кондиционирование позволяет охлаждать теплицу летом;
- тепло, выделяемое лампами искусственного освещения, используется повторно системой управления микроклиматом тепличного комплекса, что значительно снижает расходы на отопление.

Проанализировав особенности технологии «Ultra Clima» можно подчеркнуть, что такой комплекс технологий позволяет сократить затраты на отопление на 25% и поднять урожайность на 20%.

Технология «Ultra Clima» позволяет при минимальных затратах получать максимальный урожай в течение всего года.

Окупаемость традиционной теплицы может превышать 10 лет, тогда как для теплиц пятого поколения она составляет 5-6 лет. При этом инновационная теплица обойдется примерно на 35% дороже, чем теплица IV-го поколения.

Несмотря на значительно большие затраты, строительство теплиц пятого поколения экономически оправдано, чего не скажешь о теплицах четвертого и более ранних поколений, в которых стремление к повышению урожайности не всегда может быть экономически обосновано [3], [4], [7].



Рисунок 1.5– Теплица «Ultra Clima»

Основная задача теплицы – создание условий эффективной жизнедеятельности растений. Эта цель достигается, в том числе разными архитектурно-планировочными решениями.

По разрезу теплицы рассматриваем как отдельно-стоящие (укрытия, туннели и ангарные), а также теплицы, которые сформированы (объединены) в блоки.

В зависимости от конструктивного исполнения (решения) теплицы решаются вопросы вентиляции в кровле и в боковых стенах. Для теплиц 5-го поколения предусматривают специальную вентиляционную камеру, располагаемую вдоль пролетов теплиц. Дополнительные системы вентиляторов забирают воздух из теплицы, доводят их до проектного качества (в том числе охлаждают с использованием так называемых «мокрых экранов») и возвращают в блок с растениями. При этом конструктив (количество) форточной вентиляции значительно меньше, чем у теплиц типа «Venlo».

Прежде, чем приступить к выбору тепличного комплекса необходимо учесть несколько параметров: климатические условия региона, где планируется постройка комплекса, срок выращивания с/х культур, а также световую зону региона (Томск III световая зона) [4].

1.2. Основные параметры, контролируемые в теплице (автоматизированные), требования к ним

Необходимым фактором для эффективного выращивания сельскохозяйственных культур является поддержание оптимальных условий микроклимата.

В современном тепличном комплексе устанавливаются сложные оборудования по ирригации, подкормке CO₂, зашториванию, электродосвечиванию [9]. Каждый из данных элементов увеличивает возможности теплицы по выходу готовой продукции, но и стоимость квадратного метра теплицы.

Выбор технического оборудования и тип конструкции напрямую влияют на экономические показатели установки тепличного комплекса.

Для достоверного измерения состояния микроклимата в тепличном комплексе используется автоматическая система, которая представляет собой программно-технический комплекс для достоверного измерения состояния климата в теплице. [6].

Автоматизированная система управления регулирует рабочие параметры:

- системы форточной вентиляции;
- системы рециркуляции воздуха;
- системы зашторивания;
- системы капельного полива;
- системы подкормки растений CO₂;
- системы искусственного освещения рассады;
- система отопления теплицы.

1. Вентиляция теплицы предусмотрена естественная через открывающиеся форточки в кровле (рисунок 1.6). Вентиляционные форточки открываются и закрываются с помощью системы с рельсовым механизмом. Механизм открывания форточек представляет собой систему валов и зубчатых реек, которые, при взаимодействии между собой, приводят в действие толкательный элемент, осуществляющий подъём форточек. Стержни приводятся в движение моторами-

редукторами. Моторы-редукторы снабжены аварийными выключателями и регулируемые концевыми выключателями.

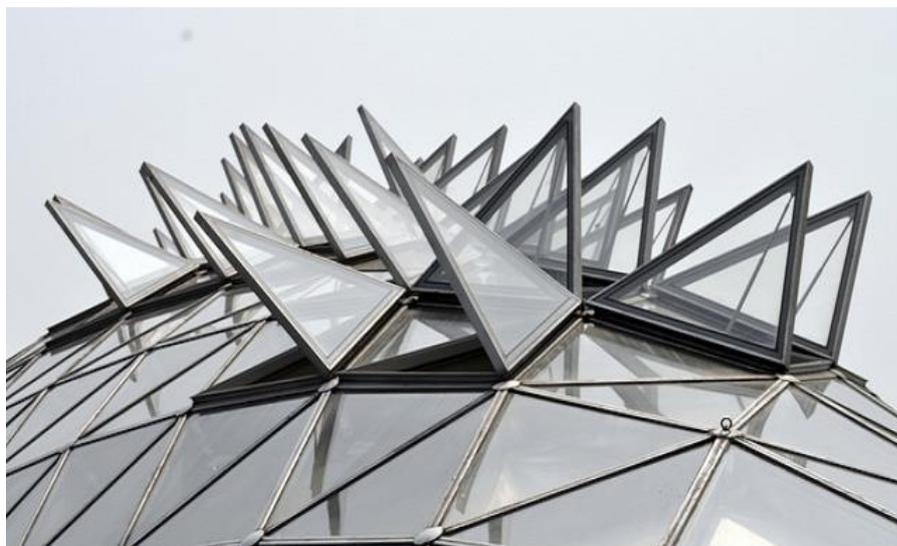


Рисунок 1.6 – Проветривание теплицы форточной системой

Для искусственного перемешивания воздуха в тепличном комплексе с целью равномерного распределения температурных полей применяется система рециркуляции воздуха, для снижения перегревов растений, ликвидации зон с повышенной влажностью. Рециркуляция воздуха осуществляется осевыми вентиляторами. Работа вентиляторов производится в автоматизированном режиме. На рисунке 1.7 представлено изображение осевого вентилятора [9].



Рисунок 1.7 – Рециркуляционный вентилятор

Вентиляторами обеспечивается рециркуляция воздуха, управляемая по разнице температур в контрольных точках, контролируемых датчиками температуры.

При этом система управления выполняет следующие функции:

- регулирование температуры и влажности подаваемого воздуха
- регулирующее воздействие передается на клапаны тепло- и холодоносителя, клапаны подмеса наружного воздуха через сигналы, поступающие на электроприводы,
- регулирование избыточного давления внутри теплицы посредством изменения положения форточек,
- управление воздухораспределением, посредством включения/выключения и изменения скорости вращения вентиляторов.

2. Система шторных экранов

Основным и важным фактором управления ростом, развития и плодоношением растений является температурный режим. Температура влияет на фотосинтез, дыхание, транспирация, перемещение веществ, рост и плодоношение.

Оптимальный температурный режим для фотосинтеза у овощных культур составляет от 20 °С до 24 °С. Чрезвычайно высокие температуры отрицательно влияют на процессы роста, развития, опыления и плодообразования.

Система шторного экрана для теплозащиты и светоотражения разработана для максимального энергосбережения в холодный период и в темное время суток, а также для затенения в тепличных комплексах при активной солнечной радиации в весенне-летний период года (рис. 1.8) [6].



Рисунок 1.8 – Шторные экраны

Благодаря гибкости материала экраны складываются и не затемяю растения. Применение экранов также необходимо для предотвращения конденсата. Механизм зашторивания выполняется отдельно для каждой климатической зоны блока теплиц. Система шторных экранов открывается и закрывается по мере необходимости в автоматическом режиме по сигналу АСУ микроклиматом или дистанционно [8].

3. Система капельного полива

Система капельного полива обеспечивает подачу требуемого количества воды с необходимым набором элементов питания к корневой зоне растения, такая система обеспечивает оптимальный питательный и водно-воздушный режим тепличного субстрата, повышается урожайность овощных культур, сокращаются расходы воды и удобрений, снижается заболеваемость растений и уменьшается риск их распространения (рис. 1.9) [8].



Рисунок 1.9 – Компенсированные капельные линии

Для выращивания овощных культур, монтируется отдельно для каждой теплицы система капельного полива, система запаса воды и сбора дренажа. Запас воды предусматривается в разборных металлических емкостях [8]. Воды для капельного полива проходит через систему фильтрации, которая обеспечивает очистку воды от присутствующих в ней взвешенных твердых частиц размером от 80-100мкм. В качестве наполнителя используется кварцевый песок.

Растворение удобрений производится в баках в соответствии с химической совместимостью удобрений. Питательный раствор очищается с применением дискового фильтра.

Для обеспечения равномерного полива и дозированной подачи питательного раствора к растениям используется компенсированные капельницы лабиринтного типа с пропускной способностью 3,1 л/ч. [6], [8], [10].

Магистральные полиэтиленовые трубы используются для подачи раствора к клапанным группам и от клапанных групп к плетям полива [6]. В клапанных группах, для обеспечения автоматического управления полива, монтируются клапана с электромагнитным управлением.

4. Система дозирования CO₂.

Углекислый газ – это диоксид углерода, который в химии представлен формулой CO₂. Это газ без запаха и цвета, незначительный процент которого

содержится в воздухе. Именно он является источником чистого углерода для растений, который лежит в основе всех их процессов жизнедеятельности. CO_2 играет очень важную роль в процессе фотосинтеза, давая возможность растительному организму производить энергию, необходимую для роста и развития. Без углекислого газа растения попросту погибнут, как человек без кислорода [11].

Дополнительное количество углекислого газа совместно с мощным освещением, положительно сказывается на проведении процесса фотосинтеза.

В результате растения начинают быстрее расти, формировать более пышные соцветия и сочные плоды, которые содержат в себе значительно большее количество вкусоароматических веществ. В результате получается урожай не только немного раньше, но и в значительно большем количестве. Соцветия и плоды вырастают более сочными и объемными, что говорит об улучшении их качества.

Еще одна положительная сторона использования CO_2 в тепличных комплексах – растения становятся более устойчивыми к повышенным температурам и световым ожогам. Они могут отлично себя чувствовать при показателях термометра в 30-35 градусов [11].

В качестве источника снабжения углекислым газом принято нагнетание отходящих газов от котельной предприятия, использующей в качестве топлива природный газ, не содержащий фитотоксичных примесей.

Централизованное дозирование CO_2 от дымовых газов, в котельной осуществляется установкой дозирования CO_2 . Установка изготавливается на раме, монтируемой к конденсору.

Всасывающая часть установки подсоединяется к тройнику, монтированному в дымовую трубу конденсора посредством гибкого соединения. Между установкой и тройником устанавливается управляемый смесительный клапан. В процессе дозирования CO_2 воздушный вход этого клапана закрыт, и весь воздух будет забираться из дымохода, и подается в теплицу по распределительным газопроводам (рис. 1.10) [8].

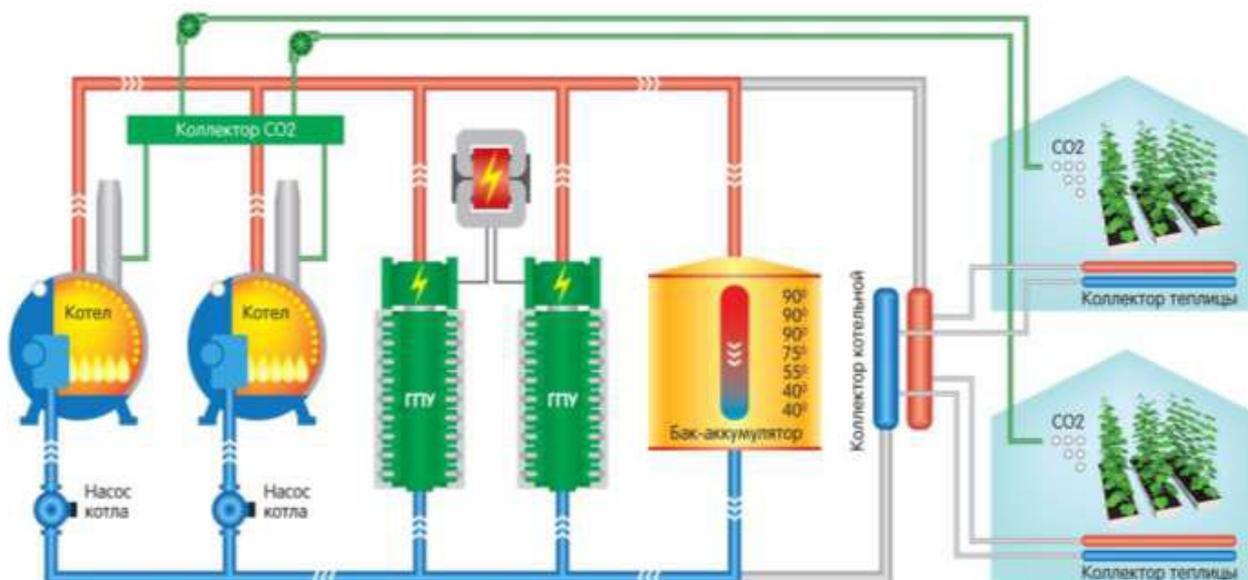


Рисунок 1.10 – Схема аккумуляции тепла и подачи CO₂

К растениям газы поступают через перфорированные полимерные рукава, которые отходят от распределительного газопровода внутри теплицы. В каждом отделении предусмотрено по 1 дренажному приемку с погруженным насосом для сбора и отвода конденсата в ливневую канализацию. Набор оборудования системы дозирования CO₂ также включает в себя датчик CO₂ и набор датчиков токсичных газов, полнофункциональную систему управления (климат-компьютер). При программировании климат-компьютера (на открытие фрауг) следует учесть, что при систематических подкормках допустима более высокая температура в теплице. Для обеспечения равномерной концентрации CO₂ в воздухе (по площади теплицы) и улучшения газообмена растений в высоких теплицах применяется группа специальных циркуляционных вентиляторов, создающих равномерное круговое движение воздуха внутри сооружения, на небольшой скорости до 1 м/с [8].

5. Система электродосвечивания (ассимиляционное освещение)

Большинство овощных и ягодных культур, в зависимости от физиологических особенностей, растут и эффективно плодоносят при освещенности 10-20 тыс. люкс. Такой мощный поток наблюдается в солнечную погоду с марта по август.

Источник искусственного досвечивания требуется в осенне– зимний период, т.к. естественного освещения не хватает. Современная технология светокультуры,

основанная на создании всех условий микроклимата с использованием ламп ассимиляционного освещения в качестве основного источника света [9].

6. Система автоматического управления микроклиматом.

Современные технологии выращивания овощных культур требуют постоянного поддержания заданных режимов микроклимата в тепличном комплексе. АСУ микроклиматом позволяет экономить 15-25% тепла при росте урожайности овощных культур, улучшить условия труда персонала и повысить общую культуру производства. Использование компьютеризированной системы, обеспечивает высокую точность поддержки требуемых параметров микроклимата с учетом изменения внешних метеорологических условий и агротехнических задач, воздействием на исполнительные механизмы и оборудование следующих технологических систем и процессов:

- сбор внешних метеорологических параметров;
- управление системой отопления теплиц;
- управление форточной вентиляцией;
- управление рециркуляционными вентиляторами;
- управление системами дозирования углекислого газа, поддержание уровня концентрации углекислого газа в объеме теплиц;
- контроль и управление системой ассимиляционного освещения;
- управление горизонтальными шторными экранами.

Вся информация технологических процессов отображается на мониторе компьютера с созданием архивных баз данных, представленных в удобной для анализа форме [12], [13].

Контроль и управление всеми технологическими процессами в теплицах производится «on-lain».

Применение АСУ микроклимата в тепличном комплексе (рис. 1.11) обеспечивает:

- повышение урожайности овощных культур;
- снижение энергопотребления;
- повышение уровня надежности и эффективности работы оборудования;

- получение достоверной и своевременной технологической информации;
- оперативное реагирование на сигналы об аварийных и предаварийных ситуациях [14].



Рисунок 1.11– Центральный компьютер управления микроклиматом

Вывод по первой главе:

В первой главе были рассмотрены исторические аспекты возникновения теплиц, прогресс которых не стоит на месте, тепличные конструкции постоянно совершенствуются. Внедряются новые материалы и технологии. На сегодняшний день существует огромный выбор тепличных комплексов. Фаворитами в современном мире являются теплицы 4-го «Venlo» и 5-го «Ultra Clima» поколений, которые обеспечивают высокую урожайность с максимальным энергосбережением. Такие теплицы активно используются лучшими агротехническими компаниями страны, для которых важен результат с минимальными затратами на ресурсы.

2. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛИЧНЫМ МИКРОКЛИМАТОМ

2.1. Общие сведения

В тепличном комплексе используется система автоматического контроля над технологическим процессом выращивания виктории (рисунок 2.1).

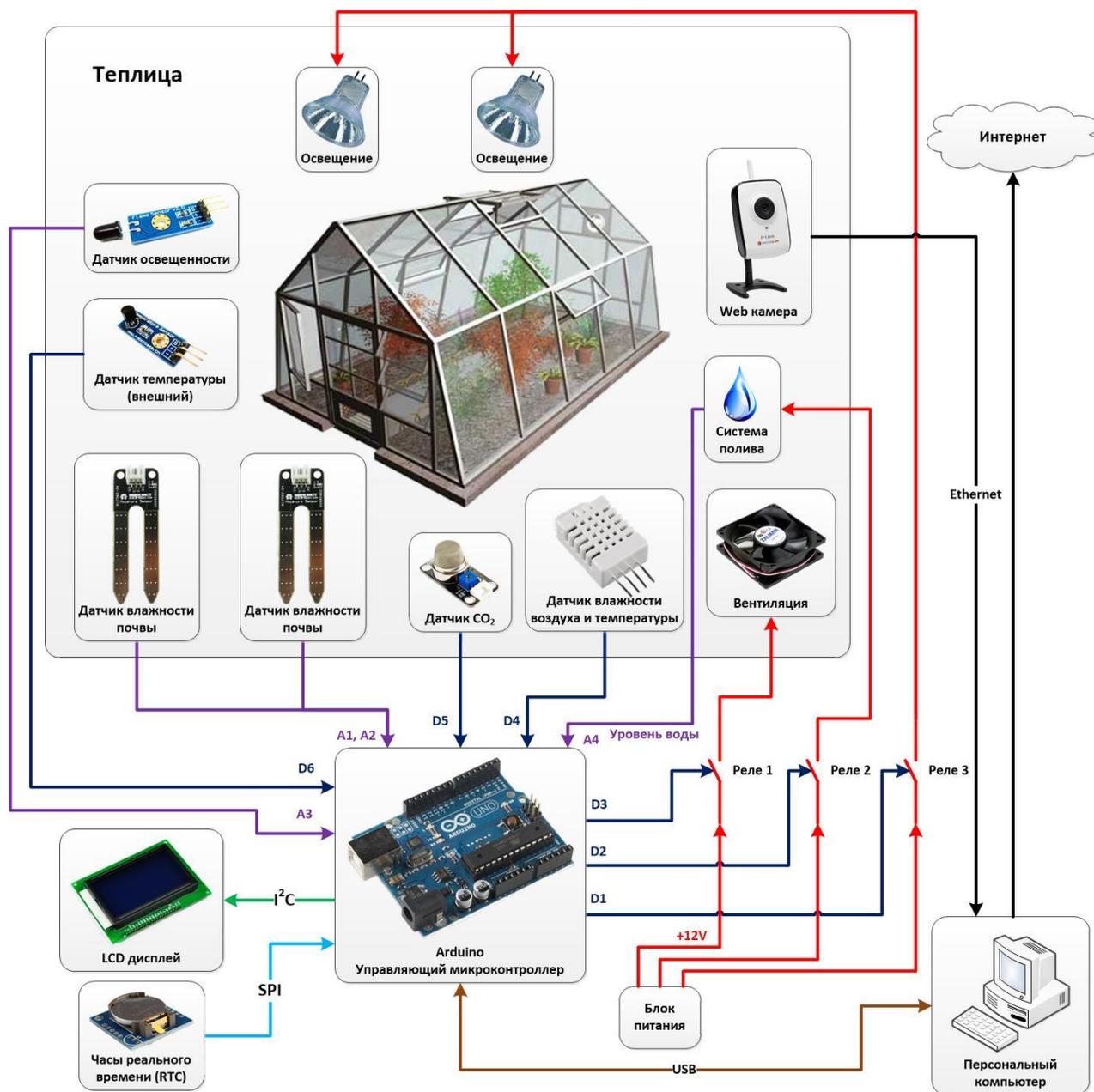


Рисунок 2.1– Схема реализации системы автоматического управления микроклиматом теплицы

Автоматическая система включает в себя несколько групп управления, такие как:

- климатический контроль;

- система внутреннего отопления теплиц;
- система вентиляции в теплицах;
- система горизонтальных и вертикальных шторных экранов;
- система капельного полива растений с повторным использованием дренажа питательного раствора;
- система испарительного охлаждения и до увлажнения воздуха;
- система подкормки растений CO₂;
- система ассимиляционного освещения.

Система климатического контроля предназначена для измерения климата внутри теплицы, определения влажности и температуры. При необходимости, данная система приводит в действие оборудование вентиляции, системы зашторивания, системы туманообразования (охлаждения воздуха). Датчики снимают показания и отправляют сигнал на компьютер, который в свою очередь определяет какой процесс необходимо запустить в тот или иной момент. Датчики делятся на первостепенные (контролируют микроклимат в тепличном хозяйстве) и второстепенные (дополнительные датчики) (таблица 2.1). Управляющий компьютер несет на себе весь функционал по контролю теплицы и сбору/переработки информации. Помимо этого, для работы системы нужен Wi-Fi роутер который является связующим звеном между контроллером и микрокомпьютером. К контроллеру управления подключаются все объекты управления, такие как: реле, датчики, сервоприводы, водные клапаны и т.д. Корпус контроллера, а также разъемы для подключения датчиков защищены по стандарту IP65. Микрокомпьютер является главным управляющим объектом в системе. Он собирает, обрабатывает и отправляет информацию на контроллеры [15], [16], [17].

Таблица 2.1– Первостепенные и второстепенные датчики

№	Первостепенные датчики	Второстепенные датчики
1	датчик температуры снаружи теплицы	датчик уровня воды
2	датчик температуры внутри	датчик температуры воды

	теплицы	
3	датчик интенсивности осадков	датчик положения фрамуги
4	датчик влажности воздуха в теплице	датчик фотофиксации
5	датчик влажности субстратов	
6	датчик концентрации углекислого газа в производственном отделении	
7	датчик освещенности вне теплицы	
8	датчик освещённости внутри теплицы	

Все системы комплекса работают в автоматическом режиме, однако, требуют постоянного контроля со стороны агрономов. Так же комплекс может работать и в ручном режиме, при котором все вышеперечисленные функции запускает в действие человек.

Современные технологии выращивания с/х культур (виктории) требуют постоянного поддержания определенных режимов микроклимата в теплицах. Автоматизация систем управления микроклиматом позволяет экономить 15-25% тепла при росте урожайности овощных культур, улучшить условия труда персонала и повысить общую культуру производства [17].

2.2 Требования, предъявляемые к оборудованию для микроклимата тепличного комплекса

Разнообразие систем интеллектуально управления микроклиматом в тепличных комплексах, принадлежащие отечественным и зарубежным производителям, позволяет упростить работу технологам [18].

Современная зимняя теплица как объект управления температурно-влажностным режимом характеризуется неудовлетворительной динамикой и нестабильностью параметров, вытекающими из особенностей технологии производства. В то же время агротехнические нормы предписывают высокую точность стабилизации температуры (± 1 градус), своевременное её изменение в зависимости от уровня фотосинтетически активной облученности, фазы

развития растений и времени суток. Все эти обстоятельства предъявляют высокие требования к функционированию и техническому совершенствованию оборудования автоматизации управления микроклиматом в теплицах [19].

Самые современные и профессиональные системы характеризуются такими параметрами:

- обеспечивают в теплице контроль отопления, вентиляции, охлаждения, уровня CO₂, циркуляции воздуха, дополнительного освещения, обработки растений химикатами;
- управляют экранами и затенением, увлажнением воздуха, системой очистки крыши, горелками отопительных котлов, орошением, дезинфекцией дренажной воды и рециркуляцией воды в системе орошения, обеспечивает измерение погодных условий, температуры и влажности внутри теплицы. Сбор данных и построение графиков производятся с помощью персонального компьютера;
- имеют высокую гибкость и масштабируемость. Могут использоваться в любых теплицах, в различных конфигурациях. Для каждого проекта составляется индивидуальный набор аппаратного и программного обеспечения;
- имеют высокую надёжность, в том числе обеспечиваемую системой резервного копирования данных;
- удобство монтажа и технического обслуживания;
- контроль всех параметров в теплице может осуществляться с одного операторского рабочего места, оснащённого персональным компьютером;
- возможность организации нескольких дублирующих рабочих мест, а также удалённого управления теплицей через радиоканал или сеть Интернет [12], [17].

2.3. Микроклимат, необходимый для с/х культуры (виктория)

Виктория – ягода, которая требует к себе особого внимания, для получения максимальной урожайности с минимальными ресурсозатратами необходимо обеспечить корректными параметрами систему микроклимата. Параметры для

роста и развития выращиваемой культуры, учитываются исходя из опыта технолога для виктории. Весь период жизни растения делится на три цикла: первый цикл (от посадки до цветения, приблизительно, 25 дней), второй цикл (цветение, приблизительно еще 20 дней) и заключительный третий цикл (плодоношение). Рекомендации, описанные в теории с учётом особенностей по поддержанию микроклимата для виктории, представлены ниже, в таблице 2.2. Таблица 2.2 – Оптимальный микроклимат для виктории, представленный в литературных источниках

Цикл	Т (температура)	М (влажность)	Q (CO ₂)
	теория	теория	теория
1	не менее 12 °С	90%	900 ppm
2	18°С – 22°С	75% – 80%	800 ppm
3	20°С – 25°С	85% – 90%	1100 ppm

Для поддержания данных параметров микроклимата необходимо качественное оборудование, которое будет снимать с датчиков все показатели и отправлять их контроллеру. Контроллер должен легко и просто настраиваться, чтобы обеспечить заданные параметры для роста и развития растений [20].

На мировом рынке представлен широкий выбор климатических контроллеров для автоматизации тепличного комплекса, все они обладают схожими характеристиками и функциями управления, различия лишь в цене устройства и всех его комплектующих, в стране производителе и энергоэффективности. Рассмотрев различные фирмы, мы остановили свой выбор на фирме *HortiMaX*, страна производитель – Нидерланды. Данная система управления обладает всеми функциями для максимального урожая [21].

2.4 Система управления микроклиматом теплицы *HortiMaX*

Программное обеспечение *HortiMaX Productive* подходит для любой тепличной культуры. Контроллер *HortiMaX-Go!* (рис. 2.1) – это новое решение для тепличного хозяйства, разработанное специально для производителей, начинающих выращивать в закрытом грунте, которым нужна автоматизированная система управления на начальном уровне. Это прекрасная альтернатива многим современным голландским высокотехнологичным

решениям, которые часто являются слишком комплексными и слишком дорогими.



Рисунок 2.1 – Внешний вид контроллера HortiMaX-Go!

Контроллер HortiMaX-Go! является уникальным оборудованием и отличается от существующих компьютеров на рынке тепличного хозяйства следующими аспектами:

- встроенное управление водными ресурсами и микроклиматом
- по сравнению с другими компьютерами в этом ценовом классе контроллер HortiMaX-Go! включает в себя управление микроклиматом, дозированием удобрений и поливом в теплице.

Все эти параметры управления отображаются одновременно на экране, таким образом, вам предоставляется моментальный обзор текущих процессов в теплице. Таким образом, вам больше не нужны отдельные компьютеры для управления каждым отдельным процессом, что обеспечивает снижение инвестиций.

Современный пользовательский интерфейс

Современные контроллеры по доступной цене обычно снабжены ограниченным пользовательским интерфейсом с малым количеством кнопок управления и черно-белым одно- или двухстрочным дисплеем. Контроллер HortiMaX-Go!, оснащен большим современным цветным сенсорным экраном. Программное обеспечение было разработано с целью предоставления

достоверного обзора с одного взгляда на экран и ручного управления. Это простая и интуитивная в использовании система, как, например, смартфон.

Адаптивное решение

Контроллер HortiMaX-Go! – это адаптивное решение. Производители самостоятельно выбирают нужные им компоненты в зависимости от выращиваемых культур, типа теплицы и индивидуальных потребностей. По сравнению с другими компьютерами на рынке тепличного хозяйства контроллер HortiMaX-Go! позволяет компоновать его по усмотрению пользователя и поэтому подходит для практически любого бюджета. В стандартной комплектации контроллер HortiMaX-Go! Поставляется уже оснащенным всем необходимым программным обеспечением. Конфигурация системы происходит автоматически по принципу «подключи и работай». Это можно сравнить с подключением мышки или клавиатуры к компьютеру, когда система автоматически распознает подключаемое оборудование (рис. 2.2).

Контроллер HortiMaX-Go! включает в себя следующее оборудование:

- контроллер HortiMaX-Go! Контроллер;
- контроллер HortiMaX-Go! Коммутаторы «Smart Switch»;
- контроллер HortiMaX-Go! Блоки датчиков;
- контроллер HortiMaX-Go! Блоки управления и панели;
- контроллер HortiMaX-Go! Блок-облако Cloudbox для доступа в

Интернет.



Рисунок 2.2 – Схема работы контроллера HortiMaX-Go!

Метеостанция Meteo-Go!

Компактная полностью укомплектованная метеостанция Meteo-Go! (рис. 2.3), включая датчик дождя, для замера скорости и направления ветра, наружной температуры, влажности и солнечного излучения. Метеостанция Meteo-Go! является надежным и простым в техобслуживании устройством и встроена в защитный кожух. В ней отсутствуют движущиеся детали, благодаря гальваническому разделению исключается риск повреждения ударом молнии. Подключение GPS определяет местоположение метеостанции и подключение к шине гарантирует простоту установки Meteo-Go! Для работы нескольких контроллеров достаточно одной метеостанции.



Рисунок 2.3 – Метеостанция Meteo-Go!

Блок датчиков MTV-Go!

Новый блок датчиков MTV-Go! (рис. 2.4) обеспечивает аккуратные замеры температуры и относительной влажности внутри теплицы. Если для всех секторов теплицы достаточно показаний одной метеостанции MeteoGo!, то для каждого отдельного сектора требуется собственный блок датчиков MTV-Go! Как опция, блок датчиков MTVGo! может быть оснащен датчиком CO₂. Двойной корпус блока датчиков MTV-Go! предохраняет замеры от влияния солнечного излучения и нет необходимости в установке вентилятора благодаря хорошей естественной вентиляции. Очень точные замеры, простота установки и нет загрязнения вследствие отсутствия движущихся частей.



Рисунок 2.4 – Блок датчиков MTV-Go!

Блок датчиков CO₂

Управление в зависимости от уровня CO₂ применяется не только в высокотехнологичных теплицах но становится все более и более распространенным в обычных теплицах. Это понятно, потому что применение управления концентрацией CO₂ может значительно повысить урожайность. В связи с этим управление концентрацией CO₂ доступно как опция. Блок датчиков MTV-Go! (рис. 2.5) Оснащен дополнительным разъемом для последовательного подключения мокрого датчика MTV-Go! к блоку датчиков CO₂. Подключив блок датчиков CO₂ непосредственно к мокрому датчику MTV-Go!, возможно измерить концентрацию CO₂ непосредственно в секторе теплицы. Эти данные также доступны для управления концентрацией CO₂ в режиме реального времени [21].



Рисунок 2.5– Блок датчиков CO₂

Вывод по второй главе:

В данной главе был исследован вопрос реализации системы автоматического управления микроклиматом теплицы. Проанализированы требования, предъявляемые к оборудованию для обеспечения заданных параметров микроклимата. Составлены рекомендации по температуре, влажности и CO₂ для выращивания виктории в тепличном комплексе. На основании всех параметров, которые были рассмотрены в главе был произведен выбор оборудования. Выбранное оборудование является оптимальным для виктории, т.к. имеет широкий

ассортимент технических решений и программного обеспечения. Недостатками являются проприетарное программное обеспечение и высокие цены.

5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Тема выпускной квалификационной работы «Исследование энергоэффективности микроклимата тепличного комплекса».

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение разрабатываемого проекта, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) произвести технико-экономическое обоснование проекта;
- 2) осуществить планирование этапов выполнения проекта;
- 3) рассчитать бюджет проводимого научно-технического проекта;
- 4) произвести оценку и экономической эффективности проекта.

5.1 Инициализация проекта и его технико-экономическое обоснование. Потенциальные потребители проекта. Анализ конкурентных технических решений.

Современные технологии выращивания овощных культур требуют постоянного поддержания определенных режимов микроклимата в теплицах. Автоматизация систем управления микроклиматом позволяет экономить 15-25% тепла при росте урожайности овощных культур, улучшить условия труда персонала и повысить общую культуру производства.

Потенциальным потребителем НТП является тепличный комплекс.

Сегментировать рынок услуг по системам автоматического управления микроклиматом можно по следующим критериям: техническое обслуживание, длительность эксплуатации оборудования (рисунок 5.1).

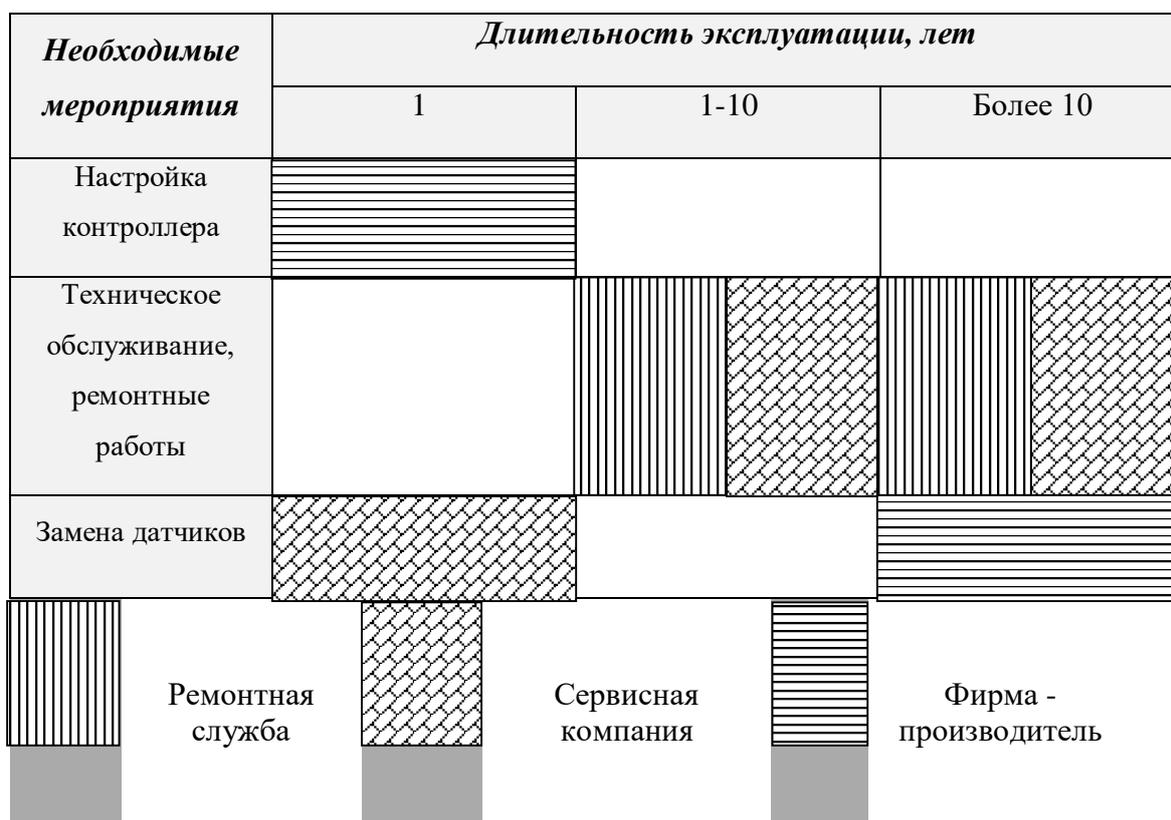


Рисунок 5.1– Карта сегментирования рынка услуг по системам автоматического управления микроклиматом

5.2 Анализ конкурентных технических решений

Проведем анализ конкурирующих разработок, а именно сравним системы автоматического управления микроклиматом. Проверим их эффективность и ресурсосбережение для тепличного комплекса.

Анализ конкурентных проектных решений целесообразно проводить с помощью оценочной карты, пример которой приведен в таблице 1. Для этого необходимо отобрать не менее двух конкурентных товаров и разработок. В качестве конкурентных товаров были рассмотрены B_{ϕ} – климатический контроллер Priva Compact, производитель Нидерланды и B_{κ} - контроллер HortiMaX-Go!, производитель Нидерланды.

Таблица 5.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б _ф	Б _к	К _ф	К _к
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Повышение производительности труда рабочего	0,15	5	5	0,75	0,75
2. Удобство в эксплуатации	0,1	4	5	0,4	0,5
3. Энергоэкономичность	0,13	5	5	0,65	0,65
4. Надежность	0,1	3	3	0,3	0,3
5. Безопасность	0,07	4	4	0,28	0,28
6. Габариты	0,05	4	3	0,2	0,15
7. Возможность дополнения различными датчиками	0,15	4	5	0,6	0,75
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	4	4	0,4	0,4
2. Цена	0,05	3	4	0,15	0,2
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	4	4	0,4	0,4
Итого	1			4,13	4,38

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в табл. 1, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

По результатам видно, что контроллер HortiMaX-Go! является наиболее конкурентоспособным, т.к. включает в себя управление микроклиматом, дозированием удобрений и поливом в теплице. Все эти параметры управления отображаются одновременно на экране, таким образом, предоставляется моментальный обзор текущих процессов в теплице.

5.2 Планирование исследовательских работ

5.2.1 Структура работ в рамках исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках исследования;

- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей. Составляем перечень этапов и работ в рамках проведения исследования, проводим распределение исполнителей по видам работ. Результат представлен в табл. 5.2.

Таблица 5.2 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель(инженер)
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент (работник)
	3	Описание объекта разработки	Студент (работник)
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель(инженер)
Теоретические и расчетные исследования	5	Разработка вариантов проектирования	Студент (работник)
	6	Сравнение возможных вариантов по ряду критериев	Студент (работник)
	7	Расчет основных параметров	Студент (работник)
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель(инженер)
<i>Проведение ОКР</i>			9
Разработка технической документации и проектирование	9	Имитационное моделирование	Студент (работник)
	10	Технико-экономические расчеты	Студент (работник)
	11	Вопросы безопасности и экологичности проекта	Студент (работник)
	12	Часть проекта, выполненная на иностранном языке	Студент (работник)
	13	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Студент (работник)

5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

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

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (1)$$

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

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

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

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

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (2)$$

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

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

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

5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (3)$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (4)$$

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

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

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

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

Все рассчитанные значения сводим в таблицу (табл. 7).

Пример расчета (составление и утверждение технического задания):

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5} = \frac{3 \cdot 0,5 + 2 \cdot 1}{5} = 0,7 \approx 1 \text{ чел-дней};$$

$$T_p = \frac{t_{ож}}{Ч} = \frac{1}{1} = 1 \text{ день};$$

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{540}{540 - 132 - 52} = 1,52;$$

$$T_{\kappa} = T_p \cdot k_{\text{кал}} = 1 \cdot 1,52 = 1,52 \approx 2 \text{ дня}.$$

Таблица 5.3 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{\min} , чел-дни		t_{\max} , чел-дни		$t_{ож}$, чел-дни					
	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент
Составление и утверждение технического задания	0,5		1		1		1		2	
Подбор и изучение материалов по теме		1		3		2		2		4
Описание объекта разработки		2		3		3		3		5
Календарное планирование работ по теме	0,5		2		1		1		2	
Подбор датчиков температуры для тепличного комплекса		2		4		3		3		5
Подбор датчиков освещенности для тепличного комплекса		2		4		3		3		5
Подбор датчиков влажности для тепличного комплекса		3		4		4		4		6
Подбор датчика CO2 для тепличного комплекса		2		3		2		2		3

Продолжение таблицы 5.3 – Временные показатели проведения научного исследования

Подбор системы вентиляции для тепличного комплекса		4		7		5		5		8
Подбор контроллера микроклимата тепличного комплекса		5		7		6		6		9
Оценка эффективности полученных результатов	3		4		4		4		7	
Имитационное моделирование		5		7		6		6		9
Технико-экономические расчеты		8		9		8		8		12
Вопросы безопасности и экологичности проекта		7		9		8		8		12
Часть проекта, выполненная на иностранном языке		10		12		11		11		17
Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)		15		20		17		17		26

На основании таблицы 5.3 строим календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделяем различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

5.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

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

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

Все необходимое оборудование и материалы имеются в лаборатории, поэтому расчет материальных затрат проводить не будем.

5.3.1. Расчет материальных затрат

В материальные затраты включают дополнительные затраты на канцелярские принадлежности, информационные носители, картриджи и т.п.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{\text{расх}i},$$

где m – количество видов материальных ресурсов;

$N_{\text{расх}i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию (натур.ед.);

Π_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./натур.ед.).

Таблица 5.5 – Материальные затраты

Наименование	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Датчик температуры	4	1134	4536
Датчик влажности почвы	1	140	140
Датчик CO ₂	2	980	1960
Датчик освещенности	2	530	1060
Датчик уровня воды	2	358	716
Датчик влажности	1	2210	2210
Датчик силы ветра	1	3300	3300
Контроллер	1	403	19138
Итого			32000

5.4 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

Данную НИР выполняют 2 сотрудника: руководитель(инженер) и студент (работник).

На основании выполненных работ необходимо рассчитать заработную плату исполнителей проекта.

Месячный должностной оклад руководителя (инженера):

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{оклад}} \cdot 1,3 \cdot (1 + 20\%), \text{руб.}$$

$$Z_{\text{м}} = 17000 \cdot 1,3 \cdot (1 + 20\%) = 26520(\text{руб.})$$

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{оклад}} \cdot 1,3 \cdot (1 + 20\%), \text{руб.}$$
$$Z_{\text{м}} = 15000 \cdot 1,3 \cdot (1 + 20\%) = 23400(\text{руб.})$$

Заработная плата из расчета за 1 час:

$$Z_{\text{час}} = \frac{Z_{\text{м}}}{21 \cdot 8}, \text{руб.}$$
$$Z_{\text{час}} = \frac{26520}{168} = 157,9(\text{руб.})$$

Основная заработная плата исполнителей за весь период работы:

$$Z_{\text{осн.руководит.}} = Z_{\text{час}} \cdot \sum \text{часов}, \text{руб.}$$
$$Z_{\text{осн.руководит.}} = 157,9 \cdot 88 = 13895,2(\text{руб.})$$
$$Z_{\text{осн.работника}} = Z_{\text{час}} \cdot \sum \text{часов}, \text{руб.}$$
$$Z_{\text{осн.работника}} = 157,9 \cdot 1008 = 159163,2(\text{руб.})$$

Дополнительная заработная плата рассчитывается как 12% от суммы основной заработной платы за весь период работы:

$$Z_{\text{доп.руководит}} = Z_{\text{осн.руководит.}} \cdot 0,12, \text{руб.}$$
$$Z_{\text{доп.руководит}} = 13895,2 \cdot 0,12 = 1667,4(\text{руб.})$$
$$Z_{\text{доп.работника}} = Z_{\text{осн.работника}} \cdot 0,12, \text{руб.}$$
$$Z_{\text{доп.работника}} = 159163,2 \cdot 0,12 = 19099,6(\text{руб.})$$

Отчисления во внебюджетные фонды являются обязательными отчислениями по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС). Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется как 30% от суммы основной и дополнительной заработной платы.

$$Z_{\text{внеб.руководит.}} = (Z_{\text{осн.руководит.}} + Z_{\text{доп.руководит.}}) \cdot 0,3, \text{руб.}$$
$$Z_{\text{внеб.руководит.}} = (13895,2 + 1667,4) \cdot 0,3 = 4668,78(\text{руб.})$$

$$Z_{\text{внеб. работника}} = (Z_{\text{осн. работника}} + Z_{\text{доп. работника}}) \cdot 0,3, \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{внеб. работника}} = (159163,2 + 19099,6) \cdot 0,3 = 53478,84(\text{руб.})$$

Накладные расходы учитывают прочие затраты, такие как затраты электроэнергии, печать материалов, оплата услуг связи и т.д. Рассчитываются как 80% от суммы основной заработной платы.

$$Z_{\text{накл.}} = (Z_{\text{осн. руководит.}} + Z_{\text{осн. работника}}) \cdot 0,8, \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{накл.}} = (13895,2 + 159163,2) \cdot 0,8 = 138446,7(\text{руб.})$$

Общие затраты на НТИ энергоэффективности микроклимата тепличного комплекса сведены в табл. 8.

Таблица 5.8 – Затраты на НТИ

Наименование	HortiMaX-Go!
Оборудование	32000
Заработная плата	193825,4
Отчисления во внебюджетные фонды	53478,84
Накладные расходы	138446,7
Итого	417750,94

Смета затрат на разработку технического проекта составляет 417751руб, из которых почти половина это затраты на оплату труда исполнителей проекта за весь период работы. Все результаты проекта оказались ожидаемы и могут быть реализованы.

5.5 Определение ресурсоэффективности проекта

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики проекта;
- конкурентоспособность проекта;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа, модели и т.п.);
- бюджет разработки и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научного проекта и определить направления для его будущего повышения и реализации. Для такой оценки были подобраны критерии эффективности такие как: безопасность, удобство в эксплуатации, обслуживание, надежность, износостойкость

Критерии ресурсоэффективности и их количественные характеристики приведены в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Контроллер PRIVA	Контроллер HortiMaX-Go
1. Простота эксплуатации	0,4	3	5
2. Возможность дополнения различными датчиками	0,3	4	5
3. Цена	0,05	3	5
4. Размеры	0,1	3	3
5. Срок эксплуатации	0,15	5	5
Итого:	1,00	3,6	4,6

Позиция оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Значения показателей, определяемые экспертным путем, в сумме составляют 1.

Анализ конкурентоспособности проекта определяется согласно выражению:

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

где K – конкурентоспособность научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Тогда:

$$K_{k\Sigma} = 0,4 \cdot 5 + 0,3 \cdot 5 + 0,05 \cdot 5 + 0,1 \cdot 3 + 0,15 \cdot 5 = 4,8$$

Показатель конкурентоспособности проекта достаточно высок (по 5-балльной шкале), что свидетельствует положительной оценке использования технического проекта. В результате выполнения поставленных задач по данному разделу можно сделать следующие вывод о том, что контроллер HortiMaxGo! наиболее эффективно, чем котроллер Priva, благодаря своей стоимости и простоте эксплуатации.

6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Научно-исследовательская работа направлена на разработку математической модели климатического контроллера, предназначенного для поддержания заданных параметров микроклимата тепличного комплекса.

Климатический контроллер — это компьютер с основными органами управления для регулировки климата и дозирования воды в тепличном комплексе. Для того чтобы выращивать сельскохозяйственные культуры исключительно высокого качества, помимо соблюдения вышеуказанных условий также необходимо контролировать другие переменные, такие как температура, влажность, яркость освещения и подача CO₂. Именно для этого используется система климат-контроля.

Системы климат-контроля позволяют регулировать условия окружающей среды и, таким образом, максимально оптимизировать производство. Климат-контроллер позволяет создавать благоприятные условия окружающей среды для любых видов растений, а также контролировать различные установки в составе системы климат-контроля (системы вентиляции, обогрева, тепловые или теневые экраны, установки увлажнения воздуха и дестратификации).

Климат-контроллер также включает в себя функцию сигнального оповещения и ряд стандартных рабочих программ. Данная технология значительно облегчает работу с системами климат-контроля и обеспечивает значительную экономию времени и сил для фермеров, за счет оптимизации производительности других технологических решений, реализованных внутри комплекса.

6.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.1.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

Согласно ТК РФ, N 197 -ФЗ работник аудитории 130, 8 корпуса ТПУ имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;

6.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Рабочее место в аудитории 130, 8 корпуса ТПУ должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. Оно должно занимать площадь не менее 4,5 м², высота помещения должна быть не менее 4 м, а объем - не менее 20 м³ на одного человека. Высота над уровнем пола рабочей поверхности, за которой работает оператор, должна составлять 720 мм. Оптимальные размеры поверхности стола 1600 x 1000 кв. мм. Под столом должно иметься пространство для ног с размерами по глубине 650 мм. Рабочий стол должен

также иметь подставку для ног, расположенную под углом 15° к поверхности стола. Длина подставки 400 мм, ширина - 350 мм. Удаленность клавиатуры от края стола должна быть не более 300 мм, что обеспечит удобную опору для предплечий. Расстояние между глазами оператора и экраном видеодисплея должно составлять 40 - 80 см. Так же рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. Рабочий стул должен иметь дизайн, исключающий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте.

Рабочее место сотрудника аудитории 130, 8 корпуса ТПУ соответствует требованиям ГОСТ 12.2.032-78.

6.2. Производственная безопасность

Разрабатываемая математическая модель климатического контроллера подразумевает использование электронной вычислительной машины (ЭВМ) и серверного оборудования ВМК РВ ЭЭС, с точки зрения социальной ответственности целесообразно рассмотреть вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке математической модели или работе с оборудованием, а также требования по организации рабочего места.

6.2.1. Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [34]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы:

Таблица 6.1. Опасные и вредные факторы при выполнении работ по разработке программного модуля

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) Разработка математической модели микроклимата тепличного комплекса	1. Повышенный уровень электромагнитных полей [2, 17];	1. Опасность поражения электрическим током [2, 17];	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1 278-03
2) Работа с ЭВМ	2. Недостаточная освещенность рабочей зоны; [2,3, 17];	2. Пожаровзрывоопасность [2, 17].	СанПиН 2.2.2.542-96
	3. Повышенный уровень шума на рабочем месте; [2, 17];		СанПиН 2.2.2/2.4.134 0-03
	4. Неудовлетворительный микроклимат [2, 17];		СанПиН 2.2.4.1191-03
	5. Повышенный уровень напряженности электростатического поля [2, 17].		СП 52.13330.20 11
			СанПиН 2.2.4.548-96
		СН 2.2.4/2.1.8.5 62-96	
		ГОСТ 30494-2011	

6.2.2. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

При разработке математической модели климатического контроллера и использования серверного оборудования в аудитории 130, 8 корпуса ТПУ, основным источником потенциально вредных и опасных производственных

факторов (ОВПФ) является ЭВМ, возможность поражения электрическим током. Использование серверного оборудования может привести к наличию таких вредных факторов, как повышенный уровень статического электричества, повышенный уровень электромагнитных полей, повышенная напряженность электрического поля.

К основной документации, которая регламентирует вышеперечисленные вредные факторы, относится СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к электронно-вычислительным машинам и организации работы":

ЭВМ должны соответствовать требованиям настоящих санитарных правил, и каждый их тип подлежит санитарно-эпидемиологической экспертизе с оценкой в испытательных лабораториях, аккредитованных в установленном порядке[36].

Допустимые уровни электромагнитных полей (ЭМП) в аудитории 130, 8 корпуса ТПУ [37], создаваемых ЭВМ, не должны превышать значений [37], представленных в таблице 5.2:

Таблица 6.2- Допустимые уровни ЭМП, создаваемых ЭВМ

Наименование параметров	Диапазон	ДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		60 кВ/м

Уровни ЭМП, ЭСП в аудитории 130, 8 корпуса ТПУ, перечисленные в таблице 5.2. соответствуют нормам.

Электробезопасность:

Для предотвращения поражения электрическим током, где размещаются рабочее место с ЭВМ в аудитории 130, 8 корпуса ТПУ, оборудование должно быть оснащено защитным заземлением, занулением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации [47]. Для предупреждения электротравматизма необходимо проводить соответствующие организационные и технические мероприятия: 1) оформление работы нарядом или устным распоряжением; 2) проведение инструктажей и допуск к работе; 3) надзор во время работы. Уровень напряжения для питания ЭВМ в данной аудитории 220 В, для серверного оборудования 380 В. По опасности поражения электрическим током помещение 130, 8 корпуса ТПУ относится к первому классу – помещения без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18-20°, с влажностью 40-50%) [47].

Основными непосредственными причинами электротравматизма, являются: 1) прикосновение к токоведущим частям электроустановки, находящейся под напряжением; 2) прикосновение к металлическим конструкциям электроустановок, находящимся под напряжением; 3) ошибочное включение электроустановки или несогласованных действий обслуживающего персонала; 4) поражение шаговым напряжением и др.

Основными техническими средствами защиты, согласно ПУЭ, являются защитное заземление, автоматическое отключение питания, устройства защитного отключения, изолирующие электрозщитные средства, знаки и плакаты безопасности. Наличие таких средств защиты предусмотрено в рабочей зоне. В целях профилактики периодически проводится инструктаж работников по технике безопасности.

Не следует размещать рабочие места с ЭВМ вблизи силовых кабелей, технологического оборудования, создающего помехи в работе ЭВМ[36].

Разработанные мероприятия обеспечивают безопасную эксплуатацию электроустановок в аудитории 130, 8 корпуса ТПУ.

Освещение:

В аудитории 130, 8 корпуса ТПУ имеется естественное (боковое двухстороннее) и искусственное освещение. Рабочие столы размещены таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения. В аудитории 130, 8 корпуса, в случаях работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк [37]. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк [37].

В качестве источников света применяются светодиодные светильники или металлогалогенные лампы (используются в качестве местного освещения) [37].

Таблица 6.4. Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения помещений жилых зданий [37]

Помещение	Рабочая поверхность и плоскость плоскость нормирования КЕО и освещенности и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение		
		КЕО e_n , %		КЕО e_n , %		Освещенность рабочих поверхностей, лк	Показатель дискомфорта М, не более	Коэффициент пульсации K_p , %, не более
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении			
Кабинеты	Г-0,0	3,0	1,0	1,8	0,6	300	-	≤5%(работа с ЭВМ) ≤20%(при работе с документацией)

Согласно [48] освещение в аудитории 130 8 корпуса ТПУ соответствует допустимым нормам.

Шум:

При работе с ЭВМ в аудитории 130, 8 корпуса ТПУ характер шума – широкополосный с непрерывным спектром более 1 октавы.

Таблица 6.5 - Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест [39]

N пп .	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентн ые уровни звука (дБА)
		31, 5	6 3	12 5	25 0	50 0	100 0	200 0	400 0	800 0	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность. Рабочие места в помещениях дирекции, проектно- конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

обработки данных, приема больных в здравпунктах										
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Согласно [48] уровень шума в аудитории 130, 8 корпуса ТПУ не более 80 дБА и соответствует нормам.

Микроклимат:

Для создания и автоматического поддержания в аудитории 130, 8 корпуса ТПУ независимо от наружных условий оптимальных значений температуры, влажности, чистоты и скорости движения воздуха, в холодное время года используется водяное отопление, в теплое время года применяется кондиционирование воздуха. Кондиционер представляет собой вентиляционную установку, которая с помощью приборов автоматического регулирования поддерживает в помещении заданные параметры воздушной среды.

Аудитория 130, 8 корпуса ТПУ является помещением I б категории. Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и др.) [38]

Таблица 6.6- Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Катег. работ по уровню энергозатрат	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относ. влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Iб	21-23	20-24	40-60	0,1
Теплый	Iб	22-24	21-25	40-60	0,1

Таблица 6.7-Допустимые величины интенсивности теплового облучения

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м ² , не более
50 и более	35
25-50	70
не более 25	100

В аудитории проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ЭВМ.

Согласно [48] микроклимат аудитории 130, 8 корпуса ТПУ соответствует допустимым нормам.

6.3. Экологическая безопасность

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации предлагаемых в ВКР решений.

6.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Математическая модель климатического контроллера – является программным алгоритмом и не наносит вреда окружающей среде. С точки зрения влияния на окружающую среду можно рассмотреть влияние серверного оборудования при его утилизации.

Большинство компьютерной техники содержит бериллий, кадмий, мышьяк, поливинилхлорид, ртуть, свинец, фталаты, огнезащитные составы на основе брома и редкоземельные минералы [44]. Это очень вредные вещества, которые не должны попадать на свалку после истечения срока использования, а должны правильно утилизироваться.

Утилизация компьютерного оборудования осуществляется по специально разработанной схеме, которая должна соблюдаться в организациях:

1. На первом этапе необходимо создать комиссию, задача которой заключается в принятии решений по списанию морально устаревшей или не рабочей техники, каждый образец рассматривается с технической точки зрения.

2. Разрабатывается приказ о списании устройств. Для проведения экспертизы привлекается квалифицированное стороннее лицо или организация.

3. Составляется акт утилизации, основанного на результатах технического анализа, который подтверждает негодность оборудования для дальнейшего применения.

4. Формируется приказ на утилизацию. Все сопутствующие расходы должны отображаться в бухгалтерии.

5. Утилизацию оргтехники обязательно должна осуществлять специализированная фирма.

6. Получается специальная официальной формы, которая подтвердит успешность уничтожения электронного мусора.

После оформления всех необходимых документов, компьютерная техника вывозится со склада на перерабатывающую фабрику. Все полученные в ходе переработки материалы вторично используются в различных производственных процессах. [40]

6.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Процесс исследования представляет из себя работу с информацией, такой как технологическая литература, статьи, ГОСТы и нормативно-техническая документация, а также разработка математической модели с помощью различных программных комплексов. Таким образом процесс исследования не имеет влияния негативных факторов на окружающую среду.

6.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

6.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-94 ЧС - это нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на объекте или определенной территории (акватории), вызванное аварией, катастрофой, стихийным или экологическим бедствием, эпидемией, эпизоотией (болезнь животных), эпифитотией

(поражение растений), применением возможным противником современных средств поражения и приведшее или могущее привести к людским или материальным потерям".

С точки зрения выполнения проекта характерны следующие виды ЧС:

1. Пожары, взрывы;
2. Внезапное обрушение зданий, сооружений;
3. Геофизические опасные явления (землетрясения);
4. Метеорологические и агрометеорологические опасные явления;

Так как объект исследований представляет из себя математическую модель, работающий в программном приложении, то наиболее вероятной ЧС в данном случае можно назвать пожар в аудитории с серверным оборудованием. В серверной комнате применяется дорогостоящее оборудование, не горючие и не выделяющие дым кабели. Таким образом, возникновение пожаров происходит из-за человеческого фактора, в частности, это несоблюдение правил пожарной безопасности. К примеру, замыкание электропроводки - в большинстве случаев тоже человеческий фактор. Соблюдение современных норм пожарной безопасности позволяет исключить возникновение пожара в серверной комнате.

- Согласно СП 5.13130.2009 предел огнестойкости серверной должен быть следующим: перегородки - не менее EI 45, стены и перекрытия - не менее REI 45. Т.е. в условиях пожара помещение должно оставаться герметичным в течение 45 минут, препятствуя дальнейшему распространению огня.

- Помещение серверной должно быть отдельным помещением, функционально не совмещенным с другими помещениями. К примеру, не допускается в помещении серверной организовывать мини-склад оборудования или канцелярских товаров.

- При разработке проекта серверной необходимо учесть, что автоматическая установка пожаротушения (АУПТ) должна быть

обеспечена электропитанием по первой категории (п. 15.1 СП 5.13130.2009).

- Согласно СП 5.13130.2009 в системах воздуховодов общеобменной вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха защищаемых помещений следует предусматривать автоматически закрывающиеся при обнаружении пожара воздушные затворы (заслонки или противопожарные клапаны).

6.4.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

При проведении исследований наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара в помещении 130, 8 корпуса ТПУ. Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Основные источники возникновения пожара:

1. Неработоспособное электрооборудование, неисправности в проводке, розетках и выключателях. Для исключения возникновения пожара по этим причинам необходимо вовремя выявлять и устранять неполадки, а также проводить плановый осмотр электрооборудования.

2. Электрические приборы с дефектами. Профилактика пожара включает в себя своевременный и качественный ремонт электроприборов.

3. Перегрузка в электроэнергетической системе (ЭЭС) и короткое замыкание в электроустановке.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Пожарная безопасность обеспечивается комплексом мероприятий:

- обучение, в т.ч. распространение знаний о пожаробезопасном поведении (о необходимости установки домашних индикаторов задымленности и хранения зажигалок и спичек в местах, недоступных детям);
- пожарный надзор, предусматривающий разработку государственных норм пожарной безопасности и строительных норм, а также проверку их выполнения;
- обеспечение оборудованием и технические разработки (установка переносных огнетушителей и изготовление зажигалок безопасного пользования).

В соответствии с ТР «О требованиях пожарной безопасности» для административного жилого здания требуется устройство внутреннего противопожарного водопровода.

Согласно ФЗ-123, НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении должны быть установлены дымовые оптико-электронные автономные пожарные извещатели, а оповещение о пожаре должно осуществляться подачей звуковых и световых сигналов во все помещения с постоянным или временным пребыванием людей.

Аудитория 130, 8 корпуса ТПУ оснащена первичными средствами пожаротушения: огнетушителями ОУ-3 1шт., ОП-3, 1шт. (предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники, класс пожаров А, Е.).

Таблица 6.8 – Типы используемых огнетушителей при пожаре в электроустановках

Напряжение, кВ	Тип огнетушителя (марка)
До 1,0	порошковый (серии ОП)
До 10,0	углекислотный (серии ОУ)

Согласно НПБ 105-03 помещение, предназначенное для проектирования и использования результатов проекта, относится к типу П-2а.

Таблица 6.9. Категории помещений по пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
П-2а	Зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр.

В корпусе 8 ТПУ имеется пожарная автоматика, сигнализация. В случае возникновения загорания необходимо обесточить электрооборудование, отключить систему вентиляции, принять меры тушения (на начальной стадии) и обеспечить срочную эвакуацию студентов и сотрудников в соответствии с планом эвакуации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе были получены следующие результаты:

1. Корректировка понятия энергоэффективности микроклимата тепличного комплекса для выращивания виктории. Нами были получены основные параметры, которые оказывают наибольшее влияние на микроклимат тепличного комплекса, а именно: температура (Т), влажность (М), содержание углекислого газа (Q);
2. Была разработана база правил для микроконтроллера на базе нечеткой логики для регулирования температуры, влажности и проветривания, особенностью которой является возможность управления параметрами микроклимата с максимальной энергоэффективностью;
3. Создана имитационная модель микроклимата тепличного комплекса, которая позволяет управлять системой отопления и проветривания, влажности и содержания углекислого газа, которые влияют на урожайность, выбранной сельскохозяйственной культуры (виктория);
4. Разработаны практические рекомендации основных параметров микроклимата для сельскохозяйственной культуры (виктории), которые влияют на урожайность, листообразование, цветочность и заболеваемость растения. Расхождения между практическими данными и теоретическими выкладками составили, в среднем 15% в меньшую сторону.

Приложение А
База правил нечеткого регулятора параметров микроклимата
технологического процесса

1. If (T is n) and (Tout is z) then (HeatValve is open);
2. If (T is sn) and (Tout is z) then (HeatValve is open);
3. If (T is z) and (Tout is z) then (HeatValve is open);
4. If (T is sp) and (Tout is z) then (HeatValve is stop);
5. If (T is p) and (Tout is z) then (HeatValve is close);
6. If (T is bp) and (Tout is z) then (HeatValve is close);
7. If (M is n) and (Tout is z) then (VaporValve is open);
8. If (M is sn) and (Tout is z) then (VaporValve is stop);
9. If (M is z) and (Tout is z) then (VaporValve is close);
- 10.If (M is sp) and (Tout is z) then (VaporValve is close);
- 11.If (Q is bn) and (Tout is z) and (Qout is z) then (AirValve is close);
- 12.If (Q is bn) and (Tout is z) and (Qout is p) then (AirValve is close);
- 13.If (Q is n) and (Tout is z) and (Qout is z) then (AirValve is stop);
- 14.If (Q is n) and (Tout is z) and (Qout is p) then (AirValve is close);
- 15.If (Q is sn) and (Tout is z) and (Qout is z) then (AirValve is open);
- 16.If (Q is sn) and (Tout is z) and (Qout is p) then (AirValve is stop);
- 17.If (Q is z) and (Tout is z) and (Qout is z) then (AirValve is open);
- 18.If (Q is z) and (Tout is z) and (Qout is p) then (AirValve is open);
- 19.If (Q is sp) and (Tout is z) and (Qout is z) then (AirValve is open);
- 20.If (Q is sp) and (Tout is z) and (Qout is p) then (AirValve is open);
- 21.If (Q is p) and (Tout is z) and (Qout is z) then (AirValve is open);
- 22.If (Q is p) and (Tout is z) and (Qout is p) then (AirValve is open);

23.If (Q is bp) and (Tout is z) and (Qout is z) then (AirValve is open);
24.If (Q is bp) and (Tout is z) and (Qout is p) then (AirValve is open);
25.If (Q is bbp) and (Tout is z) and (Qout is z) then (AirValve is open);
26.If (Q is bbp) and (Tout is z) and (Qout is p) then (AirValve is open);
27.If (T is n) and (Tout is n) then (HeatValve is open);
28.If (T is sn) and (Tout is n) then (HeatValve is open);
29.If (T is z) and (Tout is n) then (HeatValve is stop);
30.If (T is sp) and (Tout is n) then (HeatValve is close);
31.If (T is p) and (Tout is n) then (HeatValve is close);
32.If (T is bp) and (Tout is n) then (HeatValve is close);
33.If (M is n) and (Tout is n) then (VaporValve is open);
34.If (M is sn) and (Tout is n) then (VaporValve is open);
35.If (M is z) and (Tout is n) then (VaporValve is stop);
36.If (M is sp) and (Tout is n) then (VaporValve is close);
37.If (Q is bn) and (Tout is n) and (Qout is z) then (AirValve is close);
38.If (Q is bn) and (Tout is n) and (Qout is p) then (AirValve is close);
39.If (Q is n) and (Tout is n) and (Qout is z) then (AirValve is close);
40.If (Q is n) and (Tout is n) and (Qout is p) then (AirValve is close);
41.If (Q is sn) and (Tout is n) and (Qout is z) then (AirValve is close);
42.If (Q is sn) and (Tout is n) and (Qout is p) then (AirValve is close);
43.If (Q is z) and (Tout is n) and (Qout is z) then (AirValve is stop);
44.If (Q is z) and (Tout is n) and (Qout is p) then (AirValve is close);
45.If (Q is sp) and (Tout is n) and (Qout is z) then (AirValve is open);
46.If (Q is sp) and (Tout is n) and (Qout is p) then (AirValve is stop);
47.If (Q is p) and (Tout is n) and (Qout is z) then (AirValve is open);

48.If (Q is p) and (Tout is n) and (Qout is p) then (AirValve is open);
49.If (Q is bp) and (Tout is n) and (Qout is z) then (AirValve is open);
50.If (Q is bp) and (Tout is n) and (Qout is p) then (AirValve is open);
51.If (Q is bbp) and (Tout is n) and (Qout is z) then (AirValve is open);
52.If (Q is bbp) and (Tout is n) and (Qout is p) then (AirValve is open);
53.If (T is n) and (Tout is bn) then (HeatValve is open);
54.If (T is sn) and (Tout is bn) then (HeatValve is stop);
55.If (T is z) and (Tout is bn) then (HeatValve is close);
56.If (T is sp) and (Tout is bn) then (HeatValve is close);
57.If (T is p) and (Tout is bn) then (HeatValve is close);
58.If (T is bp) and (Tout is bn) then (HeatValve is close);
59.If (M is n) and (Tout is bn) then (VaporValve is open);
60.If (M is sn) and (Tout is bn) then (VaporValve is open);
61.If (M is z) and (Tout is bn) then (VaporValve is stop);
62.If (M is sp) and (Tout is bn) then (VaporValve is close);
63.If (Q is bn) and (Tout is bn) and (Qout is z) then (AirValve is close);
64.If (Q is bn) and (Tout is bn) and (Qout is p) then (AirValve is close);
65.If (Q is n) and (Tout is bn) and (Qout is z) then (AirValve is close);
66.If (Q is n) and (Tout is bn) and (Qout is p) then (AirValve is close);
67.If (Q is sn) and (Tout is bn) and (Qout is z) then (AirValve is close);
68.If (Q is sn) and (Tout is bn) and (Qout is p) then (AirValve is close);
69.If (Q is z) and (Tout is bn) and (Qout is z) then (AirValve is close);
70.If (Q is z) and (Tout is bn) and (Qout is p) then (AirValve is close);
71.If (Q is sp) and (Tout is bn) and (Qout is z) then (AirValve is close);
72.If (Q is sp) and (Tout is bn) and (Qout is p) then (AirValve is close);

- 73.If (Q is p) and (Tout is bn) and (Qout is z) then (AirValve is stop);
- 74.If (Q is p) and (Tout is bn) and (Qout is p) then (AirValve is close);
- 75.If (Q is bp) and (Tout is bn) and (Qout is z) then (AirValve is close);
- 76.If (Q is bp) and (Tout is bn) and (Qout is p) then (AirValve is stop);
- 77.If (Q is bbp) and (Tout is bn) and (Qout is z) then (AirValve is close);
- 78.If (Q is bbp) and (Tout is bn) and (Qout is p) then (AirValve is close).

Приложение Б

Section of the master's thesis in a foreign language

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГМ72	Змиева Ксения Андреевна		

Консультант ИШЭ ОЭЭ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Саиди Саид	к.т.н		

Консультант – лингвист ИШЭ ИЯЭИ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Токмашев Денис Михайлович	к.ф.н		

INTRODUCTION

A modern greenhouse is a very complex technological object. The main task that is solved in a greenhouse complex is the optimal maintenance of the microclimate (lighting, watering, maintaining the optimum temperature). It can only be solved at the level of modern technologies, including computer control. In order to get the maximum yield in a greenhouse complex, the temporary mode of ripening of agricultural crops (agricultural) plays an important role - it is possible to achieve it with the help of intensive methods of growing plants. A greenhouse complex consists of an array of sensors, actuators and of a central control device.

One of the important aspects of greenhouse management is the economical use of energy. Due to the large area of translucent surfaces in the greenhouse complexes, the significant heat losses occur, which require a certain amount of fuel in the heating system to compensate.

To achieve maximum yield with minimum energy consumption in a greenhouse complex, an automated microclimate control system is used, it allows increasing crop yields while maintaining energy resources.

In general, new technologies and the increasing automation of processes in a greenhouse make work more comfortable, reduce labor costs, attract young qualified specialists to this area of agriculture. Today it is impossible to imagine a modern economical greenhouse without a powerful, fast-acting, reliable management system.

1. THE DEVELOPMENT OF GREENHOUSE COMPLEXES

1.1 Greenhouse complexes. The history of development

A greenhouse complex was mentioned for the first time during the period of the Roman Empire. The Roman emperor Tiberius liked cucumbers very much and ate them every day. The Roman gardeners developed their own system of the all-year cucumber growth in order to have fresh vegetables for the emperor's table every day (Figure 1.1). The cucumbers were planted in the soil which was placed in the carts. These carts were installed under the sun every morning, and then, in the evening, they were taken away in a warm room in order to save the warm during the night.



Figure 1.1 – The Roman greenhouse complexes

In the 13th Century, the greenhouse complexes were built in Italy for the exotic plants which were brought by the researchers from the tropics. The idea of a “Botanic garden” goes back to those complexes.

The “Active” greenhouses, in which it was possible to regulate the temperature, appeared later. They were originally mentioned in 1450. The Koreans developed a greenhouse, the description of which contains the possibility to regulate the temperature and humidity for different plants and crops. Due to the records of the Choson Dynasty we can see the description of Mandarin trees growing during the winter season in a Korean traditional greenhouse with a system of heating [2].

The predecessors of the modern greenhouses also appeared in Holland and then in Britain in the 17th Century. Such greenhouses demanded too many efforts for

the preparation of its construction for a night or for a winter season. There were many problems with the well-balanced climate and necessary temperature. Today the biggest greenhouses of the world are situated in Holland, some of them are so big that are able to produce millions of vegetables and flowers every year.

The French people called their first greenhouses the “Orangery”, as they were created for the protection of orange trees from the frost. The French botanist Charles L. Bonaparte is considered to be the first who built practically modern orangery in Leiden. The experiments with a greenhouse design continued until the end of the 17th Century. The greenhouse-orangery in the Palace of Versailles was so huge in comparison to others. Its length was 150 meters, and its width and height were 13 and 14 meters, respectively. In Japan the first greenhouse appeared in 1880. It was built by a British salesman who exported herbs.

The numerous greenhouses began to occur since 1960, when the plastic sheeting became available. Such greenhouses were created with the help of aluminium and zinked steel sections or even just with PVC pipes because their cost was not too expensive. It caused the fact that people began to build greenhouses on small farms and gardens. The plastic sheeting’s strength was increasing during the time, and in 1970 it was added by the UV protection that suddenly extended its lifetime from 1 to 5 years.

Since the 1980s the modern greenhouses, fitted with heating, additional lightning and systems of necessary microclimate, occurred. The number of cover’s types also expanded. Besides the plastic sheeting it is also popular to use such materials as glass and alveolated polycarbonates.

The modern greenhouses and greenhouse complexes are characterized by the variety of constructions, engineering systems, planting technologies, energy sources and etc.

The active regulations regard the main particularities of the greenhouses and the technologies of their use [link].

Greenhouses and greenhouse complexes are grouped by the purpose of use (vegetal, seedling, vegetal-seedling); by the duration of use (all-year, spring-summer-autumn season); by the planning (single-span, double-span); by their sizes and squares [5].

The purpose of use means the industrial greenhouses (the main purpose of use): it is the industrial greenhouses of different sizes (mostly of 3 ha and more) for mass planting of vegetables, flowers and etc., and also the block of farm greenhouses with an area of 0,25 - 2,0 ha. Moreover, the last ones can be situated on the active industrial areas of the large enterprises.

The most popular greenhouses are the greenhouses of the 4th generation (“Venlo” type). During the last 15-20 years such greenhouses are still being built in the countries of Eastern Europe (Figure 1.2).



Figure 1.2 – The «Venlo» greenhouse

The modern greenhouses of the 4th generation of the “Venlo” type are the greenhouses with the height up to 8 meters, well-pressurized, with the high level of automation, which allow realizing the leading technologies of vegetable planting. Due to the integration of such greenhouses it became possible to increase the crop yield of vegetables, at the same time the technologies of photoculture even doubled the vegetal output from one square meter. However, these cost-effective

greenhouses also have some important disadvantages, which do not allow getting the full crop biologically encumbered in the hybrids [3].

One of the main disadvantages is the fact that a greenhouse cannot maintain the ideal microclimate during the different seasons of a year. First of all we can see it in spring, and we can see it even earlier if we use the technologies of photoculture. In this time the overheat of a greenhouse can be seen, so in order to maintain the necessary microclimate it is important to open the air vents and this fact in its turn leads to the overconsumption of thermal energy. Moreover, it is essential that the plants are stressed by the “temperature shock” because of the cold air going down, and this leads to the reduction of yields.

So in this case we can see that a negative multiplicative effect is obtained: it is impossible not to open the vents because of the “steaming” of plants, and at the same time while opening them, the top of the plant is damaged and the heating costs increase. In the summer period of growing vegetables, the 4th-generation greenhouse is incapable of maintaining the desired microclimate, as there are no resources to reduce the temperature [3].

The 5th-generation greenhouse, the so-called “half-closed greenhouse”, created by using the Ultra Clima technology, retains all the advantages of “Venlo” type greenhouses, but in many respects surpasses it in a number of parameters:

1. A greenhouse maintains the ideal microclimate at any time of the year.

In winter or spring, while overheating, as well as in the simple greenhouses, the vents are opened slightly, although the number of them is 90% less than in conventional greenhouses and they serve only to relieve a slight overpressure under which the Ultra Clima greenhouse is located. At the same time, the air always comes out of the greenhouse, and here the temperature shock is fundamentally not possible, and since the amount of vents is small, it leads to the lower heat losses, respectively.

In summer, the greenhouse is able to cool itself. Along the entire length it is supplied with adiabatic panels, to which water flows. The water, evaporating, takes a part of the energy, so the chilled air enters the greenhouse. The practical use of

such a cooling system in a greenhouse in the city of Dankov, Lipetsk region, showed that it is possible to reduce the temperature in the greenhouse to 10 ° C, which, in its turn, leads to a beneficial effect on plants and no yield loss occurs [link].

2. A greenhouse saves heating costs. This happens due to the recycling of thermal energy. In a conventional greenhouse, warm air from the heating pipes rises upwards and through the glazing of the roof of the greenhouse comes out, and the greater the difference in temperature between the outside and the inside air, the higher the transpiration intensity. Naturally, in winter, we can see the maximum heat consumption. In the Ultra Clima greenhouses, the warm air which rises up is picked up by the fans and then supplied to the heating again through the plastic sleeves located under each bed. This effect is especially enhanced while using the photoculture technology. The heat from the lamps, which represents about 90% of the lamp power, is irrevocably evaporated in a simple greenhouse, and in the Ultra Clima greenhouse it is almost completely used for heating.

3. A greenhouse at any period of time can maintain an optimal level of CO₂. It is known that during the period when the air vents should be opened, it is impossible to maintain the CO₂ level required for the technology in a simple greenhouse. It always strives for a natural background noise outside, which is about 400 ppm. Such level of CO₂ is not enough for the high-grade photosynthesis, which leads to yield loss. In the Ultra Clima greenhouse, due to its “half-closeness”, it is much more possible to maintain the necessary concentration of CO₂, and this fact has a beneficial effect on the yield [3].

1. The greenhouse is protected from pest infestation. One of the distinctive features of the Ultra Clima greenhouse is the presence of excess pressure inside. While opening the vents and the entrance gate, insects cannot overcome the force of excess pressure and do not penetrate into the greenhouse.

2. In the Ultra Clima greenhouse (Figure 1.3) there is no stagnation of air, and this fact prevents the development of diseases due to the film sleeves located under each bed [3].



Figure 1.3– The “Ultra Clima” greenhouse

The main task of a greenhouse is to create conditions for the effective functioning of plants. This goal is achieved by various architectural and planning solutions.

According to the section of a greenhouse we can divide them into separate-standing (shelters, tunnels and hangar), and into greenhouses that are formed (combined) into blocks.

Depending on the design (solution) of a greenhouse, the issues of ventilation in the roof and in the side walls are solved. For greenhouses of the 5th generation it is provided a special ventilation chamber, located along the spans of greenhouses. The additional fan systems take air from the greenhouse, bring it to the required quality (including cooling with the use of so-called “wet screens”) and return it to the unit with plants. At the same time, the size of the “air vent” ventilation is significantly smaller than that of the “Venlo” type greenhouses.

While choosing the type of a greenhouse, it is necessary to take into account the climatic conditions of the region, the period of crop production, the light zone of the region (Tomsk III light zone) [link].

1.2. The main parameters controlled in the greenhouse (automated), their requirements

The next necessary factor is the ability to provide conditions in the greenhouse for the effective cultivation of crops. This concerns both the choice of the construction in terms of height, the type of its ventilation, the thermal conductivity of the coating, and, if it is possible, the placement of the necessary set of technological equipment. The modern low-volume methods of growing vegetables suggest a sufficient for the formation of the height of the suspension (crop support), an effective climate control system for the greenhouse with appropriate actuators, a heating system with the separation of heating circuits [4].

In a modern greenhouse, the complex equipment for irrigation, CO₂ fertilization, screening and electro-reflection is installed [link]. Each of the listed elements increases not only the potential for output of a greenhouse, but also increases its cost per square meter. At a certain stage, if we assume that the potential yield is limited by the capacity of a variety or hybrid, the type of a greenhouse, the installation of expensive equipment will not always give a high economic effect.

Thus, the choice of a greenhouse design and of a set of its technological equipment is found in a direct proportion to the economic feasibility of its installation.

The automatic system is a software and hardware complex for reliable measurement of the state of climate in a greenhouse, the state of the environment and the calculation on this basis of control actions on the actuators of engineering and technological equipment of the greenhouse [4].

The automated control system adjusts operating parameters:

- “air vent” ventilation systems;
- air recirculation systems;
- curtain systems;
- drip irrigation systems;
- CO₂ plant feeding systems;

- artificial seedling lighting systems;
- greenhouse heating system.

1) The greenhouse ventilation is considered to be the natural one due to the opening small vents in the roof (Figure 1.4). Air vents are opened and closed by a rail system. The opening mechanism of the vents is a system of shafts and toothed racks, which, while interacting with each other, actuate a pusher element that lifts the vents. The rods are driven by gear motors. The geared motors are equipped with safety switches and adjustable limit switches.



Figure 1.4 – “Air vent” ventilation system

The air recirculation system in a greenhouse is designed to mix it artificially in order to distribute temperature fields in the structure more evenly, to reduce plant overheating, to activate physiological processes in plants, to eliminate areas with high humidity especially during periods when natural ventilation through the vents is impossible or ineffective. The package includes axial fans, electrical equipment, fan control units. The fan operation is carried out in automatic mode. The image of the axial fan of the air recirculation system is shown in Figure 1.7 [5].



Figure 1.5 – The axial fan

The recirculation is provided by fans controlled by the temperature difference at the control points which, in their turn, are controlled by temperature sensors.

In this case, the control system performs the following functions:

- regulation of temperature and humidity of the supplied air
- regulating effect is transmitted to the valves of the heat and coolant, the outside air mixing valves through the signals to the electric actuators,
- regulation of overpressure inside the greenhouse by changing the position of the vents,
- control of air distribution through on / off function and changing the speed of rotation of the fans.

2) Curtain Shading System

The main and important factor that controls the growth, development and fruiting of plants is the temperature regime. Temperature determines the intensity of such processes as photosynthesis, respiration, transpiration, substance transfer, growth and fruiting.

The optimum temperature for photosynthesis in vegetable crops ranges from 20 ° C to 24 ° C. Extremely high temperatures adversely affect the processes of growth, development, pollination and fruit formation.

The system of heat-shielding and reflective curtain screen is specially designed for maximum energy saving in the cold period and at night, as well as for creating of shading in greenhouses with intense solar radiation in the spring-summer period of the year (Figure 1.6) [link].



Figure 1.6 – The Curtain Shading

The flexibility of the material allows the screen to be folded into packages of such a size that it practically does not obscure the plants and does not prevent the passage of light. In addition, the use of the screen reduces the likelihood of condensation.

The design of the curling mechanism is made separately for each climatic zone of the greenhouse block. The curtain screens are opened and closed as needed in automatic mode by a signal from an automated climate control system or remotely [6].

3) Drip irrigation system

The drip irrigation system provides the supply of the required amount of water with the required set of batteries directly to the root zone of a plant, that in its turn ensures the optimal nutrient and water-air regime of the greenhouse substrate, increases the yield of vegetable crops, reduces the consumption of water and fertilizers, reduces the incidence of plants and reduces their risk distribution.

The usage of the drip irrigation system in the technological cycle of production of vegetable and berry products allows planning optimally the watering of plants during the day, depending on the phase of growth and development of plants and the influence of external environmental factors (Figure 1.7) [5].



Figure 1.7 – Complex drip irrigation lines

The drip irrigation system, the water supply system and the drainage collection system are installed separately for each greenhouse in order to grow vegetable crops. The reserve of water is provided in collapsible metal tanks. The container is a cylindrical frame made of steel sheets galvanized on both sides of corrugated sheets, where there is a heat insulating gasket and a black PVC liner [6]. From above the tank is covered with a coating of woven synthetic material that provides free passage of air, but protects the water in the tank from exposure to light, which helps prevent water blooming in the tank. The water supply to the tanks is regulated by a valve with electromagnetic control.

The water treatment for drip irrigation is carried out through a filtration system that provides the purification of water from suspended solids in it from 80–100 μm in size. Quartz sand is used as a filling component.

The assembly unit of preliminary mixing of fertilizers provides mixing and dissolving of fertilizers in the tanks of the mortar unit, cleaning from insoluble

fertilizer particles and impurities and pumping them into tanks for mother liquors. It is equipped with a control panel that provides control of the process of stirring and pumping.

The dissolving of fertilizers is made in tanks in accordance with chemical compatibility of fertilizers.

The nutrient solution is cleaned using a disc filter.

To ensure the equal irrigation and dosed supply of nutrient solution to plants, the compensated labyrinth type droppers with a flow rate of 3.1 l / h are used. The dropper body is made of UV-resistant and impact-resistant polyamide, which ensures long life of dropper services [7].

Polyethylene pipes are used as main pipelines for supplying solution towards valve groups and from valve groups and to irrigation lines [6]. In valve groups, to ensure automatic control of irrigation, valves with solenoid control are mounted.

4) CO₂ dosing system.

The low carbon dioxide holdup in the greenhouse air is a factor that limits the yield. Under natural conditions, the concentration of carbon dioxide in the air is at a level of 300-400 ppm or about 20 kg / ha CO₂ in a volume of air equal to the internal volume of a greenhouse with an area of 1 ha. At the maximum levels of photosynthetically active radiation (PAR), CO₂ consumption by plants during photosynthesis may approach 50 kg • h / ha, which corresponds to the necessary constant concentration of carbon dioxide in the greenhouse air at a level of 600–1000 ppm. The resulting deficit is only partially covered by the influx of atmospheric air through the transom and not the density of enclosing structures, as well as by the night breathing of plants. CO₂ deficiency is a more serious problem than the deficiency of mineral nutrients - on average, the plant synthesizes 94% of dry matter from water and carbon dioxide, the remaining 6% is obtained from mineral fertilizers. Along with the mineral nutrition regime, temperature and humidity regulation, CO₂ fertilizing plays a very important role in controlling the vegetative and generative balance of the plant. The activity of photosynthesis increases the pool

of assimilates and stimulates the development of plants in the generative direction. At the same time, the greater amount of nutrients reach the root system, that is why the growth of young roots increases, the absorption of mineral nutrition elements is activated, the plant's resistance to adverse environmental factors increases, including increased air temperature (the optimum temperature of photosynthesis of higher plants are shifted upwards by 1-4 °C depending on the crop, variety and light level) [7].

The fertilizing with carbon dioxide is carried out during the entire period of growing plants - from the occurrence of seedlings to the end of the growing season. The increase in plant biomass by CO₂ fertilizing the yield of vegetable crops is significantly increased by 15–40%, moreover the number and weight of fruits increase, and their maturation accelerates by 5–8 days [7].

The increased concentration of CO₂ (index) partially compensates the lack of illumination in winter and because of a decrease in the light transmission of the greenhouse's roof, and also contributes to a more efficient use of light in the early morning. For example, the lack of solar radiation in winter, which often leads to the loss of the first inflorescences in tomato, can be successfully compensated by increasing the concentration of CO₂ up to 0.1%. Such a technological technique increases the intensity of photosynthesis, contributes to a higher intensity of assimilant development from leaves, thereby restoring fruit set [8].

The injection of the exhaust gases from the boiler house of an enterprise using natural gas that does not contain phytotoxic impurities is taken as a source of carbon dioxide supply. Top dressing is done by partially dried natural gas combustion products. The gases (smoke) leaving the boiler are cleaned with a water scrubber (condenser) and cooled with partial separation of the water condensate.

Centralized dosing of CO₂ from flue gases in the boiler room is carried out by installation of CO₂ dosing. Installation is made on a frame mounted to the condenser.

The suction part of the installation is connected to the tee installed in the chimney of the condenser by means of a flexible connection. Between the

installation and the tee a controlled mixing valve is installed. In the course of CO₂ dosing, the air inlet of this valve is closed, and all the air will be drawn from the chimney and supplied to the greenhouse via distribution gas pipelines [8].

The gases come to the plants through perforated polymeric sleeves that leave the distribution gas pipeline inside the greenhouse. Each compartment has 1 drainage pit with a submerged pump for collecting and draining condensate to storm sewers. The set of equipment for the CO₂ dosing system also includes a CO₂ sensor and a set of toxic gas sensors, a full-featured control system (climate computer). While programming a climate computer (for opening a transom), it should be noted that with systematic dressings, a higher temperature in the greenhouse is permissible. To ensure an equal concentration of CO₂ in the air (over the greenhouse area) and to improve the gas exchange of plants in high greenhouses, a group of special circulation fans are used, and they create uniform circular air movement inside the structure at a low speed of up to 1 m / s [8].

From the point of view of labor protection, the use of this technology is safe, provided that the plant provides high-quality gases.

An additional economically valuable function of the feeding system is to increase the efficiency of the boiler by 4-6% due to the use of the latent heat of the exhaust flue gases.

5) Electro-lighting system (assimilation lighting)

Most of the vegetable and berry crops, depending on their physiological characteristics, grow and effectively fruit when the light is 10-20 thousand lux. Such a powerful stream is observed in sunny weather from March to August.

The weak intensity of natural illumination in the autumn - winter period does not allow vegetable crops to grow in greenhouses without an additional source of artificial lighting. The newest modern light culture technology is based on the creation of all microclimate conditions using assimilation lighting lamps as the main source of light [9].

6) Automatic climate control system.

Modern technologies of growing vegetables require constant maintenance of certain microclimate regimes in greenhouses. The automation of climate control systems allows saving 15-25% of heat while increasing the yield of vegetable crops, improving the working conditions of staff and increasing the overall production culture. The use of a computerized system ensures high accuracy of support for the required parameters of the microclimate, taking into account changes in external meteorological conditions and agrotechnical tasks, by influencing the actuators and equipment of the following technological systems and processes:

- collection of external meteorological parameters;
- management of the greenhouse heating system;
- “air vent” ventilation control;
- control of recirculation fans;
- management of carbon dioxide dosing systems, maintaining the level of carbon dioxide concentration in the greenhouse volume;
- control and management of the assimilation lighting system;
- control of horizontal curtain shading.

At the same time, all information of technological processes is displayed on a computer monitor with the creation of archival databases, presented in a form convenient for analysis [6].

Monitoring and control of all technological processes in greenhouses is carried out on-line.

The use of an automated climate control system in greenhouses (Figure 1.8) provides:

- increase the yield of vegetable crops;
- reduction of energy consumption;
- increasing the level of reliability and efficiency of the equipment;
- obtaining reliable and timely technological information;
- prompt response to signals of emergency and pre-emergency situations [10].



Figure 1.8– The central microclimate control

The first chapter conclusion

The first chapter examined the historical aspects of a greenhouse production, the progress of which does not stand still, the greenhouse structures are constantly being improved. New materials and technologies are being introduced. Nowadays, there is a huge variety of greenhouses. The greenhouses of the 4th Venlo and 5th Ultra Clima generations that provide high yields with maximum energy savings are the most favorite in the modern world. Such greenhouses are actively used by the best agrotechnical companies in the country, for which the most important moment is the result with the usage of minimal resources.

Список используемой литературы

1. П.В. Шишкин, В.О. Олейников. Полностью закрытая теплица с технологией поддержания параметров микроклимата на основе управления разделенными воздушными потоками (технология CODA-Control Of Devided Airflows). – Теплицы России. – 2016, №2. – С.15-20.
2. История развития тепличных комплексов [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://glass-house.ru/information/stati/istoriya-vozniknoveniya-teplits/>, свободный [дата обращения: 15.02.2019]
3. Гиш Р.А., Карпенко Е.Н. Модернизация и совершенствование управления параметрами микроклимата – Основа теплиц V поколения. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета КубГау, №123(09), 2016 года
4. Чебанов Т.Л., Рябощук Ю.А., Малеванный В.Ю. Область рационального применения технологии строительства мобильных теплиц. – К.: Строительное производство, 2017, №62/1. – С. 121-127.
5. Чебанов С.Л., Береза В.Б., Чебанов Л.С. Технология монтажа свайного поля теплиц. – Теплицы России, 2014, №2. – с.21-27.
6. Селиванова М.В., Барабаш И.П., Романенко Е.С., Есаулко Н.А., Жабина В.И., Гурская О.А., СОСЮРА Е.А., Нуднова А.Ф., Чернов А.И., Юхнова А.А. Овощеводство защищенного грунта. – 2014 г.
7. Чебанов С.Л., Береза В.Б., Чебанов Л.С. Технология монтажа свайного поля теплиц. – Теплицы России, 2014, №2. – С.21-27.
8. Промышленные теплицы [Электронный ресурс]: –Режим доступа <http://www.agrisovgaz.ru/?b=grinteh&products=10>, свободный [дата обращения: 23.11.2018]
9. Деменков, Н.П. Системы автоматического управления на основе программируемых логических контроллеров. Schneider Electric. 2006. – 310с.

- 10.Разин А.Ф. Организация инновационного производства продукции АПК на промышленной основе: на примере производства оборудования и продукции защищенного грунта, Москва, 2011 г.
- 11.Богданов К.Б., Усков Е.И. Подкормка растений углекислым газом в защищённом грунте – 2004. – 7с.
- 12.Боярцева, В.К. Микроклимат теплиц. Справочник садовода. – 2010.– 420 с.
- 13.Системы управления микроклиматом. [Электронный ресурс]: Электрон. дан. – Режим доступа: <http://profit-agro.ru/sistemy/sistemy-upravleniya-mikroklimatom/>, свободный. [дата обращения: 10.03.2018]
- 14.Олссон, Г. Цифровые системы автоматизации и управления. / Г. Олссон, Д. Пиани. – СПб.: Невский диалект, 2001 г. – 557 с.
- 15.Киселев Г.Е., Разработка технологической программы выращивания пеларгонии и тюльпана. Цветоводство, М., 2011 г.
- 16.Соболев А.В. Эффективность регулирования микроклимата в теплицах с помощью электричества. Вестник КрасГАУ. 2014. № 2
- 17.Тигранян Р.Э. Микроклимат. Электронные системы обеспечения. – ИП. Радиософт, 2005 г.
- 18.Ротько Г.Ю. Микропроцессорная система автоматизации микроклимата теплицы в зимний период. Минск, 2013 г..
- 19.Лизавенко М.В. Развитие овощеводства защищенного грунта на инновационной основе. Ярославль, 2013– 169 с.
- 20.Киселев Г.Е., Разработка технологической программы выращивания пеларгонии и тюльпана. Цветоводство, М., 2011 г.
- 21.Контроллер HortiMaX-Go! Умный контроллер для тепличного хозяйства [Электронный ресурс]:– Режим доступа: <https://docplayer.ru/46373679-Kontroller-hortimax-go-umnyy-kontroller-dlya-teplichnogo-hozyaystva.html>, свободный, [дата обращения: 14.03.2019]

22. Семенов, В.Г. Математическая модель микроклимата теплицы. / В.Г. Семенов, Е.Г. Крушель // Известия ВолгГТУ. – 2009. – №6. – С. 32–35.
23. Пешко М.С. Раскрытая математическая модель микроклимата грибной теплицы. Молодой ученый.-09.2011.-№9(32) – 8 с.
24. Пешко М.С. Адаптивная система управления параметрами микроклимата процессов производства и хранения пищевых продуктов Омск – 2015.
25. Пешко М.С. Моделирование нечеткого регулятора технологического режима процесса вегетации. ОмГТУ–2013 г. – 12 с.
26. Штовба, С. Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику. – Винница: Континент-Прим., 2003. – 198 с.
27. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский; перевод с польского И. Д. Рудинский. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 452 с.
28. Колязов, К. А. Система управления энергозатратами для технологических процессов на основе нечетких алгоритмов (на примере автоматизации технологических установок в молочно-консервной промышленности) : 05.13.06 / К. А. Колязов ; Уфимский государственный авиационный технический университет. – Уфа, 2010. – 19 с.
29. Бураков, М. В. Синтез нечетких логических регуляторов / М. В. Бураков, А. С. Коновалов // Информационно-управляющие системы. – Обработка информации и управление. – 2011. – № 1. – С. 22-27.
30. Соловьев, В. В. Методика синтеза адаптивного нечеткого регулятора для объекта с неопределенной моделью / В. В. Соловьев, В. И. Финаев // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2012. – том 126. – № 1. – С. 78-83.
31. Деменков Н.П. Нечеткое управление в технических системах. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 200 с. -ISBN 5-7038-2742-6.

32. Усков, А. А. Устойчивость систем с блоками нечеткого логического вывода в объекте управления / А. А. Усков // Управление большими системами: сборник трудов. – 2012. – Т. 39. – С. 155-164.
33. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ, Томск 2019
34. ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, 2015
35. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий, 2003
36. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы, 2003
37. СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях, 2003
38. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение, 2011
39. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, 1996
40. СН 2.2.4/2.1.8.562–96, Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки, 1996
41. ГОСТ 30494-2011, Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях, 2011
42. ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования, 1984
43. Пожарная безопасность серверной комнаты [Электронный ресурс] URL: <https://avtoritet.net/library/press/245/15479/articles/15515>, Дата обращения: 10.03.2019

44. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические, 2009
45. НПБ 105-03, Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности, 2003
46. Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018)
47. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя, 2017
48. Правила устройства электроустановок. Седьмое издание, 2002
49. Специальная оценка условий труда в ТПУ. 2018.
50. Дашковский А.Г. Расчет устройства защитного заземления. Методические указания к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Электробезопасность» для студентов всех специальностей ЭЛТИ. Томск, изд. ТПУ, 2010. – 8 с.