

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение  
высшего образования

**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)**

Факультет Энергетический  
Кафедра Автоматизации производственных процессов и электротехники  
Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и  
производств  
Направленность (профиль) образовательной программы Автоматизация  
технологических процессов и производств в энергетике

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

и.о. зав. кафедрой

 О.В. Скрипко

подпись

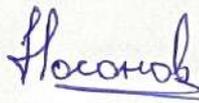
« 25 » 06 2022 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему: Автоматизация технологического процесса и энергообеспечения  
промышленной теплицы

Исполнитель

студент группы 841 об

 20.06.2022

(подпись, дата)

Д.С. Носонов

Руководитель

профессор, д-р техн. наук

 21.06.2022

(подпись, дата)

О.В. Скрипко

Консультант по безопасности  
и экологичности

доцент, канд. техн. наук

 20.06.2022

(подпись, дата)

А.Б. Булгаков

Нормоконтроль

профессор, д-р техн. наук

 23.06.2022

(подпись, дата)

О.В. Скрипко

Благовещенск 2022

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение  
высшего образования

**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет Энергетический  
Кафедра Автоматизации производственных процессов и электротехники  
Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и  
производств  
Направленность (профиль) образовательной программы Автоматизация  
технологических процессов и производств в энергетике

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

и.о. зав. кафедрой

 О.В. Скрипко

подпись

« 25 » 06 2022 г.

**ЗАДАНИЕ**

К выпускной квалификационной работе студента 841 группы Носонова Дениса Сергеевича

1. Тема выпускной квалификационной работы: Автоматизация технологического процесса и энергообеспечения промышленной теплицы

(утверждена приказом от 05.04.2022 № 679/уч)

2. Срок сдачи студентом законченной работ: 25.06.2022

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе:

- техническая документация;
- материал, полученный в ходе выполнения работы;
- интернет ресурсы.

4. Содержание выпускной квалификационной работы:

- 1) Описание технологии производства СХПК «Тепличный»;
- 2) Технология выращивания сельскохозяйственной продукции в закрытом грунте;
- 3) Схема технологическая капельного орошения;
- 4) Особенности отопления и вентиляции теплиц;
- 5) Разработка системы регулирования температуры в теплице;

6) Выбор средств автоматизации;

7) Принципиальная электрическая схема подсистем теплоснабжения;

8) Безопасность и экологичность.

5. Перечень материалов приложения:

Лист 1: План многопролетной промышленной теплицы;

Лист 2: Системы водоподготовки и полива растений;

Лист 3: План расстановки оборудования;

Лист 4: Схема технологическая капельного орошения;

Лист 5: Схема структурная наглядная подсистем управления;

Лист 6: Схема электрическая принципиальная системы управления температу-  
рой.

6. Консультанты по выпускной квалификационной работе (с указанием относящихся к ним разделов) Булгаков Андрей Борисович, доцент, канд. техн. наук. Раздел «Безопасность и экологичность».

7. Дата выдачи задания 10.03.2022

Руководитель выпускной квалификационной работы: Скрипко Ольга Валерьевна, профессор кафедры АПП и Э, д-р техн. наук.

(фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень, ученое звание)

Задание принял к исполнению (дата): 10.03.2022

Госанов  
(подпись студента)

## РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 92 с., 40 рисунков, 17 таблиц, 29 источников.

ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛИЦА, ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ, ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ, ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, ОВЕН, ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА, ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА, СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ.

Объект автоматизации – система теплоснабжения промышленной теплицы.

Целью работы является исследование эффективного управления с точки зрения расхода тепловой и электрической энергии.

Результат работы можно использовать для реального проекта.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9
1 Описание технологии производства СХПК «Тепличный»	10
1.1 Вводная часть	10
1.2 Энергетические показатели	12
1.3 Система электроснабжения	13
1.4 Система водоснабжения	14
1.5 Потребность теплицы в минеральных удобрениях	15
1.6 Система водоподготовки и полива растений	17
1.7 Основное оборудование	18
2 Технология выращивания сельскохозяйственной продукции в закрытом грунте	29
2.1 Общие принципы выращивания сельскохозяйственной продукции в закрытом грунте	29
2.2 Современные средства автоматизации в теплицах	30
3 Схема технологическая капельного орошения	32
4 Особенности отопления и вентиляции теплиц	37
4.1 Микроклимат теплиц	37
4.2 Мощность системы отопления теплиц	38
5 Разработка системы регулирования температуры в теплице	40
6 Выбор средств автоматизации	46
6.1 Регуляторы	46
6.1.1 Измеритель ПИД-регулятор Овен ТРМ212	46
6.1.2 Контроллер приточной вентиляции Овен ТРМ1033	52
6.2 Клапан запорно-регулирующий 25ч945п	56
6.3 Исполнительный механизм однооборотный МЭО-40/160-0,63 У01 У2	58
6.4 Тепловычислитель СПТ 961	59
6.5 Блок управления БУ 21	63
6.6 Термопреобразователь Овен ДТС 015-50П.А4.60	65
6.7 Термопреобразователь Овен ДТС 034-50М.С3.60	65

6.8 Преобразователь расхода электромагнитный Метран 370	66
6.9 Автоматический преобразователь интерфейсов USB/RS-485.Овен АС4	67
6.10 Вентилятор YWF4T-250	69
6.10 Реле напряжения трехфазное DigiTOP VP-380V	70
7 Принципиальная электрическая схема подсистем теплоснабжения	72
7.1 Подсистема обогрева	72
7.2 Подсистема вентиляции	72
7.3 Подсистема учета тепловой энергии	74
8 Безопасность и экологичность	76
8.1 Безопасность	76
8.1.1 Меры безопасности при эксплуатации электрооборудования	76
8.1.2 Меры безопасности при ручном управлении	78
8.1.3 Меры безопасности при эксплуатации системы теплоснабжения	80
8.1.4 Первая помощь при поражении электрическим током	82
8.1.5 Защита от гидравлических ударов	83
8.2 Экологичность	83
8.3 Чрезвычайные ситуации	84
8.3.1 Автоматическая система пожаротушения	85
8.3.2 Система оповещения и управления эвакуацией	85
8.3.3 Требования для исключения возникновения пожара	86
8.3.4 Инструкция последовательности действий при пожаре	87
8.3.5 Первая помощь при ожогах	88
Заключение	89
Библиографический список	90

## НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей бакалаврской работе использованы ссылки на следующие стандарты и нормативные документы:

ГОСТ 2.102-2013 Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов;

ГОСТ 2.105-95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам;

ГОСТ 2.109-73 Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам;

ГОСТ 2.111-68 Единая система конструкторской документации. Нормоконтроль;

ГОСТ 2.701-2008 Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению;

ГОСТ 2.702-2011 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения электрических схем;

ГОСТ 2.709-89 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные проводов и контактных соединения электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических схемах;

ГОСТ 21.404-85 Система проектной документации. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах;

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды;

ОСТ 36.13-90 Щиты и пульты средств автоматизации технологических процессов.

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

СИОД – системы испарительного охлаждения и доувлажнения;

СХПК – сельскохозяйственный производственный кооператив;

ЩФЭВ – щит управления фрамугами, экранами и вентиляторами;

ЩУТВ – щит управления отоплением и фрамугами;

ЩУТ – щит управления отоплением;

ЩУД – щит управления досветкой;

АБК – административно-бытовой комплекс;

ТЭЦ – теплоэлектроцентраль;

РО – регистр отопления;

СУ – система управления;

В – вентилятор;

Н – насос;

Кл – клапан.

## ВВЕДЕНИЕ

Проблема, решение которой описано в данном проекте, заключается в эффективном управлении с точки зрения расхода тепловой и электрической энергии.

В качестве исходных данных была рабочая документация: «Автоматизация управления микроклиматом», «Система электроснабжения», «Энергоэффективность», «Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности», «Технологические решения».

Амурская область относится к зоне рискованного земледелия. Поэтому, нуждаемся в круглогодичном выращивании огурцов и помидоров при минимальных затратах энергии, труда и материалов, а это возможно только при автоматизации нашего комбината.

Новизна заключается в том, что мы будем использовать современные приборы от компании ОВЕН.

Данная работа может быть полезна для реального проекта.

В работе будет рассмотрена теплица, расположенная в с. Чигири, Благовещенском районе, Амурской области на территории СПХК «Тепличный».

Автоматизированная система управления микроклиматом в данной теплице запроектирована для автоматизированного управления температурно-влажностным режимом и исполнительными механизмами в теплице.

# 1 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СХПК «ТЕПЛИЧНЫЙ»

## 1.1 Вводная часть

Участок площадью 6,19 га, отведенный для промышленной теплицы, расположен в с. Чигири, Благовещенском районе, Амурской области на территории сельскохозяйственного производственного кооператива (СХПК) «Тепличный». Ограничен участок с севера нежилыми сооружениями, запада свободной от застройки территорией, с юга гаражами, с востока существующие здание административно-бытового комплекса (АБК) и столовой. Поверхность участка относительно ровная с частичными нарушениями рельефа. Блок теплицы, изображенный на рисунке 1, представляет собой одноэтажное прямоугольное здание с размерами в осях 144,00 м x 221,00 м и высотой колонн – 6,0 м.



Рисунок 1 – СХПК «Тепличный»

Основными элементами несущего каркаса теплиц являются плоские рамы, состоящие из колонн, арок с вертикальными и горизонтальными затяжками, жестко присоединенных к колоннам, и лотков. Система вертикальных и горизонтальных связей обеспечивает пространственную жесткость и устойчивость каркаса.

Конструктивная система каркаса теплиц – рамно-связевая. Шаг колонн 8,0x4,5 м. В поперечном сечении каркас представляет собой многопролетную раму.

Срок службы стальных оцинкованных и алюминиевых конструкций несущего каркаса и ограждения блока зимних многопролетных теплиц – не менее 30 лет, резиновых профилей в уплотнениях – не менее 25 лет.

Для обслуживания в блоках предусмотрена центральная дорожка из монолитного железобетона по утрамбованному щебнем грунту основания. Ширина дорожки 3,0 м. Высота центральной дорожки на 120 мм выше по отношению к отметке пола блоков выращивания продукции, это обусловлено установкой технологических трубопроводов системы отопления. Покрытие пола блоков выращивания – агроткань по уплотненному песчаному слою толщиной 50 мм. На рисунке 2 изображен блок теплицы [1].



Рисунок 2 – Блок теплицы

Коридор с основным оборудованием делится на 8 секций:

- участок хранения жидкости;
- комплекс тепловой сети;
- комплекс добавления концентрата;
- комплекс управления теплоносителями;
- система дозации удобрений;
- комплекс котла дезинфектора;
- система дозации удобрений;

- система СИОД.

## 1.2 Энергетические показатели

Обеспечение объекта тепловой энергией будет осуществляться от существующей сети предприятия (Благовещенской ТЭЦ). Протяженность сети теплоснабжения 23,5 м. Предусмотрен демонтаж плит перекрытия лотков для замены арматуры в точке подключения и изоляции труб.

Монтаж системы теплоснабжения осуществляется с помощью классической схемы с использованием регистра, который изображен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Регистры отопления

Узел управления оборудован приборами учета тепловой энергии (лист 2). Тип расходомеров – РМ5-Т-И диаметром 200 мм. Прибор учета тепловой энергии – ВКТ-7-04.

Годовая потребность промышленной теплицы в воде и топливно-энергетических ресурсах составит:

- вода для производственных нужд 72140,0 м<sup>3</sup>/год (max 200,0 м<sup>3</sup>/сут);
- электроэнергия:
  - технологическое оборудование  $R_{уст.}=461,2$  кВт,  $R_{расч} = 399,5$  кВт;
  - ассимиляционное досвечивание растений  $R_{уст.}=100$  кВт,  $R_{расч}=87$  кВт;
  - тепловая энергия 32153,8 Гкал/год (max 19,0 Гкал/час).

В таблице 1 показаны подробные показатели по расходу электроэнергии на тепличный комплекс.

Таблица 1 – Показатели расхода электроэнергии

№	Наименование электропотребителя	Установленная мощность, $P_{уст}$ , кВт	Расчетная мощность, $P_{расч}$ , кВт	Расчетная мощность потребителей I и II категории, $P_{расч}$ , кВт
1	Технологическое оборудование	215,6	194,0	102,0
2	Насосы отопления	145,5	131,0	131,0
3	Вентиляция	68,8	62	
4	Механизм зашторивания, фрамуг, клапанов	19,9	4,0	
5	Рабочее освещение	3,9	3,9	
6	Аварийное освещение	2,2	2,2	2,2
7	Розеточные сети	4,6	1,6	
8	Автоматика и системы ОПС	0,8	0,8	0,8
	<b>Всего:</b>	<b>461,2</b>	<b>399,5</b>	<b>236,0</b>

Электрическая нагрузка ассимиляционной досветки составляет  $P_{уст} = P_{расч} = 100$  кВт (255 светильников по 645 Вт, включая мощность пускозарядного устройства).

### 1.3 Система электроснабжения

Электроснабжение технологического оборудования теплицы спроектировано от главного распределительного щита (ГРЩ), установленного в технологическом коридоре теплицы (лист 1), напряжением 380/220 В с заземленной нейтралью. Для распределения электроэнергии спроектированы силовые распределительные щиты, которые расположено в коридоре с основным оборудованием (лист 2).

Учет электрической энергии производится электросчетчиками, установленными в вводных ячейках силовых трансформаторов в распределительных устройствах низкого напряжения (РУНН) проектируемых трансформаторных подстанций (ТП) 10/0,4 кВ для учета ассимиляционного

досвечивания растений, а также в РУНН линейной ячейки, существующей ТП 10/0,4 кВ для технологического оборудования.

Напряжение сети общего рабочего освещения 380/220 В, напряжение ламп 220 В.

Во всей теплице предусмотрено электрическое досвечивание растений специальными светильниками с удельной мощностью 16 Вт/м<sup>2</sup> [2].

Кабельные линии прокладываются в траншеях на глубине 0,7 м и 1,0 м (переход через проезжую часть дорог). Воздушная линия выполняется самонесущим проводом расчетного сечения, подвешиваемым на ж/б опорах. Кабели по всей длине защищаются от механических повреждений красным кирпичом, а при пересечении с подземными коммуникациями и переходе через проезжую часть дорог кабели прокладываются в асбестоцементных трубах.

Электроснабжение блока теплиц предусмотрено выполнить по 2 категории надежности от внутривозвращающей трансформаторной подстанции кабельными линиями, прокладываемыми по лоткам. Для охранно-пожарной сигнализации и аварийного освещения обеспечена 1 категория надежности. Ввод и распределение электроэнергии в блок теплиц спроектировано выполнить с помощью напольных панелей.

#### **1.4 Система водоснабжения**

Обеспечение водой промышленной теплицы осуществляется от существующего колодца на ул. Тепличной. Проект водопровода состоит из двух участков: 1 – от колодца до существующей перекачивающей насосной станции (ПНС), 2 – от ПНС до водомерного узла в здании АБК. Прокладка водопроводной сети из стальных труб осуществляется надземно, на низких опорах, спутником системы трубопроводов теплоснабжения. В здании АБК предусмотрен счетчик холодной воды с импульсным выходом типа ВСХДи-50. Подогрев воды на нужды полива осуществляется в отдельных теплообменниках.

Проектом предусмотрен отвод производственных сточных вод в два выгребов объемом 100 м<sup>3</sup> каждый.

Системы ливневой и производственной канализации сделаны из полиэтиленовых труб. Ливневая канализация прокладывается вдоль северного и южного фасадов теплиц.

Колодцы систем водопровода и канализации сделаны из сборочных железобетонных конструкций.

### **1.5 Потребность теплицы в минеральных удобрениях**

Для достижения предельного урожая, нужно улучшить производственный процесс, так как количество урожая зависит от целого комплекса факторов. Одним из факторов считается добавление удобрений. Различные виды и сорта плодов имеют отличия друг от друга. Отличие имеют и способы выращивания, следовательно, необходимо сопоставить потребности растений с способом выращивания. Добавление специальных составляющих – серы, кальция, калия, азота и фосфора – должно быть в конкретной пропорции и соответствовать потребностям растения, которые будут изменяться в течении выращивания.

Компания «Яра» дает возможность вносить питательные составляющие в соответствии с нуждами растений благодаря новому продукту «Субстрафид». В этот продукт входит полный пакет жидких удобрений, произведенных из растворенных солей. Их можно использовать при выращивании любой культуры. Причем, еще и на любой стадии развития плода. Благодаря этому продукту появляется возможность дозировать необходимые элементы в растворе с точностью до 10-х моля. По словам представителя компании, «Субстрафид» дает возможность управлять растением с помощью анализов.

К слову, в Голландии довольно часто стали производить регулярные анализы растительного сока для дальнейшего регулирования питания растений. Это открывает возможности дать плоду то, чего не хватает ему в данный период выращивания. Следовательно, процесс обеспечения растений необходимым питательным раствором становится более гибким, а агроному всего лишь необходимо будет изменить состав данного раствора при необходимости.

В процессе работы с такими жидкими удобрениями пропадает надобность разрезать мешки, пересыпать их в емкости, смешивать и утилизировать пустые мешки. Эти удобрения перекачиваются в особые емкости, а далее подаются в классические емкости и баки. Также есть возможность автоматически наполнить баки и непосредственно подать жидкие удобрения в поливочную воду.

Чтобы разработать подобную систему компания «Яра» построила экспериментальную теплицу на территории собственного завода. С помощью этой теплицы можно было показать агрономам выращивание декоративных и овощных растений в субстратах и на столах с подогревом с помощью новой системы внесения удобрений. Данный способ дает возможность показать возможным покупателям эффективность и удобство работы с данным удобрением [3].

В таблице 2 представлены все необходимые минеральные удобрения для нашей теплицы.

Таблица 2 – Годовая потребность в минеральных удобрениях

№ п.п	Удобрения	Норма расхода на 1 га теплиц, кг	Норма расхода (отделение огурца), кг
1	Аммиачная селитра	130	183,3
2	Мочевина	50	70,5
3	Калийная селитра	300	423
4	Аммофос	200	282
5	Растворин В	2000	2820
6	Калий сернокислый	30	42,3
7	Магний сернокислый	220	310,2
8	Суперфосфат простой	370	521,7
9	Фосфорная кислота	80	112,8
<b>Микроудобрения</b>			
10	Борная кислота	0,6	0,846
11	Сульфат меди	0,2	0,282
12	Сульфат марганца	1,4	1,974
13	Сульфат цинка	0,1	0,141
14	Сульфат железа	5,5	7,755
15	Молибдан алюминия	0,1	0,141
16	Кобальт хлористый	0,1	0,141

## 1.6 Системы водоподготовки и полива растений

По назначению технологическое оборудование разбито на 3 части: система водоподготовки (накопительные емкости и насосная станция) и система полива растений (узел фильтрации с узлом смешивания воды и дренажа, растворный узел, узел предварительного приготовления маточных растворов, емкости маточных растворов и кислоты) (лист 2).

### Принцип работы оборудования системы водоподготовки.

В промышленной теплице предусмотрены сборочные емкости запаса воды. Вода в емкости попадает из водопроводной сети тепличного комплекса. Наполнение емкостей осуществляется через электромагнитный клапан, уровень воды контролируется датчиком уровня. Также предусмотрена насосная станция для автоматической подачи воды в емкости кислоты и в емкости узла предварительного приготовления маточных растворов. Узел, осуществляющий наполнение емкости водой, изображен на рисунке 4.

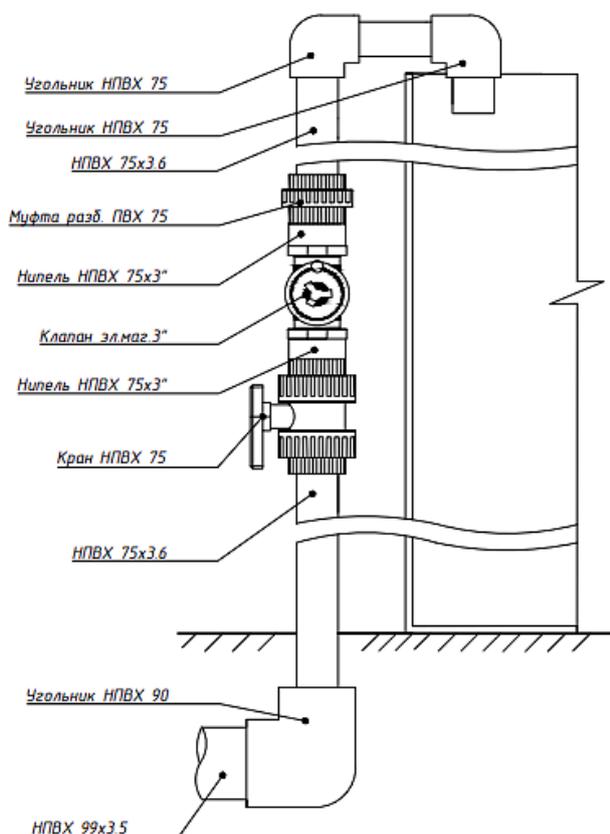


Рисунок 4 – Узел наполнения емкости жидкостью

### Принцип работы оборудования системы полива растений.

Очищенная и подогретая вода из накопительной емкости выкачивается насосами насосной станции и подается в растворный узел. Данный участок показан на рисунке 5.

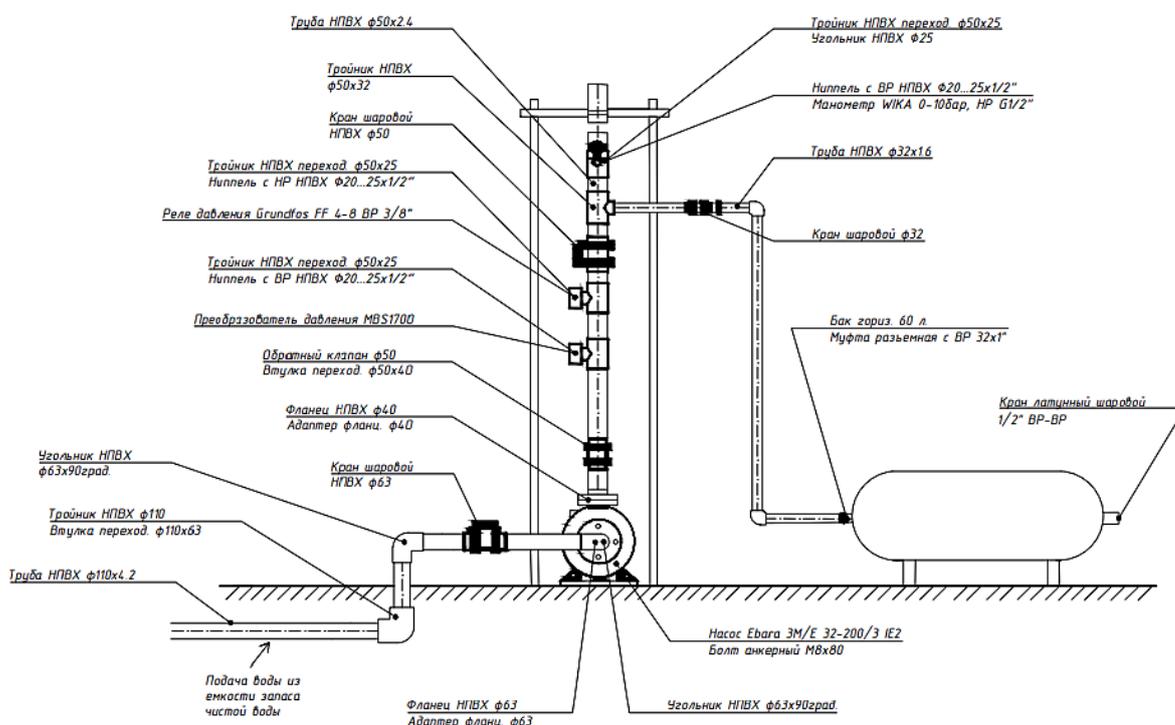


Рисунок 5 – Насосная станция

Питательный раствор для полива приготавливается в растворном узле путем смешивания в заданных пропорциях воды, маточных растворов и кислоты. Приготовление и фильтрацию маточных растворов обеспечивает узел предварительного приготовления маточных растворов. Готовые растворы перекачиваются в емкости для маточных растворов. Готовый раствор из растворного узла подается в магистральные трубопроводы системы капельного полива.

В теплице расположены технологические трубопроводы для обвязки оборудования. Соединение непластифицированного поливинилхлорид (НПВХ) труб осуществляется с помощью клеевых раструбов и фитингов.

Все подземные трубопроводы укладываются на уплотненное естественное основание при необходимости выполняется песчаная подсыпка толщиной 100 мм. Коэффициент уплотнения не менее  $k=0.95$ .

## 1.7 Основное оборудование

Основное оборудование расположено в главном коридоре длиной 221 м вдоль стен (лист 3). В основном все оборудование связано с подготовкой и подачей различных жидкостей. Это может быть, как очистка и дезинфекция воды, так и смешивание воды с различными минеральными удобрениями. Ну и соответственно насосы, которые будут осуществлять перемещение жидкости по трубам.

### **Насосы**

Горизонтальные многоступенчатые центробежные насосы Lowara e-НМ оснащаются передовыми системами гидравлики с наилучшими показателями энергоэффективности в своём классе. А двигатели IE3 дают возможность достичь самых невысоких эксплуатационных затрат. Толстый корпус из листовой стали, качественные подшипники и рабочее колесо из нержавеющей стали гарантируют максимально долговременную эксплуатацию данных насосов. Кроме того, высокоэффективная гидравлика и массивный корпус насоса позволяют свести к минимуму уровень шума. Данный насос изображен на рисунке 6.



Рисунок 6 – Насос Lowara 10NM04

Данные насосы выпускаются для бытовых и для промышленных систем водоснабжения, при этом в промышленных версиях предлагается выбор корпуса из нержавеющей стали марки AISI 304 и AISI 316. Насосы данной модели очень хорошо демонстрируют себя в самых различных сферах: от моечного оборудования и систем очистки воды до систем в пищевой отрасли и

изготовления различных напитков. Насосы 10НМ04 комплектуются однофазными / трёхфазными двухполюсными двигателями (~ 2900 об/мин) мощностью 1,5 кВт, и имеют следующие показатели: напор — от 44,8 до 23,9 м, подача — от 5,0 до 14,0 м<sup>3</sup>/ч [4].

Ниже, в таблице 3, приведены основные параметры.

Таблица 3 – Параметры насоса Lowara 10НМ04

Наименование	Показатель
Напряжение, В	380
Частота вращения, об/мин	2900
Подача, м <sup>3</sup> /ч	От 5 до 14
Мощность, кВт	2,2
Напор, м	От 23.9 до 45.9
Максимальное рабочее давление, бар	10
Материал корпуса	Нержавеющая сталь

Центробежный насос EBARA 3M 32-200/4 имеет заводской артикул 1310556604I. Корпус насоса изготовлен из чугуна/AISI 304, рабочее колесо из AISI 304. Внешний вид можно увидеть на рисунке 7.



Рисунок 7 – Насос Ebara 3M 32-200/4,0

Преимущества насоса Ebara 3M 32-200/4,0:

- предназначен для длительной работы;
- необслуживаемое уплотнение вала;
- защита электродвигателя от перегрева;
- фирменный набор деталей для технического обслуживания;
- рабочее колесо - закрытое, центробежного типа.

Двигатель данного насоса:

- асинхронный 2-х полюсный двигатель;
- класс изоляции – F;
- тепловую защиту необходимо установить самостоятельно.

Материалы насоса:

- корпус насоса из нержавеющей стали AISI 304;
- вал электродвигателя из нержавеющей стали AISI 304;
- рабочее колесо и днище из нержавеющей стали AISI 304;
- корпус двигателя из алюминия;
- механический сальник - графит/керамика/NBR [5].

Ниже представлена таблица 4 с основными параметрами.

Таблица 4 – Параметры насоса Ebara 3M 32-200/4,0

Наименование	Показатель
Напряжение, В	230/400
Частота вращения, об/мин	2900
Подача, м <sup>3</sup> /ч	От 9 до 21,6
Мощность, кВт	4,0
Напор, м	55
Максимальное рабочее давление, бар	10
Степень защиты	IP55
Материал корпуса	Нержавеющая сталь

### **Бак расширительный**

Расширительный бак считается обязательной частью системы отопления, предназначенной для приема избытка воды, возникающего при её термическом расширении в процессе нагревания. Расширительные баки Oasis предназначены для применения в системах горячего водоснабжения и отопления. При этом они могут использоваться как в замкнутых системах отопления маленьких сооружений (коттедж), так и в больших, высотных жилых домах. Внешний вид данного бака можно увидеть на рисунке 8.



Рисунок 8 – Расширительный бак Oasis RV-12

Расширительные мембранные баки Oasis компенсируют температурные изменения теплоносителя и таким образом стабилизируют давление. Корпус бака выполнен из качественных материалов, имеет полимерное покрытие и насыщенный алый цвет [6].

Ниже представлена таблица 5 с основными характеристиками данного расширительного бака.

Таблица 5 – характеристики расширительного бака Oasis RV-12

Наименование	Показатель
Давление, бар	1,5 – 6,5
Материал	Углеродистая сталь с полимерным покрытием
Объем, л	12
Минимальная температура, С°	0
Максимальная температура, С°	99
Вес нетто, кг	2,8
Диаметр подключения, дюйм	1

### **Гидроаккумуляторный бак**

Гидроаккумуляторы предусмотрены для применения в системах самостоятельного водоснабжения при работе вместе с насосом, в системах отопления и горячего водоснабжения (ГВС). Производственная линейка включает в себя емкости в горизонтальном или вертикальном исполнении объемом от 24 до 5000 л. Спектр рабочих температур гидроаккумуляторов -10 °С до +99 °С. Допустима работа с растворами, содержание гликоля в которых не более 50%. Гидроаккумулятор состоит из корпуса, сменной мембраны и

фланца. В корпусе находятся ниппель под защитной крышкой на резьбе для закачки воздуха, верхний штуцер 1/2" G (только для гидроаккумуляторов емкостью 100, 200, 300 л. и более) и фланец для присоединения к напорному трубопроводу. Внешний вид гидроаккумулятора показан на рисунке 9.



Рисунок 9 – Гидроаккумуляторный бак Zilmet ULTRA-PRO 200v

Мембранный гидроаккумулятор обладает целым рядом превосходств:

- экономия пространства. В 2-3 раза меньший объем по сравнению с безмембранными накопительными баками, отсутствие коррозии, привкуса и запаха в воде;

- эксплуатация с агрессивной водой. Мембранный бак можно использовать с известковой водой, с содержанием твердых частиц (с фланцем из нержавеющей стали), т.к. вода соприкасается только с мембраной и фланцем;

- недорогая установка и быстрое монтирование;

- минимальные требования к обслуживанию;

- неограниченный срок эксплуатации. Благодаря надежной фиксации мембраны внутри бака, гарантируется её максимальная защита от перегибов и трений. Таким образом, срок эксплуатации бака практически не ограничен, поскольку мембрана подлежит замене [7].

Основные характеристики представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Характеристики гидроаккумуляторного бака Zilmet ULTRA-PRO 200v

Наименование	Показатель
Емкость, л	200
Диаметр, мм	550
Высота, мм	1235
Соединение, дюйм	1 1/2" G
Максимальное рабочее давление, бар	10
Рабочая температура, °С	От -10 до +99
Предустановленное давление, бар	1,5

### **Автоматизированная система дозирования удобрений**

Сердцем любой прогрессивной системы полива считается растворный узел (РУ). Растворный узел - это устройство обеспечивающее изготовление и подачу питательного раствора к растениям в подходящем количестве с необходимым содержанием питательных элементов.

С помощью специализированного компьютера процесс полива происходит в полностью автоматическом режиме, агроному лишь требуется задать времена стартов ирригации, количество подаваемого раствора, а также его параметры по концентрации удобрений (ЕС – электропроводимость) и кислотности (рН – потенциальный водород). Функциональность узла позволяет автоматически корректировать заданные режимы полива по различным внешним факторам: притоку солнечной радиации, температуры теплицы, влажности субстрата или влажности почвы. Современные технологии выращивания предусматривают работу с рециркуляцией дренажа, поэтому в растворном узле предусмотрена возможность управления смешением воды с дренажом. Для удобства задания режима полива, а также удобства анализа уже проведенных поливов, растворный узел может быть подключен к ПК, где в удобной табличной и графической форме с помощью специализированной программы «Монитор» данные всегда доступны для просмотра и хранятся до 10 лет. Монитор системы дозирования удобрений изображена на рисунке 10.



Рисунок 10 – Монитор системы дозирования удобрений F-406

В составе: Растворный узел-миксер ( $8\text{ м}^3/\text{ч}$ ); Емкости маточных растворов и кислоты (5 шт.\*  $V=500\text{ л}$ ); Резервуар для запаса поливочной воды ( $2\text{ м}^3$ ); Клапан наполнения емкости с фильтром и задвижкой; Узел предварительного приготовления маточных растворов; Автоматический узел фильтрации поливочной воды ( $15\text{ м}^3/\text{ч}$ ); Диспетчерский ПК с ПО МОНИТОР; Обвязка оборудования трубами поливинилхлорид (ПВХ); Датчик солнечной радиации.

Производительность Системы рассчитана для Капельного полива 6 туннельных теплиц общей  $S=2880\text{ м}^2$  [8].

### **Обратный осмос**

Компания «РусАгроКомплекс» осуществляет поставки промышленных систем обратного осмоса PRO AWT RO. К основным преимуществам данных систем можно отнести:

- малые габариты (у системы производительностью  $3\text{ м}^3/\text{ч}$  ширина составляет  $0,5\text{ м}$ , глубина –  $0,7\text{ м}$ );
- питание от однофазной сети  $220\text{ В}$ ;
- бесшумную работу;
- простоту химической регенерации мембран (не требует станции химпромывки);
- регенерацию мембран с помощью насосной установки;
- безопасность при эксплуатации;
- низкое рабочее давление (не более  $10\text{ бар}$ );

– использование низковольтных датчиков и электромагнитных клапанов (24 В).

Внешний вид обратного осмоса показан на рисунке 11.



Рисунок 11 – Обратный осмос PRO AWT RO-3/3003

### **Принцип работы установки обратного осмоса.**

Поступающая к установке вода подается на фильтр предварительной механической очистки, на котором задерживаются взвешенные частицы размером более 5 мкм. Далее вода с увеличением давления подаётся на мембранный блок. На мембранах происходит разделение исходной воды на очищенную от минеральных солей (пермеат) и концентрат с повышенным содержанием солей. Контроль рабочего давления осуществляется визуально по манометрам. Пермеат под остаточным давлением подается потребителю, а концентрат уходит в дренаж [9].

В таблице 7 указаны основные характеристики для установки данного оборудования.

Таблица 7 – Технические характеристики установки обратного осмоса PRO AWT RO-3/3003

Наименование	Показатель
Номинальная производительность, л/ч	3000
Давление на мембране, кгс/см <sup>2</sup>	2-6
Температура воды, С°	От 5 до 30
Расход воды в режиме промывки, м <sup>3</sup> /ч	3

## **Пластиковые емкости и баки для жидкостей**

Производство баков выполняется по бесшовной технологии. В качестве материала применяется пластик в листах, который считается экологичным, безвредным и долговечным.

На нашем производстве данные баки и емкости используются для хранения всевозможных жидкостей (чистая и грязная вода, кислота, маточный раствор и другие химические жидкости). Также, в данных емкостях можно хранить вязкие и гранулированные вещества. Внешний вид таких баков и емкостей показан на рисунке 12.



Рисунок 12 – Пластиковые баки для жидкостей

Пластиковые баки и емкости используются для создания системы автономного водопровода. Емкости используются для сбора дренажа и химических растворов [10].

Важным моментом данных баков является то, что они не имеют собственного запаха, а также не впитывают посторонние. Если бак замерзнет, то ничего страшного с ним не случится. Также, если соблюдать некоторые правила, то бак можно закапать в землю.

## **Электродвигатель**

Асинхронные трехфазные электродвигатели АИР71А2, а также подобные двигатели других общепромышленных серий (АДМ, АДММ) применяются буквально во всех отраслях промышленности, в электроприводах всевозможных приборов, механизмов и машин, не требующих регулирования частоты вращения (насосы, вентиляторы, компрессоры и т.д.) [11].

Базовое исполнение – режим работы S1, от сети трехфазного переменного тока 50 Гц напряжением 220В/380В. Климатическое исполнение и категория размещения У3. Степень защиты IP54. Может быть изготовлен в чугунном или алюминиевом корпусе. Внешний вид электродвигателя показан на рисунке 13.



Рисунок 13 – Электродвигатель АИР71А2

Ниже приведена таблица 8 с основными техническими характеристиками данного электродвигателя.

Таблица 8 – Технические характеристики электродвигателя АИР 71А2

Наименование	Показатель
Мощность, кВт	0,75
Номинальная частота вращения, об/мин	2820
Номинальный ток при напряжении 220/380 В, А	3,5/2,0
Номинальный крутящий момент, Н*м	2,54
КПД, %	72,0
Сos φ	0,80
Ипуск/Ином	6,0
Мпуск/Мном	2,6
Масса, кг	8,7

В моделях АИР71а2 отсутствуют подвижные контакты. Оборудование отличается хорошей ремонтопригодностью.

## 2 ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ В ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ

### 2.1 Общие принципы выращивания сельскохозяйственной культур в закрытом грунте

Как правило, теплицы используют для защиты грунта и растений от малых температур, при которых вегетация овощей невозможна, а еще для создания индивидуального климата, способствующего выращиванию овощей. Теплицы разделяются на виды в зависимости от используемых материалов, самих конструкций и систем теплоснабжения.

Автоматизированную теплицу будем проектировать для огуречной продукция. Растение огурца довольно требовательно к условиям внешней среды и в особенности к теплу. Семена прорастают при температуре 12-14 °С, оптимальной же для роста и развития растений является температура воздуха днем 25-30, а ночью - 15-18 °С. Наиболее требовательны растения к теплу в период цветения и плодообразования, поэтому снижения ее до 17-18 °С уменьшает плодоношение. В особенности нежелательны для огурца резкие перепады температуры воздуха. Резких колебаний температуры (днем – выше 25-35 °С, ночью 12 – 15 °С), что наблюдается чаще в пленочной теплице. Такие перепады способствуют появлению конденсата на пленке, что приводит к развитию гнили и опадению цветков [12].

Без верного освещения не будет и богатого урожая. Необходимо максимально применять естественный солнечный свет. Знатоки рекомендуют при установке ориентировать теплицу с запада на восток. Как и то, чтобы северная часть теплицы была на 10-15 см приподнята над южной. Это принципиально для равномерного распределения солнечных лучей.

В случае если температура в теплице очень высокая и при этом еще велика интенсивность света, растения могут испытывать недостаток в воде,

даже при том, что вы будете периодически их поливать. В жаркие дни нужно проветривать теплицы, увлажнять в них воздух, затенять растения.

## **2.2 Современные средства автоматизации в теплицах**

Системы автоматического регулирования сначала пришли в большие тепличные хозяйства, где их внедрение дает сразу же ощутимый эффект. Выращивание растений требует постоянного ухода, полива, отслеживания температуры окружающей среды и т.д. – все это колоссальный человеческий труд. При этом даже незначительная ошибка одного человека, который, например, вовремя не проверил теплицу, может стоить целого урожая.

Автоматизация теплиц позволяет, с одной стороны, упростить труд работающих людей, а с другой – ликвидировать воздействие человеческого фактора на созревание урожая. Системы регулирования микроклимата и автополива при верной настройке работают «как часы» и надежно оберегают растения от высушивания, заморозков и других неблагоприятных влияний погодных условий.

В соответствии с нормами технологического проектирования в типовых теплицах делают:

- автоматическое поддержание температуры воздуха на заданном уровне в зависимости от освещенности или по временной программе (день – ночь);
- автоматическое регулирование относительной влажности воздуха;
- автоматическое поддержание температуры поливной воды на заданном уровне;
- автоматическое регулирование температуры теплоносителя в системе отопления почвы;
- автоматический контроль и регистрацию регулируемых параметров;
- программное (временное) управление системами орошения, подкормки растений углекислым газом, испарительного охлаждения и увлажнения, дополнительного облучения рассады, теплозащитных экранов;

– дистанционный контроль метеорологических факторов (температуры наружного воздуха, скорости и направления ветра, интенсивности солнечной радиации);

– автоматическую сигнализацию предельных отклонений температуры воздуха, включение электромагнитных клапанов системы полива и увлажнения, работы циркуляционных насосов систем отопления и полива.

Такие технологические операции, как полив, подкормка растений, снабжение их углекислым газом и дополнительное облучение рассады, управляются по временным программам, причем алгоритм управления задается агрономом-технологом. Как правило, все параметры технологического процесса связаны с одним основным фактором внешней среды – освещенностью, и в зависимости от интенсивности солнечного излучения оптимизируются температура воздуха и почвы, потребность в воде, углекислом газе и питательных веществах. Однако автоматизировать управление всем технологическим процессом выращивания растений по критерию оптимальной продуктивности чрезвычайно сложно. Дело в том, что между оптимизацией параметров процесса и конечным результатом лежит значительный временной интервал, а критерий текущей оптимизации – интенсивность фотосинтеза – не всегда совпадает с конечной продуктивностью.

Конечно, существует оптимальный алгоритм управления технологическим процессом для конкретной культуры в конкретных условиях, какой и выдается агрономом-технологом оператору систем автоматического регулирования для настройки этих систем на определенный режим. Этот алгоритм в виде экспертной системы может быть заложен в память ЭВМ; сюда же должны периодически поступать метеорологические данные, данные о параметрах микроклимата в теплице, наличии воды и питательных веществ в грунте или в субстрате, показатели состояния растений. Анализируя поступающую информацию, ЭВМ определит, какие управляющие воздействия на исполнительные устройства технологического оборудования нужно осуществить для оптимального протекания процесса выращивания [13].

### 3 СХЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ

Система дозирования минеральных и химических удобрений для последующего капельного орошения осуществляется по схеме (рисунок 14).

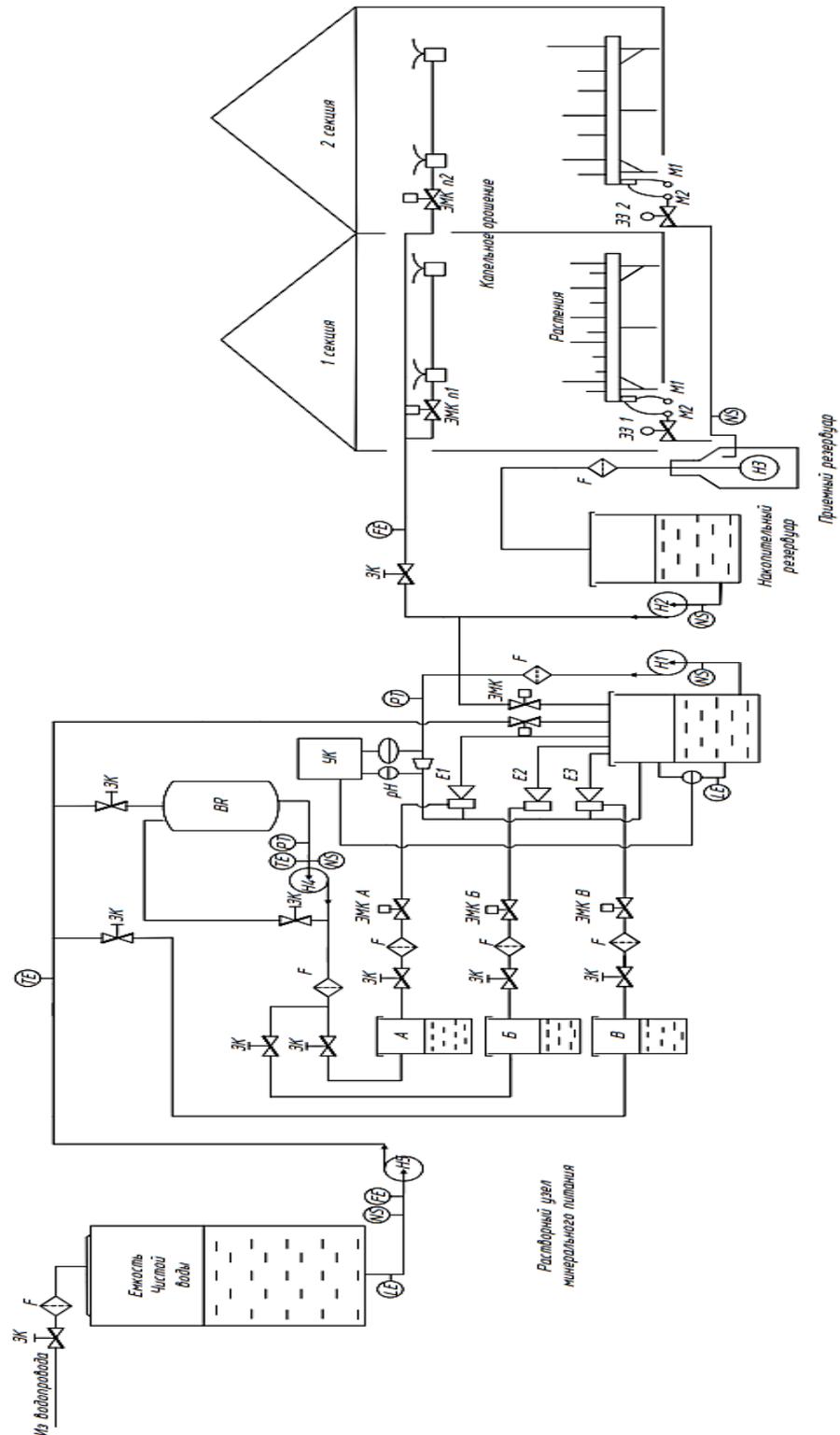


Рисунок 14 – Схема технологическая капельного орошения

На технологической схеме выполняются следующие функции:

- приготовление рабочих растворов минеральных удобрений;
- полив по заданной программе;
- управление электромагнитными клапанами (ЭМК) подачи раствора;
- управление электрозатворами (ЭЗ) задержки раствора на полив;
- обеспечение необходимого режима использования оборотного раствора;
- контроль параметров электропроводимости (Ес) и потенциального водорода (рН) при поливе и режимов работы оборудования;
- архивирование параметров полива;
- работа в режиме удаленного доступа.

На начальном участке подается вода из водопровода в емкость чистой воды. К баку присоединены датчики уровня и расхода. Далее насос качает воду для последующей подготовки жидкости для полива. Также для насоса стоит датчик пусковой аппаратуры. Данный участок показан на рисунке 15.

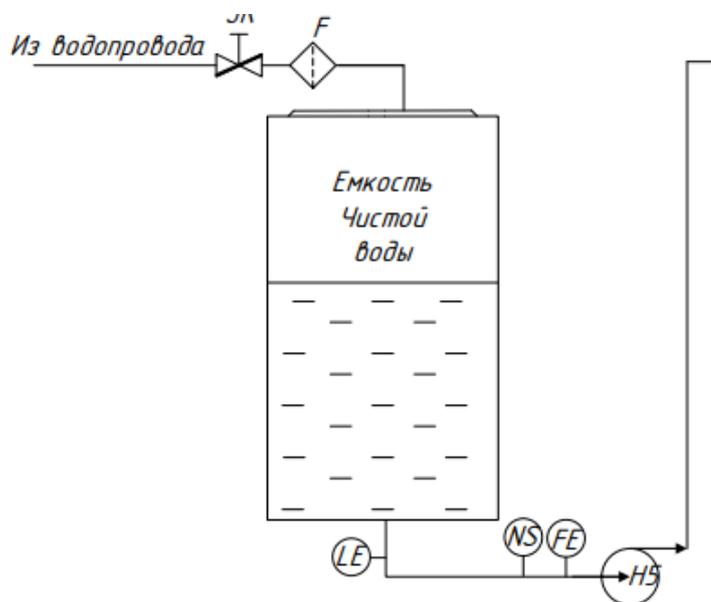


Рисунок 15 – Участок хранения чистой воды

Далее вода поступает по трубам к запорным клапанам. Параллельно к данному участку подключен датчик температуры. Вода поступает либо сразу в резервуар с маточным раствором, либо через расширительный бак, после которого датчики измеряют давление и температуру. После вода поступает

повторно в расширительный бак или далее через фильтр к резервуарам. Маточный раствор предполагает растворение в оросительной воде методом фергитации концентрированного состава удобрений. В основе метода орошение культур с одновременным внесением жидких удобрений. Данный участок изображен на рисунке 16.

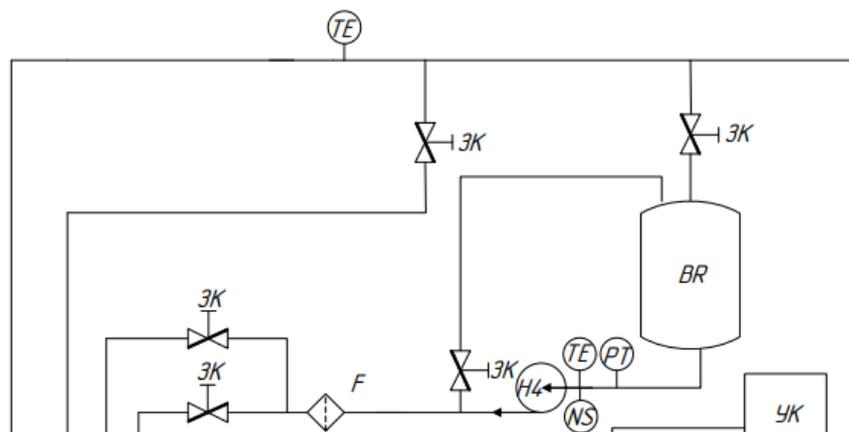


Рисунок 16 – Участок подачи воды для последующего приготовления удобрений

После, с помощью запорных клапанов мы подаем необходимое количество воды в резервуары для концентрированных минеральных удобрений и кислоты. Далее происходит повторная фильтрация от мелких частиц. Участок изображен на рисунке 17.

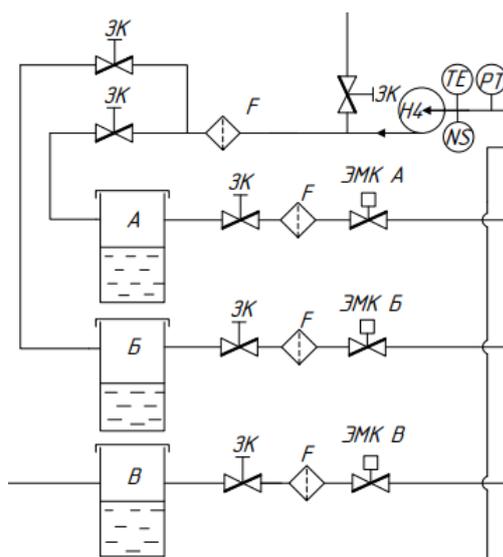


Рисунок 17 – Участок приготовления удобрений

После подготовки необходимых жидкостей мы переходим к дозировке всех необходимых растворов в нужном количестве. Это делается с помощью управляющего компьютера, который с помощью электромагнитных клапанов нормализует поступление через комбинированные датчики измерения электропроводности и температуры раствора нужного количества определенных жидкостей в общий бак. К баку подключен датчик уровня для предотвращения пролития данной смеси. Насос подключенный к общему баку качает воду через датчик измерения pH раствора. Если состав жидкости смешан правильно, то вода поступает по трубе с электромагнитным клапаном далее. Описываемый участок изображен на рисунке 18.

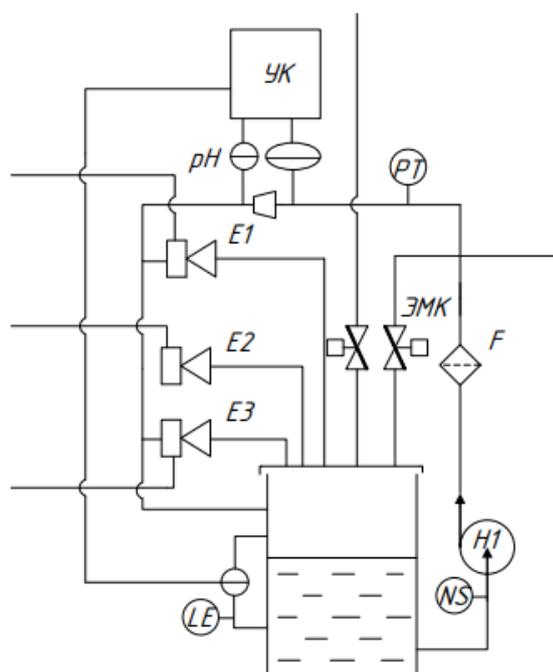


Рисунок 18 – Участок дозирования удобрений

На конечном этапе жидкость с необходимым удобрением через запорный клапан поступает по трубе с датчиком расхода к электромагнитным клапан. А уже сами клапаны подают жидкость на УКО (установку капельным орошением). После полива вода поступает в дренажные отверстия в магистраль системы сбора раствора. Данный участок изображен на рисунке 19.

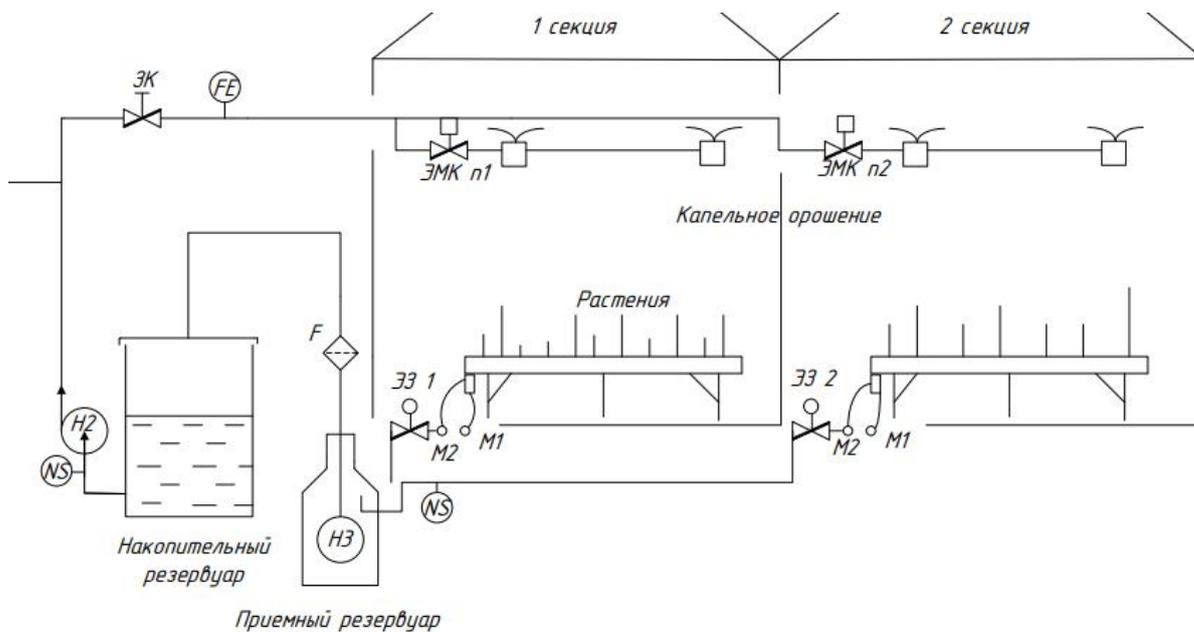


Рисунок 19 – Участок полива и сбора раствора

Далее через электрозатвор раствор поступает в приемный резервуар, в котором с помощью насоса и последующей фильтрации раствор поступает на повторное использование.

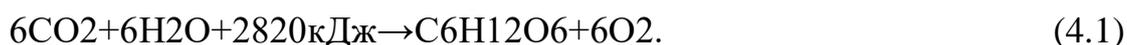
## 4 ОСОБЕННОСТИ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ ТЕПЛИЦ

### 4.1 Микроклимат теплиц

Теплицы – более сложные и совершенные виды культивационных сооружений. Они оснащаются различным инженерным и технологическим оборудованием, обеспечивающим необходимые климатические параметры микроклимата. По периодам эксплуатации теплицы подразделяются на зимние и весенне-летние. Зимние предназначены для круглогодичного выращивания овощей. В весенних теплицах культивируют либо рассаду для высадки ее в открытый грунт, либо овощи.

Ведущими культурами, которые выращиваются в промышленных теплицах в средней полосе России, являются помидоры и огурцы. Ну и небольшая площадь отдается для лука, салата, редиса и петрушки.

Жизнедеятельность растений характеризуется процессами фотосинтеза и дыхания. Под интенсивностью фотосинтеза понимают количество мг CO<sub>2</sub>, усвоенного 1дм<sup>2</sup> листовой поверхности за 1 час. Балансовая формула фотосинтеза имеет вид:



Максимум интенсивности фотосинтеза приходится на температуру воздуха 20...30 °С в зависимости от облученности листа.

Дыхание – это процесс, обратный фотосинтезу. Распад органических веществ до минеральных происходит по схеме:



Формулы (4.1) и (4.2) условны. Реакции, которые протекают в растениях, гораздо сложнее.

При выращивании зимне-весенней культуры огурца партенокарпического сорта рекомендуется в солнечную погоду  $t_B = 22...24$  °С, в пасмурную погоду  $t_B = 20...22$  °С, ночью  $17...18$  °С при относительной влажности воздуха  $\phi_B = 75...80\%$ . В период плодоношения в солнечную погоду  $t_B = 24...26$  °С, в пасмурную погоду  $t_B = 22...24$  °С,  $\phi_B = 80...85\%$ . В обоих случаях оптимальная температура почвы  $t_{почв} = 22...24$  °С, а концентрация углекислого газа  $K_{CO_2} = 0.2...0.3\%$  (по объёму).

Требуемые значения температуры, относительной влажности воздуха и концентрации углекислоты должны быть обеспечены в пределах рабочей зоны. Рабочая зона в теплицах – это часть общего объёма, занятая растениями. Высота рабочей зоны принимается от поверхности почвы до верхнего уровня биомассы и является переменной: по мере роста растений она увеличивается от  $0.3...0.5$  м до  $2.5$  м [14].

Культивационные сооружения характеризуются высокой относительной влажностью почвы. При выращивании огурцов оптимальное содержание влаги в почве должно составлять  $70...80\%$  до плодоношения и  $90\%$  в период плодоношения.

Подвижность воздуха в культивационных сооружениях, способствующая интенсификации процессов тепло- и влагообмена на поверхности листьев растений, рекомендуется поддерживать в пределах  $0.5...1.0$  м/с.

#### **4.2 Мощность системы отопления теплиц**

Системы отопления промышленных теплиц обязаны удовлетворять следующим главным требованиям, вытекающим из индивидуальностей микроклимата, технологического режима, ограждающих конструкций.

1. Главные теплотехнические требования: обеспечивать требуемые температуры воздуха в рабочем объеме, листьев растений, корнеобитаемого слоя почвы; локализовывать холодные потоки воздуха в пристенной зоне; обеспечивать снеготаяние на кровле.

2. Вспомогательные требования: способствовать борьбе с перегревом в весенне-летний период; не усугублять светового режима и не снижать

фотосинтеза; сокращать инфильтрацию через наружные ограждения; делать требуемую подвижность воздуха.

3. Требования к управляемости системой: подавать в сооружение нужное количество теплоты в зависимости от температуры наружного воздуха, интенсивности солнечной радиации, снегопада и отсутствия снега на кровле; обладать малой инерционностью.

4. Конструктивные требования: не мешать технологическому процессу; не занимать полезную площадь.

5. Эксплуатационно-экономические требования: надежность в эксплуатации; индустриальность; экономичность в расходе металла и электроэнергии; минимальные приведенные затраты; долговечность; небольшие затраты на заработную плату обслуживающему персоналу.

В теплицах системы отопления могут быть с различными видами теплоносителя: водой, воздухом, паром, газом. На рисунке 20 представлена система отопления теплиц.

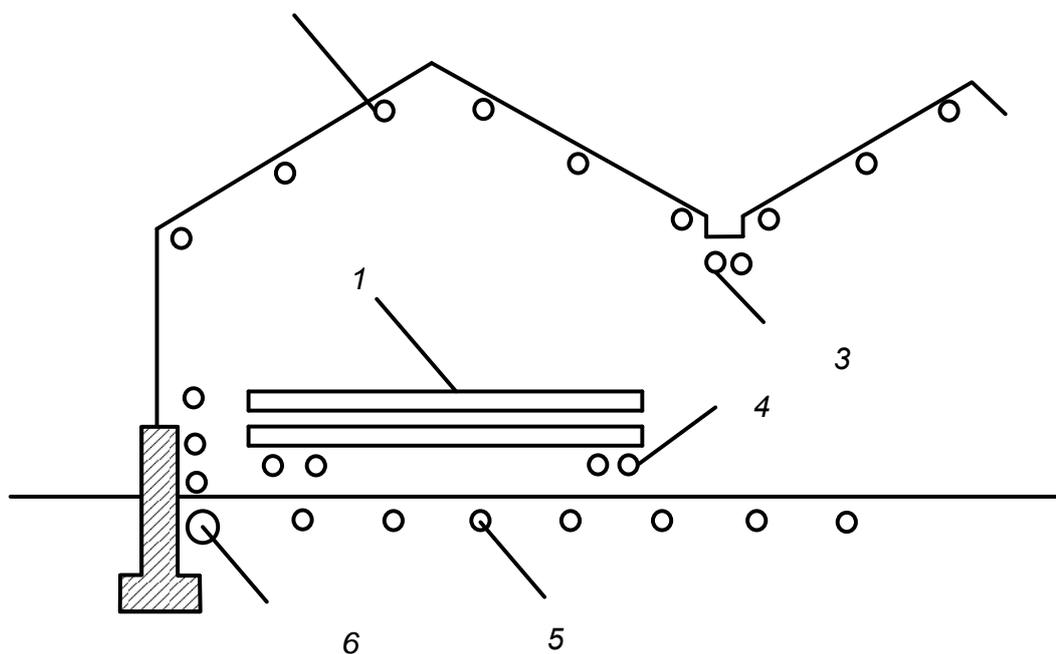


Рисунок 20 – Система отопления теплиц

1 - цокольный обогрев; 2 - шатровый обогрев; 3 - лотковый обогрев; 4 - надпочвенный обогрев; 5 - подпочвенный обогрев; 6 - контурный обогрев.

## 5 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ТЕПЛИЦЕ

Промышленные теплицы из поликарбоната устроены так, чтобы содействовать росту урожая в теплое время года. Что касается зимнего периода, то тут остро встает вопрос об отоплении теплиц промышленного значения. Чтобы отопление в таких теплицах было организовано грамотно, нужно оснащать систему нагрева вентилятором, основной задачей которого является распределение нагретого воздуха по периметру всего помещения.

Тепличный комбинат отапливается от внешнего источника тепла (ТЭЦ) посредством автономных трубных контуров отопления:

- Минимальная наружная температура: до - 45 °С (или ниже).
- Минимальная внутренняя температура: + 15 °С.
- Максимальная скорость ветра: до 30 м/сек.
- Температура горячей воды на подаче: 90-95 °С.
- Температура горячей воды на возврате: 70 °С.

Годовая потребность промышленной теплицы в воде для производственных нужд 72140,0 м<sup>3</sup>/год (max 200,0 м<sup>3</sup>/сут);

Система отопления комплекса промышленной теплицы состоит из источника теплового снабжения, теплосетей, расположенных снаружи и внутри, шкафов управления электроприводами смесительных клапанов и насосами и объектов, потребляющих тепло. Система отопления блока промышленных теплиц обеспечивает соответствующий температурный режим в объёме теплицы согласно технологических требований. Система отопления состоит из цокольного, надпочвенного и контурного обогрева. Тепловым носителем в системе отопления служит умягченная вода с расчётными значениями температур. В контурах обогрева предусмотрены узлы регулирования температур (дистрибьюторы), которые обеспечивают необходимое значение температур теплоносителя. Работа каждого узла

осуществляется автономно, также каждый узел подключен к магистральным трубопроводам теплотрасс и обслуживает контур отопления в каждом отделении промышленной теплицы. Узел управления состоит из смесительных клапанов, циркуляционных насосов, трубопроводов и арматуры, и размещается в сервисном отделении. Контурные системы обогрева работают автоматически от датчиков температуры. В системе отопления используются стальные трубы. Обогревательные трубы системы подлоткового обогрева с помощью резиноканевых рукавов присоединяются к распределительным трубопроводам. На каждом подводе устанавливаются шаровые запорные клапаны. К распределительным трубопроводам присоединяются обогревательные трубы системы верхнего обогрева с помощью стальных труб диаметром 15 мм без запорной арматуры.

Параметры температурного режима задаются согласно требованиям агротехнологии в каждом отделении теплицы автономно. Распределение подачи теплоносителя в системе отопления теплиц осуществляется при помощи узлов регулирования температур (дистрибьюторов) по отделениям блока теплиц.

Управление температурными режимами по контурам осуществляется от автоматизированной системы управления микроклиматом [15].

Для обеспечения требуемых значений температуры теплоносителя в контурах обогрева применяются узлы регулирования температур - дистрибьюторы. Каждый узел подключен к магистральным трубопроводам теплотрасс и обслуживает контур отопления по отделениям теплицы работая в автономном независимом режиме. Узел регулирования состоит из циркуляционного насоса, 3-х ходового смесительного клапана, а также трубопроводов обвязки, арматуры и контрольно измерительных приборов.

Система распределения по трубам спроектирована в соответствии с двухтрубным принципом с насосной циркуляцией.

Этот конструкционный принцип обеспечивает равное разделение и распределение потока воды через все петли труб в пролетах промышленной

теплицы, путем уравнивания общей длины каждой единичной петли труб. Эта конфигурация сетки распределения труб в результате дает гомогенную температуру воздуха на общей площади каждого отделения выращивания.

Смесительная система теплоснабжения показана на рисунке 21.



Рисунок 21 – Смесительные группы управления контурами отопления

Каждая смесительная группа состоит из:

- 4 шт дроссельные клапаны;
- 2 шт клапаны наполнения и дренажа  $d \frac{3}{4}$ ”;
- 1 шт 3-х ходовой клапан управления;
- 1 шт встроенный циркуляционный насос;
- 2 шт сдвоенный термометр  $d \frac{1}{2}$ " x 80 мм;
- 2 шт деаэраторы;
- 1  $\frac{1}{2}$ ” соединение для температурного датчика компьютера.

В рассматриваемом комплексе тепловые процессы представляют системы с большими инерционностями. На рисунке 22 приведена функциональная схема электротехнического комплекса управления температурой теплицы.

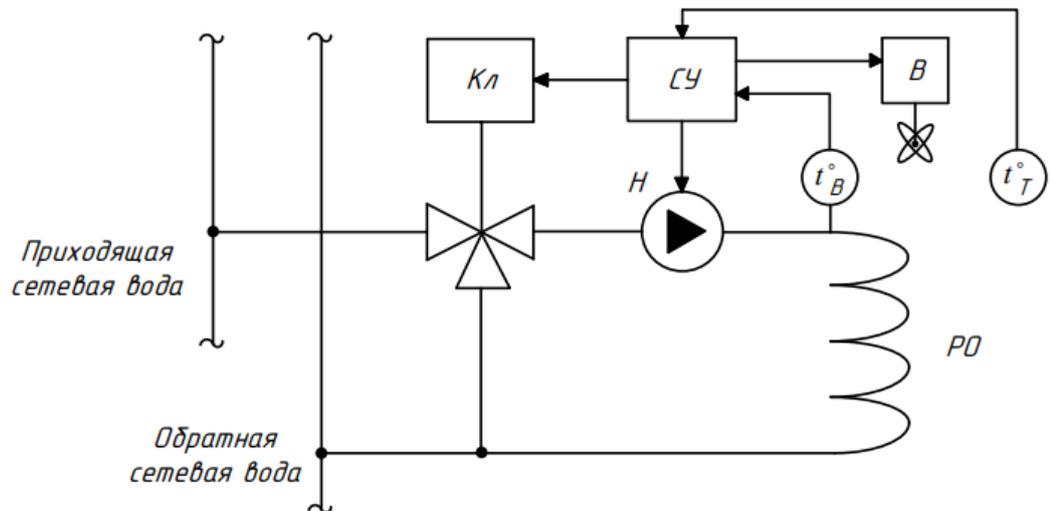


Рисунок 22 – Функциональная схема электротехнического комплекса управления температурой теплицы

Переходный процесс нагрева теплицы представляем инерционным звеном с передаточной функцией вида:

$$W(p) = \frac{1/A}{Tp+1}, \quad (5.1)$$

где  $A$  – теплоотдача,  $T=c/A$  – тепловая постоянная времени,  $c$  – теплоемкость.

Контур управления нагревателем содержит регулятор  $W_{РН}(p)$ , блок нагревателя, регистр отопления (РО)  $W_{РО}$  (апериодическое звено) и обратную связь по температуре с коэффициентом  $K_{ОН}$ . Передаточная функция контура нагревателя имеет вид:

$$W_{КН}(p) \approx \frac{1/K_{ОН}}{T_{КН}p+1}, \quad (5.2)$$

Блок нагревателя включает в себя: - клапан (нелинейное звено – усилитель с насыщением), трубопроводную систему – апериодическое звено с большой постоянной времени (на схеме интегрирующее звено с обратной

связью), регулируемый насос (множительное звено в контуре с интегрирующим звеном).

Насос (Н) обеспечивает циркуляцию воды в контуре РО. При необходимости увеличения температуры открывается клапан (Кл) и более горячая вода из входящей сети подмешивается в контур циркуляции теплоносителя. Для регулирования скорости теплопередачи РО можно изменять частоту вращения двигателя вентилятора В и насоса Н. Увеличение скорости этих электроприводов в переходных процессах позволило повысить быстродействие и снизить динамическую ошибку рисунок 23, 24.

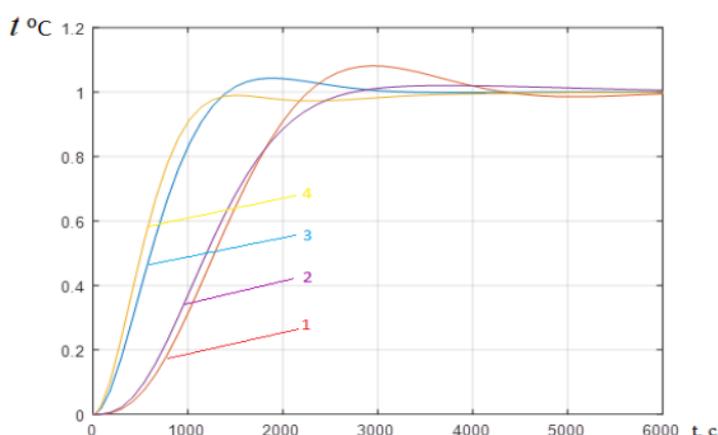


Рисунок 23 – Переходные процессы в системе управления температурой теплицы (форсирование насоса):

1 – нагрев РО без форсирования, 2 – нагрев РО с форсированием, 3 – нагрев теплицы без форсирования, 4 - нагрев теплицы с форсированием.

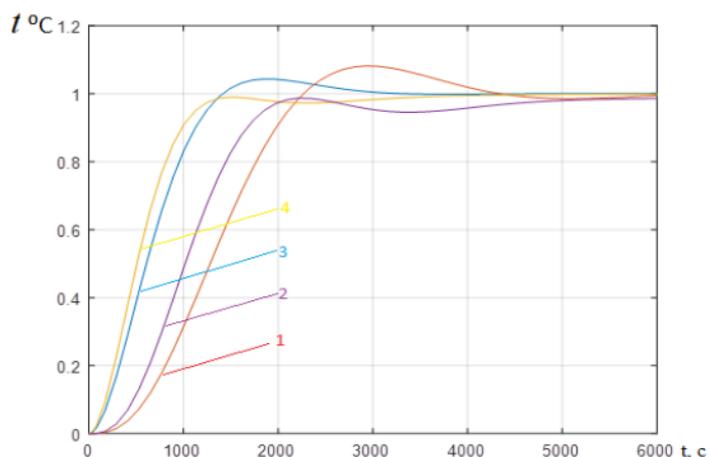


Рисунок 24 Переходные процессы в системе управления температурой теплицы (форсирование насоса и вентилятора):

1 – нагрев теплицы без форсирования, 2 – нагрев РО с форсированием насоса и вентилятора, 3 – нагрев теплицы при форсировании насоса и вентилятора, 4 – нагрев РО без форсирования.

Схемы управления температурой и влажностью достаточно разнообразны. Расположение точек, в которых размещены датчики в теплице, указаны на рисунок 25.

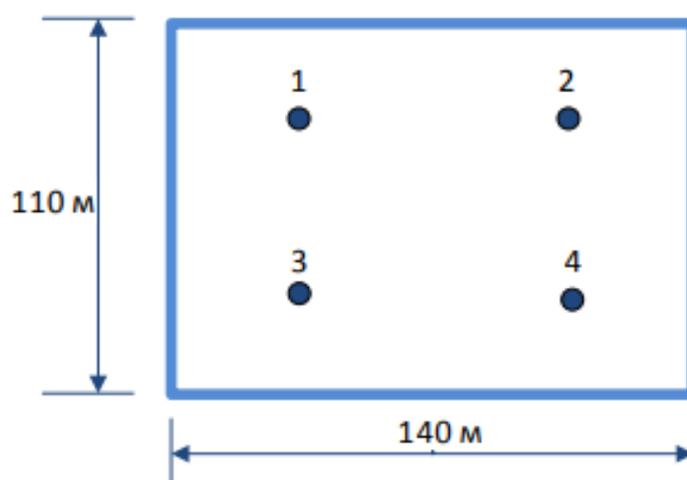


Рисунок 25 Схема расположения датчиков в теплице

Измеряемый параметр в пределах площади теплицы может различаться в контролируемых точках.

## 6 ВЫБОР СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

Вся система обеспечения микроклимата будет делиться на две подсистемы. Первая подсистема будет отвечать за управление клапаном, в холодное время года. В данной подсистеме используются следующие элементы автоматики: ТРМ212, один датчик ДТС 125-50М.С3.60 для измерения температуры в теплице, КЗР клапан запорно-регулирующий 25ч945п для регулирования расхода теплоносителя, БРУ-42 для переключения из автоматического режима управления задвижкой в автоматический режим. Данная система будет работать только в холодное время года, летом естественно систему отключают, именно поэтому для обеспечения вентиляции спроектировали вторую подсистему, которая будет обеспечивать автоматическое открывание форточек и включение вентиляторов.

Так же спроектирована третья подсистема учета затраченной тепловой энергии на обогрев теплицы.

Для обеспечения вентиляции мы выбрали следующее оборудование: контроллер приточной вентиляции ТРМ1033, датчик температуры ДТС 125-50М.С3.60, однооборотный электрический исполнительный механизм МЭО-40/160-0,63 У-01 У2 для открывания фрамуг (форточек), блок ручного управления БРУ-42, 2 электровентилятора 12038FZY.

Так же подобрано оборудование для подсистемы учета расхода теплоносителя: тепловычислитель СПТ 961, термопреобразователи ОВЕН ДТС015-50П.А4.60, два преобразователя расхода электромагнитных ПРЭМ- 2.

### 6.1 Регуляторы

#### 6.1.1 Измеритель ПИД-регулятор Овен ТРМ212

Для обеспечения управления микроклиматом в зимний период времени, мы выбрали регулятор ТРМ212 фирмы «Овен».

В нашем случае мы подключаем датчик температуры, который измеряет температуру в теплице, в зависимости от температуры регулятор управляет клапаном. Внешний вид ТРМ212 показан на рисунке 26.



Рисунок 26 – Внешний вид TRM212

### **Основные функции прибора TRM212:**

- два универсальных входа для подключения широкого спектра датчиков температуры, давления, влажности, расхода, уровня и т. п.;
- возможность работы с датчиками, имеющими квадратичную характеристику;
- вычисление разности, суммы, отношения и корня из разности двух измеряемых величин;
- ПИД-регулирование измеренной или вычисленной величины с использованием:
  - электропривода запорно-регулирующего (КЗР) или трехходового клапана – задвижки с аналоговым входом 4...20 мА или 0...10
  - автонастройка пид-регулятора по современному эффективному алгоритму, оптимизация выхода на уставку;
  - график коррекции уставки регулятора по величине, измеренной на втором входе;
  - дистанционный пуск и остановка ПИД-регулятора;
  - сигнализация об обрыве в цепи регулирования (LBA);
  - встроенный интерфейс RS-485 (протокол OVEN);
  - конфигурирование на ПК или с лицевой панели прибора;
  - уровни защиты настроек для разных групп специалистов [16].

Основные характеристики данного прибора перечислены в таблице 9.

Таблица 9 – Характеристики ТРМ212

Наименование	Показатель
Напряжение питания	90...245 В переменного тока
Частота напряжения питания	47...63 Гц
Количество универсальных входов	2
Функции входа 1	измерительный
Функции входа 2	Измерительный (в т.ч. датчик положения)
	Дополнительный (дистанционный пуск/остановка регулирования)
Время опроса входа	Не более 1 с
Входное сопротивление при подключении источника сигнала:	
- тока	100 Ом $\pm$ 0,1 % (при подключении внешнего резистора)
- напряжения	Не менее 100 кОм
Предел допустимой основной погрешности измерения входного параметра:	
- для термометров сопротивления	$\pm$ 0,25 %
- для остальных видов сигналов	$\pm$ 0,5 %
Сопротивление внешнего ключа:	
- в состоянии «замкнутого»	Не менее 1 кОм
- в состоянии «разомкнутого»	Более 100 кОм
Количество выходных устройств	2
Тип интерфейса	RS-485 (протокол ОВЕН)
Скорость передачи данных	2.4; 4.8; 9.6; 14.4; 19.6; 28.8; 38.4; 57.6; 115.2 кбит/с
Тип кабеля	Экранированная витая пара

В процессе работы ТРМ212 производит опрос датчика температуры, вычисляя по полученным данным текущие значения измеряемых величин, отображает их на ЦИ и выдает соответствующие сигналы на выходные устройства. В зависимости от того, какая температура, будет в теплице будет открываться задвижка в КЗР.

Структурная схема данного прибора показана на рисунке 27.

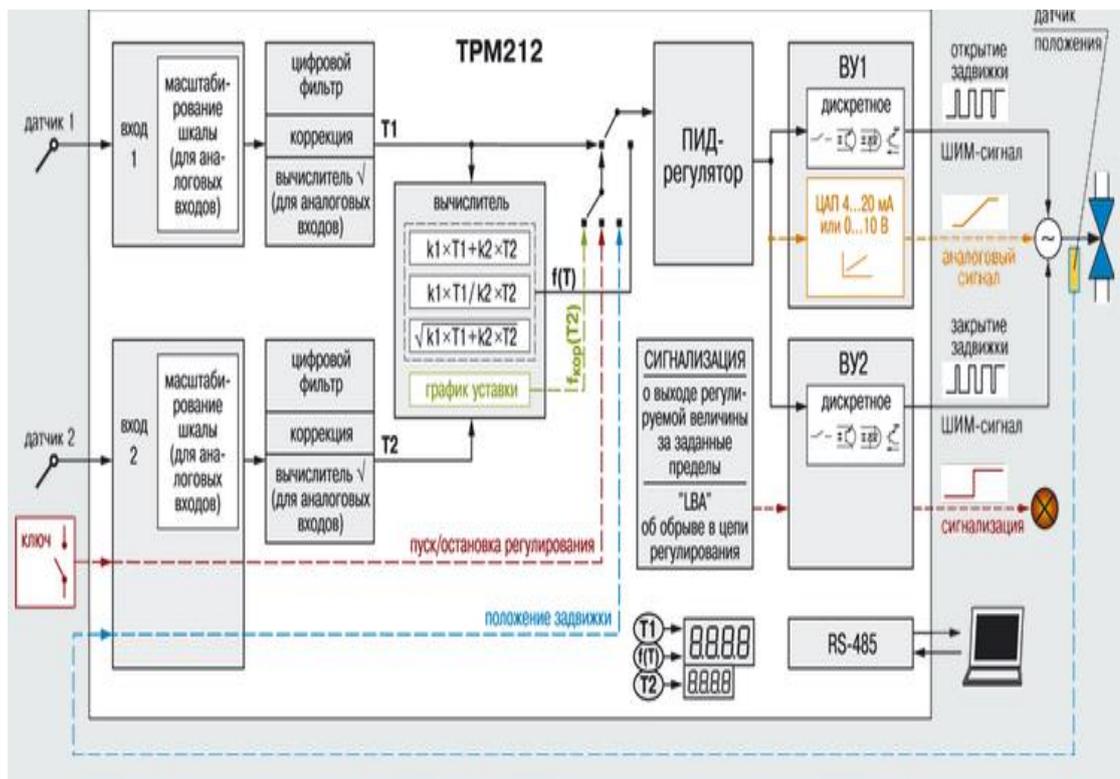


Рисунок 27 – Структурная схема TRM212

Прибор включает в себя:

- два универсальных входа для подключения датчиков;
- дополнительный вход для дистанционного управления процессом регулирования;
- блок обработки данных, состоящий из цифрового фильтра, вычислителя, ПИД-регулятора;
- два выходных устройства;
- интерфейс RS-485;
- два ЦИ для отображения регулируемой величины и ее уставки.

Универсальные измерительные входы.

Терморегулятор ОВЕН TRM212 имеет два универсальных входа, к которым могут быть подключены датчики следующих типов:

- термопреобразователей сопротивления ТСМ 50М/100М, ТСП 50П/100П, ТСМ гр.23, Pt100;
- термопар ТХК(L), ТХА(К), ТНН(N), ТЖК(J), ТПП(S), ТПП(R), ТПР(B), ТМК(T), ТВР (А-1, А-2, А-3);

– датчиков с унифицированным сигналом тока 0...5 мА, 0(4)...20 мА и напряжения 0...1 В, –50...+50 мВ.

В нашем случае мы подключаем термопреобразователь Овен ДТС 034-50М.С3.20/10.

Использование входа 2 в качестве дополнительного для дистанционного управления. К дополнительному входу (вход 2) ТРМ212 можно подключить внешний ключ для дистанционного пуска/остановки регулирования. Ко входу 2 ТРМ212 можно подключить датчик положения задвижки следующих типов:

- резистивный (до 2 кОм);
- токовый (0...20 мА).

Прибор ОВЕН ТРМ212 осуществляет ПИД-регулирование измеренной или вычисленной величины, управляя:

– электроприводом запорно-регулирующего (КЗР) или трехходового клапана (при этом ПИД-регулятор должен иметь два односторонних дискретных выхода – э/м реле, транзисторные оптопары, симисторные оптопары, выходы для управления внешним твердотельным реле);

– задвижкой с аналоговым входом (при этом ПИД-регулятор должен иметь один выход ЦАП 4...20 мА или 0...10 В).

Управление может осуществляться в автоматическом, ручном и дистанционном режимах.

Настройка коэффициентов ПИД-регулятора на объекте осуществляется автоматически (автонастройка).

Терморегулятор ОВЕН ТРМ212 контролирует нахождение регулируемой величины в заданных пределах. Прибор выдает аварийный сигнал в одном из следующих случаев, когда значение измеренной величины:

- 1) выходит за заданный диапазон;
- 2) превышает уставку регулятора на заданную величину;
- 3) меньше уставки регулятора на заданную величину;
- 4) находится в заданном диапазоне;
- 5) аналог. п. 1 с блокировкой 1-го срабатывания;

- 6) аналог. п. 2 с блокировкой 1-го срабатывания;
- 7) аналог. п. 3 с блокировкой 1-го срабатывания;
- 8) превышает заданную величину по абсолютному значению;
- 9) меньше заданной величины по абсолютному значению;
- 10) аналог. п. 8 с блокировкой 1-го срабатывания;
- 11) аналог. п. 9 с блокировкой 1-го срабатывания;

Тип аварийной сигнализации задается пользователем.

При работе с аналоговой задвижкой аварийный сигнал можно подать на второй (свободный) выход прибора, к которому подключается какое-либо сигнальное устройство (лампа, звонок и т.п.).

Выходные устройства прибора ТРМ212

Выходные устройства ТРМ212 могут быть следующих типов:

- э/м реле;
- транзисторная оптопара;
- симисторная оптопара;
- выход для управления внешним твердотельным реле;
- цифроаналоговый преобразователь «параметр – ток 4...20 мА»;
- цифроаналоговый преобразователь «параметр – напряжение 0...10 В».

Два выходных устройства (ВУ) устанавливаются в следующих сочетаниях:

- два однотипных дискретных ВУ (э/м реле, транзисторные или симисторные оптопары, выходы для управления внешним твердотельным реле);

- ВУ1 – аналоговое (ЦАП 4...20 мА или 0...10 В) для управления аналоговой задвижкой, ВУ2 – дискретное для подключения внешней аварийной сигнализации.

Интерфейс RS-485.

В ТРМ212 установлен модуль интерфейса RS-485, организованный по стандартному протоколу ОВЕН.

Интерфейс RS-485 позволяет:

- конфигурировать прибор на ПК (программа-конфигуратор предоставляется бесплатно);

- передавать в сеть текущие значения измеренной величины и выходной мощности регулятора, а также любых программируемых параметров.

### 6.1.2 Контроллер приточной вентиляции Овен ТРМ1033

Контроллер ОВЕН ТРМ1033 предназначен для регулирования температуры воздуха в помещениях, оборудованных системой приточной вентиляции.

Контроллер отвечает за вентиляцию, а конкретно за открытие форточек и включение вентиляторов.

Во время работы прибор выполняет следующие основные функции:

- производит измерение физических параметров, контролируемых входными первичными преобразователями с учетом нелинейности их НСХ;

- осуществляет цифровую фильтрацию измеренных параметров от промышленных импульсных помех;

- позволяет производить коррекцию измеренных параметров для устранения погрешностей первичных преобразователей;

- осуществляет отображение результатов измерений на встроенном жидкокристаллическом индикаторе (ЖКИ);

- формирует аварийный сигнал при обнаружении неисправности первичных преобразователей с отображением его причины на ЖКИ и выводит его на внешнюю сигнализацию;

- формирует сигналы управления внешними исполнительными механизмами и устройствами в соответствии с заданными пользователем законами и параметрами регулирования;

- осуществляет отображение на встроенном жидкокристаллическом цифровом индикаторе заданных параметров регулирования;

- формирует команды ручного управления исполнительными механизмами и устройствами с клавиатуры прибора;

- осуществляет передачу компьютеру информации о значениях

контролируемых датчиками величин и установленных рабочих параметрах, а также принимает от него данные на изменение этих параметров;

- производит сохранение заданных программируемых параметров в энергонезависимой памяти при отключении напряжения питания;

- позволяет производить конфигурирование функциональной схемы и установку программируемых рабочих параметров с помощью встроенной клавиатуры управления, а также специализированной программы на ПК [17].

Данный контроллер показан на рисунке 28.



Рисунок 28 – Внешний вид ТРМ1033

### **Основные функции ТРМ1033:**

- помехоустойчивость благодаря импульсному источнику питания 90...245 В частотой 47...63 Гц;

- управление калорифером для нагрева приточного воздуха;

- сообщения об авариях;

- автонастройка ПИД-регуляторов;

- автоматический выбор режимов работы (поддержание температуры приточного воздуха, защита от замерзания, день/ночь и др.);

- интерфейс RS-485;

- конфигурирование прибора с ПК или с клавиатуры на передней панели.

Функциональная схема показана на рисунке 29.

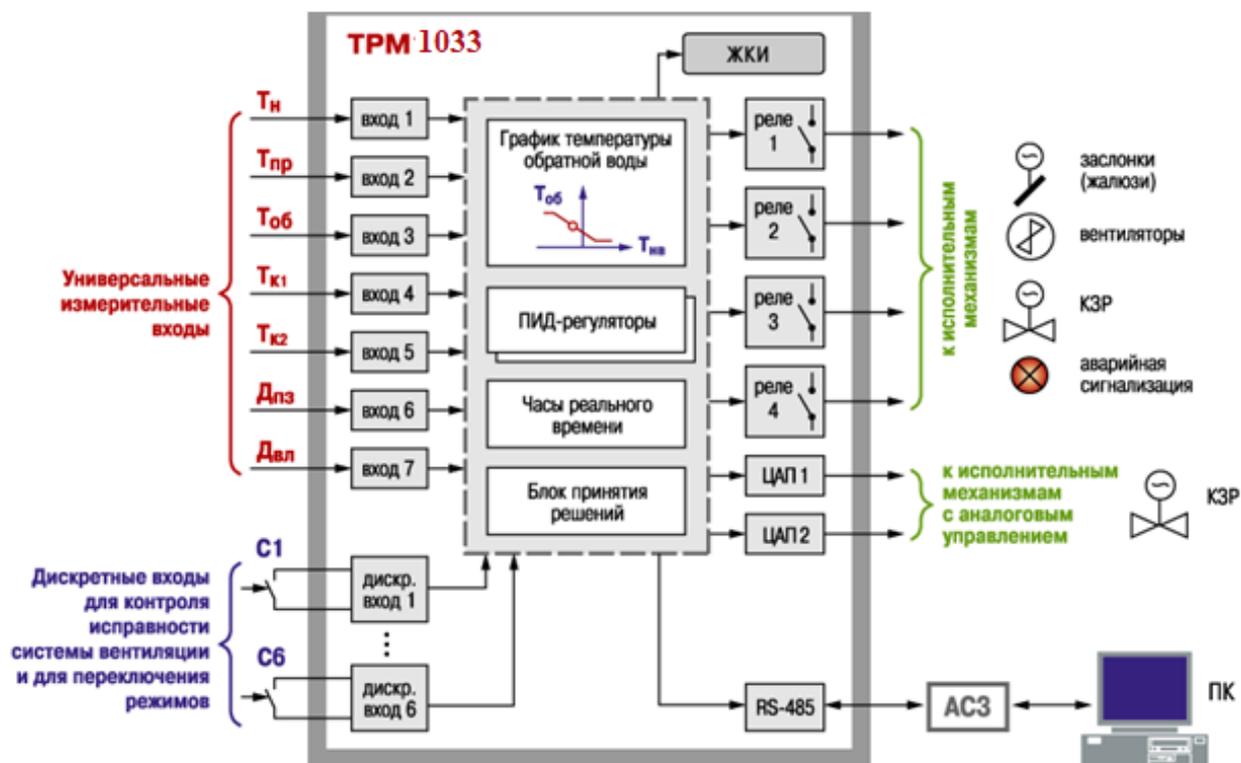


Рисунок 29 – Функциональная схема TRM1033

6 дискретных входов TRM1033 предназначены для подключения следующих датчиков:

C1 – коммутирующее устройство (таймер, тумблер и т.п.) для дистанционного перевода системы в дежурный режим;

C2 – датчик контроля исправности приточного вентилятора по потоку воздуха;

C3 – датчик контроля засорения фильтра приточного (вытяжного) вентилятора;

C4 – датчик перевода системы в режим защиты калорифера от замерзания;

C5 – датчик пожарной сигнализации;

C6 – датчик контроля исправности вытяжного вентилятора.

TRM1033 осуществляет автоматический выбор режимов работы системы приточной вентиляции:

- поддержание температуры приточного воздуха (ПИД-регулирование);
- защита системы от превышения температуры обратной воды

по графику;

Контроллер ОВЕН ТРМ1033 имеет 7 универсальных входов, к которым можно подключать датчики различных типов:

- термосопротивления ТСП 50П, 100П (Pt100), 500П, 1000П (Pt1000), ТСМ 50М, 100М, ТСН 100Н, 1000Н;
- термопары ТХК(L), ТХА(K);
- датчики с унифицированным выходным сигналом тока 0...5 мА, 0(4)...20 мА или напряжения 0...1 В;
- датчики положения задвижки (резистивные или токовые).

В нашем случае подключаем термопреобразователь Овен ДТС 034-50М.С3.20/10.

Универсальные входы используются для измерения:

$T_n$  – температуры наружного воздуха;

$T_{пр}$  – температуры приточного воздуха;

$T_{об}$  – температуры обратной воды в контуре теплоносителя;

$T_{к1}$  – комнатной температуры;

$T_{к2}$  – комнатной температуры во второй точке (или для подключения задатчика комнатной температуры);

Дпз – положения задвижки;

Двл – влажности (вход со встроенным шунтирующим резистором 100 Ом для прямого подключения датчика с токовым выходом).

Технические характеристики представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Характеристики ТРМ1033

Наименование	Показатель
Диапазон переменного напряжения питания, В	94...264 (номинальное 120...230 В при частоте 47...63 Гц)
Потребляемая мощность, ВА	17
Выходное напряжение встроенного источника питания постоянного тока, В	$24 \pm 3$
Ток нагрузки встроенного источника питания, мА	Не более 100
Количество каналов измерения	7

Наименование	Показатель
Количество дискретных входов	6
Время опроса одного канала, с	Не более 0,5 с
Количество выходных устройств	4 реле2ЦАП
Интерфейс связи с компьютером	RS-485
Скорость передачи данных, бит/сек	9600, 14400, 19200, 38400, 57600, 115200
Тип корпуса	Для крепления на DIN-рейку (35 мм)
Габаритные размеры прибора, мм	123 × 90 × 58
Степень защиты корпуса (со стороны лицевой панели)	IP20
Масса прибора, кг	0,6
Средний срок службы	8 лет

### 6.2 Клапан запорно-регулирующий 25ч945п

Клапан КЗР (запорно-регулирующий) 25ч945п предназначен для использования на центральных и индивидуальных тепловых пунктах (ЦТП и ИТП), в системах горячего водоснабжения, системах приточной вентиляции тепличных хозяйств и в других областях народного хозяйства. Является регулирующим и запорным исполнительным устройством, предназначенным для автоматического регулирования расхода неагрессивных к материалам деталей клапана сред, а также для полного перекрытия потока в системах теплоснабжения, горячего и холодного водоснабжения, вентиляции и других технологических системах. КЗР 25ч945п управляется электронными контроллерами (ПИД-регуляторами).

Регулирование потока рабочей среды осуществляется путем перемещения плунжера относительно седла и изменения тем самым пропускной способности клапана по сигналу, поступающему на ЭИМ. Усилие, развиваемое ЭИМ, передается на плунжер, который перемещается вверх и вниз, изменяя площадь открытого проходного отверстия седла. Герметичность клапана относительно внешней среды обеспечивается прокладкой и сальниковым уплотнением. Внешний вид данного клапана изображен на рисунке 30.



Рисунок 30 – Внешний вид КЗР 25ч945п

Технические характеристики:

- температура окружающей среды –от 5 °С до 50 °С;
- относительная влажность воздуха –от 30 до 80% при температуре 35 °С;
- условное давление,  $P_u$  –1,6 Мпа;
- регулируемая среда –жидкие и газообразные среды, неагрессивных к материалам деталей клапана;
- температура регулируемой среды –до 150 °С;
- класс герметичности – А (нет видимых протечек) ГОСТ 9544;
- пропускная характеристика – линейная.

Клапан КЗР 25ч945п устанавливается в любом положении. В месте, удобном для проведения обслуживания и ревизии. При наклонном расположении клапана под ЭИМ следует установить опоры.

Преимущества клапанов КЗР:

- обеспечение точного регулирования в системе;
- совмещение запорной и регулирующей функций;
- применение простой и надежной конструкции узла затвора;
- применение сальникового узла, не требующего сервисного обслуживания;

– ремонтпригодность, возможность послегарантийного обслуживания.

Материал основных деталей клапана:

- корпус клапана – серый чугун СЧ20 ГОСТ 1412;
- плунжер – нержавеющая сталь 40Х13 ГОСТ 5949;
- уплотнение на плунжере – Фторопласт Ф4 К15М5;
- седло – латунь ЛС59 ГОСТ 5527 [18].

Уплотнение сальникового узла – фторкаучук ГОСТ 9833 (6 группа резины)

### **6.3 Исполнительный механизм однооборотный МЭО-40/160-0,63 У01 У2**

Электрический исполнительный однооборотный механизм, МЭО-40/160-0,63 У01 У2 предназначен для перемещения регулирующих органов в системах автоматического регулирования технологическими процессами в соответствии с командными сигналами автоматических регулирующих и управляющих устройств. Механизм исполнительный МЭО-40/160-0,63 У01 У2 перемещает рабочие органы неполноповоротного принципа действия. Принцип работы электрического исполнительного механизма МЭО-40/160-0,63 У01 У2 заключается в преобразовании электрического сигнала, поступающего от регулирующего или управляющего устройства во вращательное перемещение выходного вала. Исполнительные механизмы МЭО-40/160-0,63 У01 У2 устанавливаются вблизи регулирующих устройств и связываются с ним посредством тяг и рычагов. Исполнительный механизм МЭО-40/160-0,63 У01 У2 изготавливаются с датчиком обратной связи (блоком сигнализации положения выходного вала) для работы в системах автоматического регулирования или без датчиков обратной связи – с блоком конечных выключателей для режима ручного управления [19].

В нашей системе автоматического управления данное устройство необходимо для автоматического открывания фрамуг (форточек).

Основные характеристики исполнительного механизма приведены в таблице 11

Таблица 11 – Характеристики МЭО-40/160-0,63 У01 У2

Наименование	Показатель
Номинальное время полного хода выходного вала, с	160
Номинальный крутящий момент на выходном валу, Н м	40
Номинальное значение полного хода выходного вала, об	0,63
Тип блока сигнализации положения выходного вала	С токовым датчиком
Электропитание	220, 230, 240 В (50 Гц)
Климатическое исполнение	У2
Потребляемая мощность	43 Вт
Тип электродвигателя	ДСОР 68-0,25-150
Степень защиты	IP 154
Габаритные размеры	230x200x185

Внешний вид МЭО изображен на рисунке 31.



Рисунок 31 – Внешний вид МЭО-40/160-0,63 У01 У2

#### 6.4 Тепловычислитель СПТ 961

Тепловычислители предназначены для измерения электрических сигналов, соответствующих параметрам теплоносителя, с последующим расчетом тепловой энергии и количества теплоносителя. Тепловычислители рассчитаны на применение в составе теплосчетчиков для водяных и паровых систем теплоснабжения и иных измерительных систем, где в качестве теплоносителя используются вода, конденсат, перегретый пар либо сухой или влажный насыщенный пар. Возможно применение в системах, где теплоносителем является жидкость, отличная от воды, с известными значениями плотности, энтальпии и вязкости в некотором заданном диапазоне температур.

В качестве датчиков параметров теплоносителя с тепловычислителями

применяются:

- преобразователи объемного и массового расхода с выходным сигналом тока 0-5, 0-20, 4-20 мА;
- преобразователи объемного и массового расхода с частотным выходным сигналом с максимальной частотой до 5 кГц;
- счетчики объема и массы с числоимпульсным выходным сигналом частотой до 5 кГц;
- преобразователи перепада давления на стандартных и специальных диафрагмах, сужающих устройствах с переменным сечением проходного отверстия, соплах ИСА1932, трубах Вентури и напорных устройствах с выходным сигналом тока 0-5, 0-20, 4-20 мА;
- термопреобразователи сопротивления Pt100, Pt50, 100П, 50П, 100М, 50М;
- преобразователи температуры с выходным сигналом тока 0-5, 0-20, 4-20 мА;
- преобразователи давления (абсолютного, избыточного, атмосферного) с выходным сигналом тока 0-5, 0-20, 4-20 мА.

Приборы рассчитаны на работу с входными сигналами тока, сопротивления, числоимпульсными и частотными сигналами. Количество входных цепей, рассчитанных для подключения сигналов тока 0-5, 0-20 и 4-20 мА, – восемь. Входные цепи не имеют жесткого функционального соответствия измеряемым параметрам – любую из них можно привязать к любому датчику с выходным сигналом тока. Кроме того, каждый токовый вход может быть настроен на обработку дискретного сигнала, формируемого датчиком события. К приборам может быть подключено четыре числоимпульсных или частотных сигнала. Они формируются изменением состояния "замкнуто/разомкнуто" выходной цепи датчика либо дискретным изменением его выходного напряжения. Длительность импульса должна быть не менее 100 мкс, частота следования – до 5000 Гц, амплитуда импульсов напряжения – 5...12 В. Любой из импульсных входов прибора можно функционально привязать к любому

датчику с выходным числоимпульсным или частотным сигналом. Каждый вход приборов, предназначенный для подключения токовых, числоимпульсных и частотных сигналов, может быть настроен на обработку дискретного сигнала, формируемого датчиком события.

Количество сигналов сопротивления, подключаемых к приборам, – четыре. Термометры сопротивления подключаются по четырехпроводной схеме; любой из них может быть привязан к любой входной цепи сопротивления. Приборы имеют вход для подключения дискретных сигналов датчиков сигнализации различного назначения и выход, на котором формируется дискретный сигнал при возникновении нештатных ситуаций. Источником тока во входной и выходной цепях служит внешнее устройство; сила тока в цепи должна быть не более 20 мА, напряжение – не более 24 В.

Количество обслуживаемых тепловычислителем трубопроводов ограничивается возможностью подключения необходимого числа датчиков. На логическом уровне можно описать до 12 трубопроводов. Тепловычислитель позволяет вычислять параметры энергопотребления в системах теплоснабжения произвольной конфигурации: параметры по потребителю (магистрالی); можно указать до 6 потребителей [20].

В составе теплосчетчиков тепловычислители обеспечивают:

- измерение температуры, давления, перепада давления, расхода и объема теплоносителя, измерение температуры и давления холодной воды, барометрического давления, температуры окружающей среды путем преобразования электрических сигналов, поступающих от соответствующих датчиков;

- вычисление массового расхода, массы теплоносителя и тепловой энергии по результатам измерений вышеперечисленных величин.

Тепловычислители позволяют учитывать:

- массу и объем транспортируемого теплоносителя по каждому трубопроводу нарастающим итогом, а также за каждый час, сутки, месяц;

- массу теплоносителя, израсходованного на горячее водоснабжение или

на подпитку нарастающим итогом, а также за каждый час, сутки, месяц;

- тепловую энергию, израсходованную в системе теплоснабжения (отпущенную в систему теплоснабжения) нарастающим итогом, а также за каждый час, сутки, месяц;

- среднечасовые, среднесуточные и среднемесячные расход (перепад давления), температуру и давление в трубопроводах, температуру и давление холодной воды, температуры наружного воздуха, барометрическое давление, а также соответствующие средние значения параметров, измеряемых дополнительными датчиками;

Тепловычислители дополнительно обеспечивают:

- ведение календаря, времени суток и учет времени работы;
- защиту данных от несанкционированного изменения;
- архивирование сообщений об изменениях настроечных параметров в процессе эксплуатации;
- архивирование сообщений о времени перерывов питания;
- самодиагностику с ведением архивов сообщений о нештатных ситуациях;
- сохранение значений параметров при перерывах питания.

Тепловычислители обеспечивают обмен данными с внешними устройствами по интерфейсам:

- последовательному RS232C;
- оптическому IEC1107;
- последовательному RS485 для моделей 961.1 и 961.2;
- последовательному RS485 (второму) для модели 961.2.

Вычисление массового расхода при применении датчиков объемного расхода выполняется по формуле 6.1.

$$G = 10^{-3} \cdot A \cdot \{1 + \beta_1 \cdot (T - 20)\}^2 \cdot Q \cdot \rho \quad (6.1)$$

где,

G – массовый расход, т/ч;

$A$  – поправочный коэффициент расхода;  $A = (0,8...1,2)$ ;

$\beta_T$  – коэффициент температурного расширения материала измерительного участка трубопровода,  $1/^\circ\text{C}$ ;

$T$  – температура теплоносителя,  $^\circ\text{C}$ ;

$Q$  – объемный расход,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$\rho$  – плотность,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ; вычисляется по МИ2412-97 и МИ2451-98.

Эксплуатационные показатели представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Эксплуатационные показатели СПТ 961

Показатель	Наименование
Габаритные размеры, мм	244×220×70
Масса, кг	не более 2
Электропитание	220 В $\pm$ 30 %, (50 $\pm$ 1) Гц
Потребляемая мощность, ВА	7 ВА.
Температура, $^\circ\text{C}$	От (-10) до 50
Относительная влажность, $^\circ\text{C}$	95 % при 35
Синусоидальной вибрация	Амплитуда 0,35 мм, частота 5-35 Гц.
Степень защиты от пыли и воды	IP54 по ГОСТ14254-96.
Средняя наработка на отказ	75000 ч.
Средний срок службы	12 лет

## 6.5 Блок управления БУ 21

Назначение БУ-21 Блок управления:

– для ручного переключения управления нагрузкой релейного регулирующего блока с автоматического "А" на ручное "Р" или внешнее "В" положение

– для коммутации цепей ручного управления.

Функциональные особенности БУ-21:

– переключение вида управления цепями нагрузки релейного регулятора с автоматического на ручное, либо от внешних приборов, фиксируемое с помощью галетного переключателя;

– ручное управление с помощью кнопочного переключателя "Больше" - "Меньше" с самовозвратом;

– электрическая блокировка от одновременного включения

переключателей "Больше" / "Меньше";

– световая сигнализация напряжения постоянного или переменного тока величиной до 35 В осуществляется двумя светодиодами с кнопкой индикации «И»;

– подключение через штепсельный разъем.

Краткие технические характеристики БУ-21:

– допустимые электрические нагрузки переключателя управления и кнопочного переключателя в пределах: напряжение от 20 до 300 В; ток от 0,033 до 0,6 А;

– разрывная мощность до 25 ВА;

– сопротивление изоляции электрических цепей относительно шасси блока при нормальных условиях не менее 40 Мом;

– габаритные размеры: 60х60х165(206) мм;

– вес: не более 0,5 кг.

Условия эксплуатации БУ-21:

– рабочая температура воздуха при эксплуатации - от +5 до +50;

– верхнее значение относительной влажности воздуха 80% при 35 град С и более низких температурах без конденсации влаги;

– атмосферное давление от 84 до 10 кПа;

– взрывоопасные и агрессивные компоненты в окружающем воздухе должны отсутствовать;

– монтаж щитовой, утопленный [21].

Блок управления показан на рисунке 32.



Рисунок 32 – Внешний вид БУ 32

## 6.6 Термопреобразователь Овен ДТС 015-50П.А4.60

Термопреобразователь (датчик температуры) предназначен для непрерывного измерения температуры различных рабочих сред (например, пар, газ, вода, сыпучие материалы, химические реагенты и т.п.), не агрессивных к материалу корпуса датчика. Внешний вид термопреобразователя показан на рисунке 33 [22].



Рисунок 33 – Термопреобразователь ОВЕН ДТС015-50П.А4.60

Ниже, в таблице 13, указаны характеристики данного датчика.

Таблица 13 – Характеристики платинового термопреобразователя

Наименование	Показатель
Диаметр датчика, мм	8
Длина монтажной части, мм	60
Номинальная статическая характеристика, П	50
Рабочий диапазон измеряемых температур, °С	-50...+500
Класс допуска	А
Условное давление, МПа	10
Величина рабочего тока, мА	Не более 5
Показатель тепловой инерции, с	Не более 10...30
Сопротивление изоляции, МОм	Не менее 100
Материал защитной арматуры	Сталь 12Х18Н10Т
Схема внутренних соединений проводников	четырёхпроводная

## 6.7 Термопреобразователь Овен ДТС 034-50М.С3.60

Данный датчик необходим для измерения температуры в теплице. В системе управления микроклиматом в зимний период времени и в летний. Внешний вид термопреобразователя показан на рисунке 34 [23].



Рисунок 34 – Термопреобразователь Овен ДТС 034-50М.С3.60

Ниже, в таблице 14, указаны характеристики данного датчика.

Таблица 14 – Характеристики термопреобразователя

Наименование	Показатель
Диаметр датчика, мм	8
Длина монтажной части, мм	60
Номинальная статическая характеристика, П	50
Рабочий диапазон измеряемых температур, °С	-50...+500
Класс допуска	С
Условное давление, МПа	10
Величина рабочего тока, мА	Не более 5
Показатель тепловой инерции, с	Не более 10...30
Сопротивление изоляции, МОм	Не менее 100
Материал защитной арматуры	сталь 12Х18Н10Т
Схема внутренних соединений проводников	трёхпроводная

### 6.8 Преобразователь расхода электромагнитный Метран 370

Расходомеры электромагнитные Метран-370 предназначены для измерений объемного расхода электропроводных жидкостей, пульп, эмульсий и т.п. Внешний вид расходомера показан на рисунке 35.



Рисунок 35 – Расходомер электромагнитный Метран-370

Расходомеры электромагнитные Метран-370 предназначены для

измерений объемного расхода электропроводных жидкостей, пульп, эмульсий и т.п. Представляют собой российский аналог расходомеров электромагнитных серии Rosemount 8700.

Используются в системах автоматического контроля и управления технологическими процессами в энергетической, металлургической, химической, пищевой, бумажной и других отраслях промышленности, а также в системах коммерческого учета жидкостей.

Основные преимущества:

- измерение расхода агрессивных сред;
- применение на питьевой воде;
- высокая точность измерений;
- отсутствие движущихся частей и потерь давления.

Беспроводные решения Smart Wireless - простой, быстрый и экономичный способ организовать доступ к конфигурированию и результатам диагностики расходомера при помощи беспроводной передачи данных.

Основные параметры:

- измеряемые среды: жидкости с электропроводностью не менее 5 мкСм/см;
- условный проход Ду (DN) от 15 до 200;
- пределы основной относительной погрешности измерения расхода  $\pm 0,5\%$ ;
- давление измеряемой среды: - до 4,0 МПа; - до 2,5 МПа (Ду 150, 200);
- выходные сигналы: 4-20 мА с HART-протоколом, частотно-импульсный;
- интегральный или удаленный (до 300 м) монтаж преобразователя;
- наличие взрывозащищенного исполнения;
- прямые участки: до расходомера 5Ду, после 2Ду [24].

## **6.9 Автоматический преобразователь интерфейсов USB/RS-485 Овен АС 4**

Это обеспечивает простую автоматическую установку драйверов COM-

порта на операционные системы Windows 7/8/8.1/10 и расширяет перечень поддерживаемых операционных систем.

Преобразователя интерфейсов ОВЕН АС4 Предназначен для взаимного преобразования сигналов интерфейсов USB и RS-485. Позволяет подключать к промышленной информационной сети RS-485 персональный компьютер, имеющий USB-порт. Внешний вид данного преобразователя изображен на рисунке 36.



Рисунок 36 – Преобразователя интерфейсов ОВЕН АС4

Основные функции:

- взаимное преобразование сигналов интерфейсов RS-485 и USB;
- автоматическое определение направления передачи данных;
- гальваническая изоляция интерфейсов;
- создание виртуального ком-порта при подключении прибора к ПК, что позволяет без дополнительной адаптации использовать информационные системы (SCADA, конфигураторы), работающие с аппаратным COM-портом;
- питание от шины usb;
- встроенные согласующие резисторы.

Поддерживаемые операционные системы:

- Windows XP/Server 2003/Vista/7/8/8.1/10;
- Mac OS X;
- Linux 2.6.x/3.x.x;

В таблице 15 отображены технические характеристики преобразователя интерфейсов [25].

Таблица 15 – Технические характеристики преобразователя интерфейсов ОВЕН АС4

Наименование	Показатель
Входное напряжение питания DC, В	4,75...5,25
Класс защиты по ГОСТ 12.2.007.0-75	III
Потребляемая мощность, Вт	0,5
Электрическая прочность изоляции, В	1500
Интерфейс USB:	
Стандарт	USB 2.0
Разъем	Тип B
Интерфейс RS-485:	
Максимальная скорость передачи данных, бит/с	115200
Максимальная длина линии связи, м	1200
Корпус:	
Габаритные размеры, мм	36×93×57
Степень защиты	IP20
Масса, г	65

### 6.10 Вентилятор YWF4T-250

Вентиляторы YWF4T оснащаются высокоэффективным двигателем с внешним ротором, который идеально балансирует потребление энергии и производительность. Серповидные лопасти сбалансированы в двух плоскостях, это позволяет понизить уровень шумов. Вентилятор YWF4T имеет стандартное направление вращения лопастей – против часовой стрелки, если смотреть со стороны ротора, сторона всасывания.

Вентиляторы серии YWF4T просты и удобны при установке, в частности в стеновой проем или на несущую конструкцию. Вентиляторы применимы как для отвода тепла, так и для обдува различного оборудования. На рисунке 37 изображен внешний вид данного вентилятора.



Рисунок 37 – Вентилятор YWF4T-250

В таблице 16 приведены основные характеристики.

Таблица 16 – Характеристики вентилятора YWF4T-250

Наименование	Показатель
Напряжение, В	380
Мощность, кВт	0,06
Ток, А	0,13
Скорость вращения, об/мин	1350
Масса, кг	2,7
Шум, дБа	50
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч	1000

Преимущества:

- лопасти произведены из углеродистой стали и покрыты лакокрасочным покрытием;
- удобен и прост при монтаже;
- срок службы более 30.000 часов непрерывной работы;
- имеют класс защиты IP 44;
- вентилятор оснащен термоконтактом, благодаря которому двигатель защищен от перегрева [26].

### 6.11 Реле напряжения трехфазное DigiTOP VP-380V

Трехфазное реле напряжения VP-380 DigiTOP предназначено для контроля текущих фаз в сети 380В и защиты 3-фазных нагрузок от перекоса напряжений по фазам (асимметрия, допуски расхождения напряжений по фазам устанавливает пользователь), пропадания одной или нескольких фаз или нуля, от неправильного чередования фаз (а, в, с). Одновременно отображает значения действующих напряжений на всех трех фазах. Трехфазное реле напряжения VP-

380V управляет внешним четырехполюсным контактором любой мощности через собственное исполнительное реле, который производит защитное отключение трехфазной нагрузки или всей сети здания. Внешний вид данного реле показан на рисунке 38 [27].



Рисунок 38 – Реле напряжения трехфазное DigiTOP VP-380V

В таблице 17 приведены основные характеристики.

Таблица 17 – Характеристики реле напряжения

Наименование	Показатель
Максимальный ток активной нагрузки, А	6
Максимальная мощность нагрузки, Вт	1200
Рабочее напряжение прибора, В	380, линейное ~50-400, 50 Гц
Верхний предел отключения, В	210-270
Габаритные размеры, мм	90x53x64
Вес, кг	0,140
Степень защитного исполнения	IP20

Достоинства:

- высокое качество;
- три отдельных цифровых индикатора;
- может применяться с нагрузкой любой мощности;
- малые габариты и большая функциональность;
- функция отключения чередования фаз;
- настройка параметров через цифровое меню;
- простота настройки и эксплуатации;
- возможность настройки вольтметров пользователем через меню прибора.

## 7 ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОДСИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Оборудование, которое описано выше, будет в совокупности обеспечивать оптимальное для растений, управление параметрами микроклимата, а именно обеспечение вентиляции – летом, обогрева – зимой.

### 7.1 Подсистема обогрева

Данная подсистема работает только, в холодное время года, суток.

В качестве контроллера мы выбрали ПИД-регулятор ТРМ 212 фирмы «Овен», данный регулятор мы выбрали из тех соображений, что всего функционала будет достаточно, тем более данный регулятор предназначен именно для управления задвижками.

Клапан, который несет на себе полностью всю ответственность за обогрев теплицы, подобран КЗР 25ч945п. При выборе клапана, мы ориентировались на клапаны с номинальным диаметром 32 мм., так как трубы были подобраны именно этого диаметра.

Еще одним, не мало важным, элементом данной подсистемы, являются датчики температуры. Подобран датчик термопреобразователь ОВЕН ДТС 034-50М.С3.20/10. Данный преобразователь был выбран, потому что, измеряемая температура -50- 150<sup>0</sup>С, допустимые отклонения 0.3<sup>0</sup>С.

Для управления в ручном и автоматическом режиме был подобран блок управления БУ 21. Выбор между БРУ со встроенным миллиамперметром и БУ 21, стоимость БУ 21 гораздо меньше. Для отслеживания положения задвижки, ввели дополнительный миллиамперметр М42301. Даже с дополнительным миллиамперметром стоимость БУ 21 ниже БРУ.

Работа системы заключается в том, что в зависимости от температуры в теплице, контроллер подает сигнал на КЗР, и регулирует положение задвижки. Что в свою очередь, регулирует количество тепла.

### 7.2 Подсистема вентиляции

Данная подсистема работает в теплый период времени, суток. В качестве регулятора подобран контроллер приточной вентиляции ТРМ 1033 фирмы «Овен». Количество входов, ориентировано на то, что система возможно будет усовершенствоваться и на будущее мы подобрали ТРМ с максимальным количеством входов. Так как возможно будут подключаться дополнительные датчики влажности, температуры. Выбрали два отдельных контроллера, потому, что эти две подсистемы самостоятельны, они работают в разное время года, и при дальнейшей эксплуатации, что бы, не возникало проблем в обслуживании. Например, если летом работает подсистема с ТРМ 1033, можно провести ремонт или проверку, обслуживание ТРМ 212.

Контроллер ТРМ 1033 в данной подсистеме, в зависимости от температуры в теплице, которая измеряется термопреобразователем ОВЕН ДТС 014-50М.С3.20/10, управляет открытием форточек (фрамугами), с помощью однооборотных электрических исполнительных механизмов МЭО-40/160-0,63 У-01 У2. МЭО мы выбрали из тех соображений, что данные устройства надежны при длительной эксплуатации, стоимость приемлемая. Принципиальная электрическая схема представлена на рисунке 39.

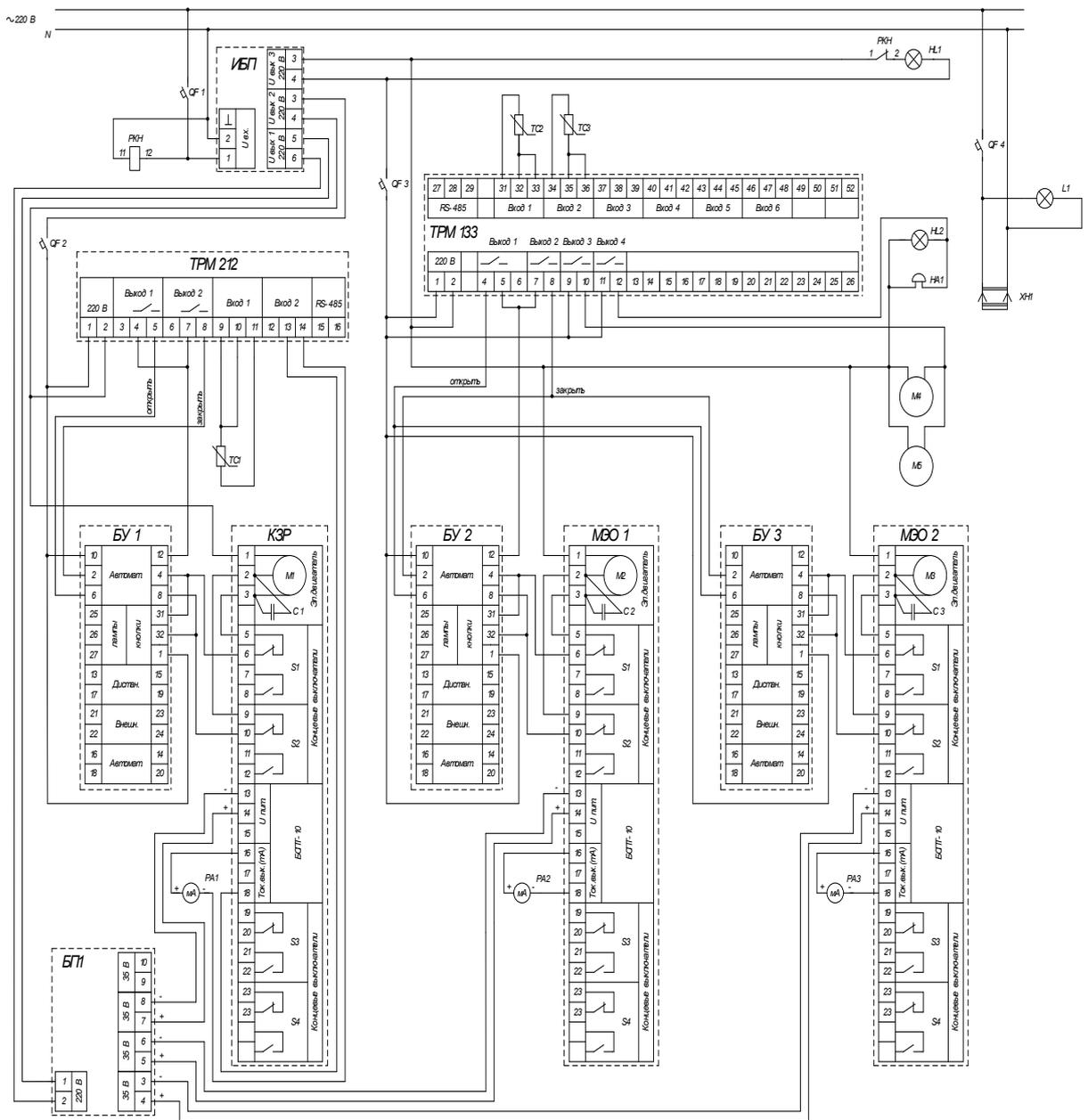


Рисунок 39 – Схема электрическая принципиальная регуляторов

### 7.3 Подсистема учета тепловой энергии

Данная система была спроектирована для того, чтобы учитывать потраченную тепловую энергию для обогрева теплицы. В качестве счетчика подобран СПТ 961, он работает с различными датчиками и расходомерами, датчиками объёма. В нашем случае у нас измеряется температура на входе в теплицу и на выходе, и того два термопреобразователя ОВЕН ДТС015-50П.А4.60, и два соответственно преобразователя расхода электромагнитных.

Принципиальная схема представлена на рисунке 40.

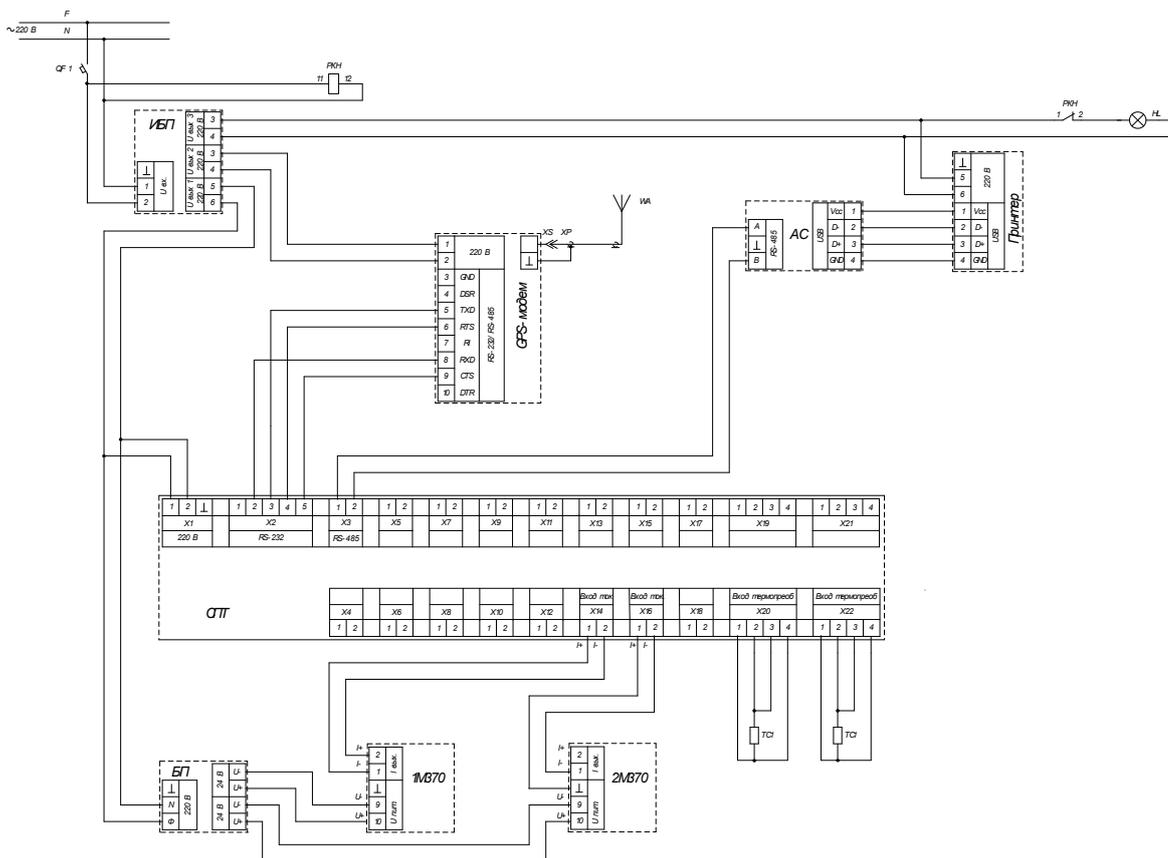


Рисунок 40 – Схема электрическая принципиальная теплосчётчика

Метран-370-025-Ф-Ф4-03Х-С20-40-32Е-И-А-1. В дальнейшем при эксплуатации для совершенствования данной подсистемы можно через GSM/GPRS модем ОБЕН ПМ01-220.АВ отправлять данные, например, агроному, который будет заниматься мониторингом и расчетом себестоимости.

## 8 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

Система теплоснабжения промышленной теплицы включает в себя большое количество электрооборудования и запорной арматуры. Очень важно поддерживать оборудование в исправном состоянии, соблюдать технику безопасности и проводить регулярный инструктаж. Несоблюдение правил безопасности может привести к чрезвычайным ситуациям.

### 8.1 Безопасность

В данном пункте указаны меры безопасности на промышленной теплице при эксплуатации электрооборудования, запорных клапанов и системы теплоснабжения.

#### 8.1.1 Меры безопасности при эксплуатации электрооборудования

Ответственность за соблюдение оборудования в исправном состоянии несет ответственный по охране труда. Как правило, ответственным за охрану труда назначается работодатель, либо другой уполномоченный руководителем организации работник.

Оборудование, которое мы будем использовать для нашей системы теплоснабжения, от компании ОВЕН является более надежным и безопасным.

Электроснабжение оборудования теплицы выполняется по II категории надежности от внутриплощадочной трансформаторной подстанции кабельными линиями, прокладываемыми по лоткам.

Питание электроприемников теплицы выполняется сетью с системой заземления TN-C-S. Разделение нулевых PEN-проводников питающих линий на нулевые рабочие N- и защитные PE-проводники выполняется на главном распределительном щите ГРЩ.

Общая нагрузка электроприемников блока теплицы  $P=385,5$  кВт.

Эксплуатация оборудования производится в соответствии с инструкциями, правилами и нормами безопасности, требованиями охраны труда и другими документами.

Электрическое оборудование системы теплоснабжения своевременно проходит техническое плановое обслуживание, ремонт, профилактические испытания и другие виды обслуживания, обеспечивающие его исправную работу.

К работе на электрическом оборудовании допускаются лица, имеющие необходимую группу электробезопасности, прошедшие медосмотр и не имеющие противопоказаний по состоянию здоровья, прошедшие инструктаж по правилам эксплуатации и технике безопасности.

Для обеспечения электробезопасности нашей автоматизированной системы теплоснабжения применяются следующие технические способы и средства: изоляция токоведущих частей; оградительные устройства; блокировка, знаки безопасности; расположение на безопасной высоте; малое напряжение; защитное заземление, зануление и защитное отключение; электрическое разделение сетей; средства защиты и предохранительные приспособления.

Состояние изоляции проверяется перед вводом модернизированной электроустановки в эксплуатацию, после ее ремонта, а также после длительного ее пребывания в нерабочем положении. Кроме того, проводится профилактический контроль изоляции с помощью специальных приборов: омметров и мегомметров.

Для приборов, у которых токоведущие части не имеют конструкционного укрытия и доступны прикосновению, используют соответствующие защитные ограждения.

Блокировки используют на предприятии для исключения опасности прикосновения или приближения к токоведущим частям в то время, когда они находятся под напряжением. Принципы блокировки заключаются в следующем:

а) при открывании ограждения электрооборудования происходит автоматическое отключение данного устройств от источника тока;

б) открывание ограждения электрооборудования становится возможным только после предварительного отключения данного устройства от источника тока.

Чтобы уменьшить опасность поражения электрическим током и снизить значение тока, проходящего через тело человека, до безопасной величины, корпус токоприемника заземлен, в результате которого создается цепь, шунтирующая тело человека и обеспечивающая для токозамыкания путь с малым сопротивлением. При этом большая часть тока замкнувшейся фазы течет через заземляющее устройство, минуя тело человека.

Перед работой с данной системой теплоснабжения обязательно должны проводиться инструктажи по охране труда и технике безопасности для всего электротехнического и неэлектротехнического персонала, кроме того, для всех работников должны быть разработаны соответствующие инструкции.

Персонал, работающий с электрическим оборудованием теплоснабжения, должен быть обеспечен средствами электрозащиты и спецодеждой, а сами электрические установки – укомплектованы средствами защиты и всем необходимым для пожаротушения [28].

Проверку соблюдения данных требований предприятиями проводят органы энергонадзора, государственной инспекции труда и др.

Меры предупреждения поражения людей электротоком включают ограждение и изоляцию любых частей электрического оборудования и установок, находящихся под напряжением.

Обязательной мерой является заземление или зануление всех металлических конструкций и кабелей системы теплоснабжения, а также использование средств индивидуальной и коллективной электрозащиты.

Также к организационным мерам относятся меры по допуску к работе с электричеством и надзору во время работы специалистов на электроустановках.

#### 8.1.2 Меры безопасности при ручном управлении

Так как поддержание необходимой температуры должно обеспечиваться постоянно, то при выходе из строя элементов или оборудования нужно будет

выполнять процесс теплоснабжения вручную. Следовательно, необходимо соблюдать некоторые правила.

В первую очередь, необходимо не забывать про правила при работе с электрооборудованием, указанные выше.

Если в программе произошли сбои, то придется выполнять процесс теплоснабжения вручную. Это выполняется с помощью запорных клапанов.

Запорные клапаны имеет большую степень прочности, надежности и герметичности.

При эксплуатации трубопроводов теплового снабжения должны соблюдаться правила техники безопасности по работе с арматурой.

Правила ТБ по работе с арматурой:

- нельзя применять резкие воздействия на маховик ручной арматуры при ее закрытии — это может привести к его поломке, вмятинам или задирам на уплотнительных поверхностях затвора;

- состояние ручной арматуры должно позволять открывать и закрывать ее одному человеку в результате нормальных усилий: применение дополнительных рычагов для этих целей не допускается;

- следует соблюдать особую осторожность при операциях с арматурой в слабо освещенных и труднодоступных местах;

- если при осмотре элементов арматуры выявлены дефекты, способные вызвать нарушение плотности, следует прекратить операции с арматурой до ее замены;

- все операции с арматурой, имеющей ручное управление, должны выполняться в защитных рукавицах;

- персонал, ведущий продувку засорившегося штуцера, должен находиться на стороне, противоположной выходу дренажа или пара;

- при открытии или закрытии арматуры необходимо находиться в стороне от движущегося или вращающегося шпинделя (штока), так как в этот момент возможно выбивание сальника, а также фланцевых соединений.

Запрещается без производственной необходимости находиться около трубопроводной арматуры и фланцевых соединений, находящихся под давлением. При пуске, отключении, испытаниях оборудования и трубопроводов вблизи них разрешается находиться только персоналу, непосредственно выполняющему эти работы. Запрещается вставать на трубопроводы и ходить по ним.

При повышении давления во время гидравлических испытаний до пробного значения запрещается нахождение на оборудовании обслуживающего персонала. Осматривать сварные швы разрешается только после снижения пробного давления до рабочего.

При опробовании и прогреве трубопроводов пара и воды подтяжку болтов фланцевых соединений следует производить при избыточном давлении не выше 0,5 МПа (5 кгс/см<sup>2</sup>). Для устранения течи через резьбу, соединительные штуцеры контрольно-измерительной аппаратуры необходимо пользоваться гаечными ключами, размер которых соответствует граням подтягиваемых элементов. При этом давление среды в импульсных линиях не должно превышать 0,3 МПа (3 кгс/см<sup>2</sup>). Применение для этих целей других ключей, а также удлиняющих рычагов запрещается. При подтягивании резьбового соединения рабочий должен располагаться с противоположной стороны от возможного выброса струи воды или пара при срыве резьбы.

Грузы рычажных предохранительных клапанов должны быть надежно закреплены, чтобы исключалась возможность их самопроизвольного перемещения. Запрещается заклинивать предохранительные клапаны котлов и трубопроводов или увеличивать нажатие на тарелки клапанов путем увеличения массы груза.

### 8.1.3 Меры безопасности при эксплуатации системы теплоснабжения

Запрещается нагромождать приборы отопления какими-либо предметами или материалами, сушить что-либо на отопительных приборах и трубопроводах.

К отопительным приборам должен быть обеспечен свободный доступ.

Одно из важнейших мероприятий в рамках контроля состояния инженерных систем – обследование тепловых сетей. В процессе эксплуатации на них воздействует множество внешних агрессивных факторов. Ускорить износ может небрежное или нерегулярное техническое обслуживание, некачественные материалы, нарушение технологии монтажа. В результате образуется коррозия, протечки и другие дефекты.

Неудовлетворительное качество работы тепловых сетей негативно отражается на энергоэффективности сооружения. Собственник несет крупные эксплуатационные расходы, которых можно было избежать при корректном и исправном функционировании оборудования.

Периодическое проведение технической экспертизы помогает избежать подобных проблем, а также решает ряд других задач:

- получение данных о фактических объемах используемых энерго-ресурсов;
- анализ уровня износа оборудования, прогнозирование остаточного срока службы;
- поиск дефектов и оценка их влияния на функциональность, работоспособность других элементов сети;
- разработка рекомендаций по ремонтно-восстановительным работам;
- поиск стратегий по улучшению энергоэффективности объекта;
- разработка термограмм для ограждающих и несущих строительных конструкций;
- оценка качества ремонтно-монтажных работ и материалов;
- проверка исправности и функциональности тепловых сетей перед вводом в эксплуатацию;
- определение причин появления дефектов.

Но главная цель экспертизы – предупредить возможные поломки и аварии, обеспечить исправную и долговременную работу системы теплоснабжения.

Предметом анализа становятся все участки теплосети: трубопровод, запорно-регулирующая арматура, приборы учета, теплоизоляция. Обследование начинается с визуального осмотра. Эксперты фиксируют зоны с явными повреждениями, оборудование в аварийном состоянии и отмечают участки, которые требуют более тщательного инструментального контроля.

Для наружной оценки используют два ключевых подхода – без или со снятием изоляции. В первом случае проверяют отсутствие заземлений и протечек, во втором – изучают состояние сварных швов и деформированных деталей, целостность элементов.

#### 8.1.4 Первая помощь при поражении электрическим током

Так как в системе теплоснабжения задействовано большое количество электрооборудования, то при несоблюдении техники безопасности человека может ударить током.

Если такое случится, нужно действовать согласно следующей инструкции:

- обеспечьте свою безопасность. Наденьте сухие перчатки (резиновые, шерстяные, кожаные и т.п.), резиновые сапоги. По возможности отключите источник тока;

- сбросьте с пострадавшего провод сухим токонепроводящим предметом (палка, пластик). Оттащите пострадавшего за одежду не менее чем на 10 метров от места касания проводом земли или от оборудования, находящегося под напряжением;

- вызовите «скорую помощь» (103);

- определите наличие пульса на сонной артерии, реакции зрачков на свет, самостоятельного дыхания;

- при отсутствии признаков жизни проведите сердечно-легочную реанимацию;

- при восстановлении самостоятельного дыхания и сердцебиения придайте пострадавшему устойчивое боковое положение;

– если пострадавший пришел в сознание, укройте и согрейте его. Следите за его состоянием до прибытия медицинского персонала, может наступить повторная остановка сердца.

### 8.1.5 Защита от гидравлических ударов

Чтобы защитить участки теплоснабжения теплицы от гидравлических ударов, мы будем использовать более современные датчики давления.

Датчики давления воды позволяют сохранять напор жидкости в водопроводе на постоянном уровне. Если не использовать такое устройство в трубопроводе, то насос, подающий воду, придется включать и отключать вручную. Это не только не позволит поддерживать давление воды в системе на постоянном уровне, но и может привести к возникновению гидравлических ударов и работе насосного оборудования в холостом режиме.

Таким образом, устанавливая более современный датчик давления воды, мы обеспечим стабильность работы водопровода, а также защитим элементы его оснащения от негативных факторов, таких, например, как гидравлические удары и работа насоса «всухую».

## 8.2 Экологичность

Модернизация системы отопления представляет собой комплекс мероприятий по замене устаревшего или износившегося оборудования систем автономного и централизованного теплоснабжения. Теплоснабжение нашей теплицы играет большую роль на качество и количество урожая в течение всего года. Внедрение данной системы позволит более эффективно использовать тепло, полученное из сети, и распределять его по теплице.

В системе свойств теплообеспечения экологическая безопасность является особым свойством, что обусловлено целым рядом объективных причин. Во-первых, оно проявляется практически на всех этапах жизненного цикла комплекса: при постройке, эксплуатации (использовании, ремонте, модернизации, консервации) и при утилизации. Во-вторых, это свойство реализуется при выполнении абсолютного большинства задач (при производстве, преобразовании, передаче, накоплении и использовании

различных видов энергии и т. д.). В-третьих, это свойство, как ни одно другое, тесно связано с другими свойствами теплоэнергетического комплекса (например, с маневренностью, надежностью, экономичностью, обитаемостью, защищенностью и др.), улучшая или ухудшая их, в конечном итоге – определяя качество теплоэнергетического комплекса, а, следовательно, и эффективность его использования в целом.

Действительно, тепловые и газовые загрязнения, шумы, вибрация, излучения различной природы являются причиной ухудшения среды обитания внутренних помещений промышленной теплицы, изменяющего условия работы обслуживающего персонала и оказывающего существенное влияние на способность людей качественно выполнять свои обязанности. Они же ухудшают экологическую обстановку в районе расположения предприятия и региона в целом.

Весь процесс теплоснабжения на промышленной теплице осуществляется с помощью экологически чистого способа – центрального отопления, т.е. насосы качают воду с теплотрассы. Этот метод теплоснабжения исключает использование печного или котельного отопления. Ни сажи, ни каких-либо других ядовитых выхлопов. Экологически чистый метод отопления и кондиционирования как для окружающей среды, так и для людей, находящихся в помещении.

Охрана окружающей среды является ведущим стимулом предприятия. Эта аксиома уже проявляется в производстве насосов Lowara, а именно:

- в применении негорючего рабочего тела, не содержащего хлора;
- звуко- и теплоизоляции, не содержащих фреонов и хлора;
- питьевой воды в качестве среды - теплоносителя.

Важным моментом является то, что все комплектующие элементы насосной станции для перекачки и распределения тепла не наносят вреда окружающей среде даже при их утилизации.

### **8.3 Чрезвычайные ситуации**

Так как в системе теплоснабжения играет важную роль электрооборудование, то нельзя забывать о возможных чрезвычайных ситуациях. Система теплоснабжения снабжена автоматической системой пожаротушения и системой оповещения. В пункте расписаны данные системы, а также инструкция о порядке действий при пожаре.

### 8.3.1 Автоматическая система пожаротушения

В основном коридоре, особенно на участке с оборудованием теплосети, можно увидеть на потолке небольшие датчики – спринклеры. Они термочувствительны, т. е. реагируют на повышение температуры. Результатом активации спринклеров является автоматический запуск процесса пожаротушения.

Устройства и оборудование, входящие в состав АСПТ со временем совершенствуются, благодаря чему современные спринклерные системы отличаются высокой эффективностью, скоростью срабатывания и надежностью. Что касается принципа действия АСПТ, он не меняется со времени изобретения этого способа водяного пожаротушения.

Схема работы АСПТ проста:

- в ходе пожара повышается температура в помещении;
- датчики реагируют на избыток тепла и разрушаются;
- трубопровод, постоянно заполненный водой под давлением, разгерметизируется;
- автоматически включаются насосы-повысители напора;
- огнетушащее вещество разбрызгивается через все активированные спринклеры-распылители, ликвидируя пожар в помещении.

Поскольку спринклерная система автоматическая и чаще всего связана с другими охранно-пожарными системами здания, одновременно с началом тушения пожара, подается сообщение о ЧС на пульт охраны, включается система оповещения и управления эвакуацией, отключается вентиляция, лифты вызываются на 1-й этаж и блокируются после открывания створок.

### 8.3.2 Систем оповещения и управления эвакуацией

Чтобы эвакуировать людей с промышленной теплицы при возникновении пожара или задымления, будем использовать систему оповещения и управления эвакуацией. В состав СОУЭ входит целый комплекс технических устройств, соединенных в единую систему. Оборудование сертифицировано, имеет широкий диапазон использования, устанавливается на различных промышленных, торговых, развлекательных и жилых объектах. Основными функциями системы являются:

- принимать сигнал от комплексов, обнаруживающих источники возникновения пожара по характерным признакам задымления или росту температуры в помещении;
- информирование ответственных сотрудников, персонала о внештатной ситуации путем световой, звуковой индикации;
- управление движением людей с помощью голосовых команд;
- активация автономного аварийного освещения, необходимого при обесточивании основных источников света;
- передача информации в диспетчерский центр для немедленного реагирования на внештатную ситуацию [29].

### 8.3.3 Требования для исключения возникновения пожара

Соблюдая следующие требования к электротехнической продукции теплоснабжения, персонал сможет избавиться от вероятности возникновения пожара:

- электротехническая продукция не должна быть источником зажигания и должна исключать распространение горения за ее пределы;
- требования пожарной безопасности к электротехнической продукции устанавливаются исходя из ее конструктивных особенностей и области применения. Электротехническая продукция должна применяться в соответствии с технической документацией, определяющей ее безопасную эксплуатацию;
- элементы конструкции, используемые в электротехнической продукции, должны быть стойкими к воздействию пламени, накаливаемых

элементов, электрической дуги, нагреву в контактных соединениях и токопроводящих мостиков;

– электротехническая продукция должна быть стойкой к возникновению и распространению горения при аварийных режимах работы (коротком замыкании, перегрузках);

– степень защиты оболочки электротехнической продукции от распространения горения за пределы оболочки должна определяться областью применения продукции;

– аппараты защиты должны отключать участок электрической цепи от источника электрической энергии при возникновении аварийных режимов работы до возникновения загорания.

#### 8.3.4 Инструкция последовательности действий при пожаре

Заметив пожар или загорание оборудования, необходимо немедленно организовать оповещение об этом всех находящихся в теплице людей, независимо от размеров и места пожара или загорания, равно как и при обнаружении хотя бы малейших признаков горения (дыма, запаха гари) и немедленно вызвать пожарную охрану по телефону «01». Очевидно, что быстрота прибытия пожарной помощи, позволит успешнее ликвидировать пожар и быстрее помочь людям, находящимся в опасности.

Каждый работник теплицы, обнаруживший пожар или его признаки (задымление, запах горения или тления различных материалов, повышение температуры и т.п.) обязан:

– немедленно сообщить об этом по телефону в пожарную часть (при этом необходимо четко назвать адрес учреждения, место возникновения пожара, а также сообщить свою должность, фамилию и номер своего телефона). Следует помнить, что с помощью сотового телефона можно вызвать помощь даже при отсутствии денег на счете или SIM-карты по номеру «112»;

– задействовать систему оповещения людей о пожаре, приступить самому и привлечь других лиц к эвакуации детей из здания в безопасное место согласно плану эвакуации;

- известить о пожаре руководителя образовательного учреждения или заменяющего его работника;

- организовать встречу пожарных подразделений, принять меры по тушению пожара имеющимися в учреждении средствами пожаротушения.

Во избежание травмирования и гибели людей во время эвакуации следует действовать спокойно, без паники. Для предотвращения распространения огня в другие помещения обязательно следует плотно закрывать за собой двери. Вдыхание раскаленного воздуха может привести к параличу дыхательных путей и трагическому исходу. Во избежание ожогов, проходя через горячие помещения, следует защитить открытые части тела одеждой, двигаться пригнувшись или на четвереньках, так как внизу температура воздуха ниже и меньше дыма.

### 8.3.5 Первая помощь при ожогах

На промышленной теплице может произойти авария теплосети, что может привести к ожогам кипятком или паром. К счастью, при таких ожогах последствия не столь плачевны, и обычно тяжесть поражения не превышает I или II степени ожога. Однако и в этих случаях нужно знать, как оказать первую медицинскую помощь, а чего делать нельзя.

Что можно делать:

- необходимо сразу же устранить поражающий фактор (кипяток или пар);
- охладить место поражения с помощью холодной проточной воды;
- закрыть сухой чистой повязкой;
- обеспечить покой.

Что нельзя делать:

- нельзя наносить мази, крема, масло, сметану и т.д. Это может способствовать проникновению инфекции;
- отрывать прилипшую одежду (при сильных ожогах);
- прокалывать пузыри;
- накладывать лед, снег.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе была рассмотрена проблема эффективного распределения тепла в промышленной теплице. Также была рассмотрена структурная схема капельного орошения и дозирования удобрений. Изучены особенности выращивания культурных растений.

Подобрано современное оборудование от компании Овен для системы теплоснабжения. Построена структурная подсистема управления и принципиальная электрическая схема подключения оборудования.

В дальнейшем данная работа может быть полезна для реализации реального проекта.

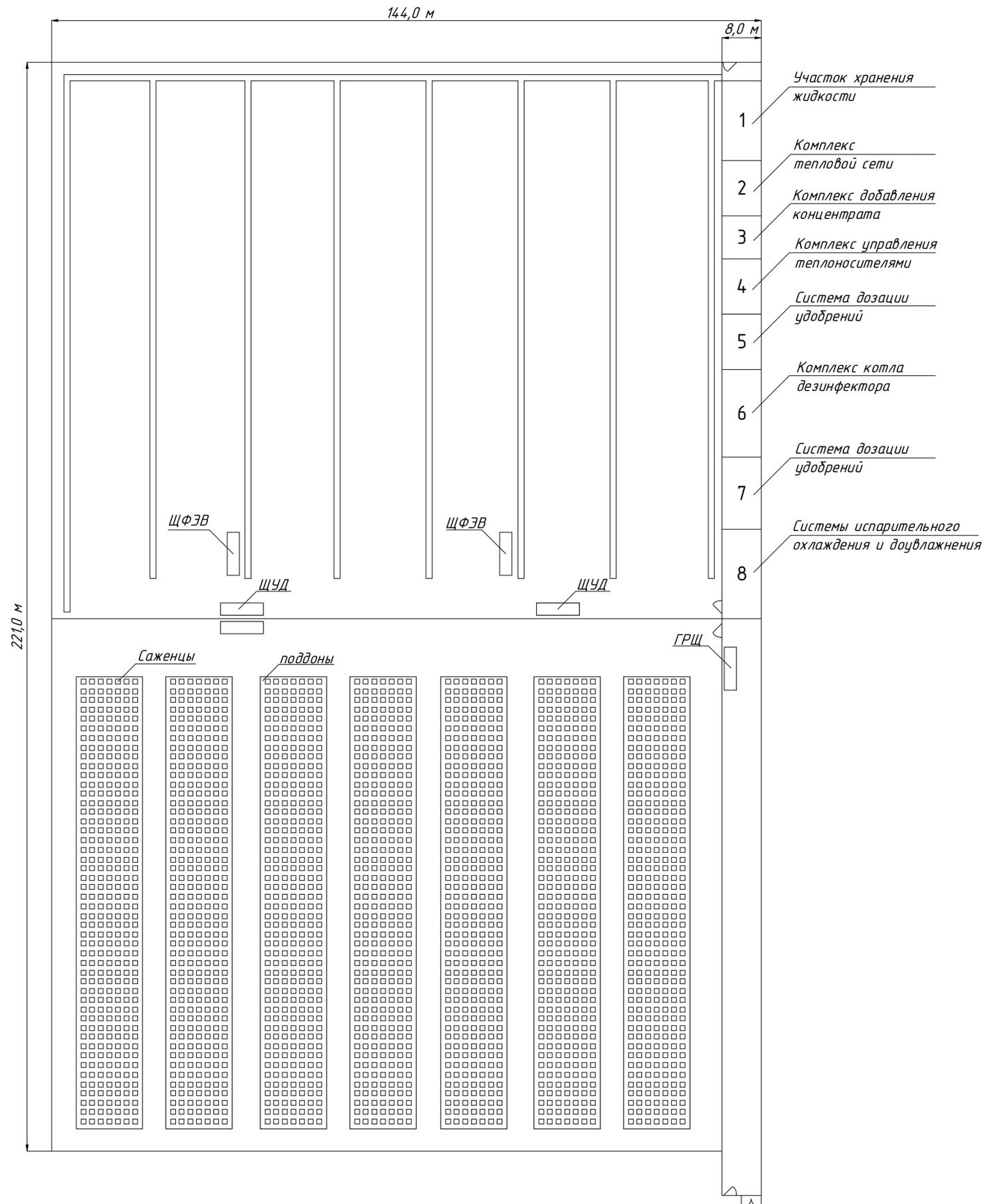
## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Цыплухин, М.А. Рабочая документация. Технологические решения. Блок теплиц; Главный инженер проекта ООО «Амурская проектная мастерская». – Благовещенск, 2015. – 37 с.
2. Цыплухин, М.А. Рабочая документация. Энергоснабжение; Главный инженер проекта ООО «Амурская проектная мастерская». – Благовещенск, 2015. – 46 с.
3. GreenTalk.ru: Минеральные удобрения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://greentalk.ru/topic/13966/>. – 05.06.2022.
4. Lowara.su: Насос Lowara 10hm04. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lowara.su/product/lowara-10hm04/>. – 05.06.2022.
5. Kachayvodu.ru: насос EBARA 3M 32-200/4,0. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://kachayvodu.ru/products/EBARA\\_3M\\_32\\_200\\_4](https://kachayvodu.ru/products/EBARA_3M_32_200_4). – 05.06.2022.
6. Leroyermerlin.ru: Расширительный бак Oasis RV-12. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://leroyermerlin.ru/product/bak-rasshiritelnyy-oasis-rv-12-15043417/>. – 06.06.2022.
7. Proteplo-spb.ru: Гидроаккумуляторный бак Zilmet ULTRA-PRO 200v. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.proteplo-spb.ru/product/zilmet-ultra-pro-200-v-gidroakkumulyator-vertikalnyy>. – 06.06.2022.
8. Fito-sysyem.ru: Система дозации удобрений F-406. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fito-system.ru/mixer>. – 06.06.2022.
9. Rusagrokompleks.ru: Обратный осмос PRO AWT RO-3/3003. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rusagrokompleks.ru/product/promyshlennye-teplici/obratnyj-osmos/>. – 07.06.2022.
10. Europlast-ltd/ru: Пластиковые баки. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://europlast-ltd.ru/emkosti/>. – 07.06.2022.

11. Res-elektro.ru: Электродвигатель АИР71А2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.res-elektro.ru/catalog/elektrodivigateli/air/71a2\\_item/](http://www.res-elektro.ru/catalog/elektrodivigateli/air/71a2_item/). – 07.06.2022.
12. 7dach.ru: Особенности выращивания овощных культур. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://7dach.ru/Agrofirma\\_POISK/parniki-i-teplicity-osobennosti-vyraschivaniya-ovoschnyh-kultur-v-zakrytom-grunte-152682.html](https://7dach.ru/Agrofirma_POISK/parniki-i-teplicity-osobennosti-vyraschivaniya-ovoschnyh-kultur-v-zakrytom-grunte-152682.html). – 10.06.2022.
13. Alumwerk.ru: Современные средства автоматизации в теплицах. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://alumwerk.ru/aljuminievye-konstrukcii2/128-sredstva-avtomatizacii-v-teplicah>. – 11.06.2022.
14. Ochenkrepko.ru: Микроклимат в теплице. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ochenkrepko.ru/sozdanie-mikroklimata-v-teplice/>. – 12.06.2022.
15. Elibrary.ru: Энергообеспечение промышленной теплицы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41341378>. – 13.06.2022.
16. Owen.ru: ТРМ212. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://owen.ru/product/trm212>. – 14.06.2022.
17. Owen.ru: ТРМ1033. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://owen.ru/product/trm1033>. – 15.06.2022.
18. Dn.ru: КЗР 25ч945п Ду15-300. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dn.ru/regulyator/reguliruiushchii-klapan/kzr/25ch945p>. – 15.06.2022.
19. Cheber.ru: МЭО 40. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://cheber.ru/produkcija/meo/meo\\_40/?item=534](https://cheber.ru/produkcija/meo/meo_40/?item=534). – 15.06.2022.
20. Logikamarket.ru: Тепловычислитель СПТ 961. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.logikamarket.ru/catalog/teplovychisliteli/teplovycheslitel-spt-961-2/>. – 16.06.2022.
21. Kips.ru: Блок управления БУ21. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kipspb.ru/catalog/19456/element11553.php>. – 16.06.2022.

22. Owen.ru: Термопреобразователь ДТС 015-50П.А4.60. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://owen.ru/product/dtshh4\\_termosoprotivleniya\\_s\\_kabel\\_nim\\_vivodom](https://owen.ru/product/dtshh4_termosoprotivleniya_s_kabel_nim_vivodom). – 16.06.2022.
23. Owen.ru: Термопреобразователь ДТС 034-50М.С3.60. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://owen.ru/product/termopreobrazovatel\\_soprotivleniya\\_dlya\\_izmereniya\\_temperaturi\\_vozduha\\_datchik\\_temperaturi\\_vozduh](https://owen.ru/product/termopreobrazovatel_soprotivleniya_dlya_izmereniya_temperaturi_vozduha_datchik_temperaturi_vozduh). – 16.06.2022.
24. Tinnova.ru: Преобразователь расхода Метран 370. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tinnova.ru/upload/iblock/caf/caf03326a7737ac8fa484170d58651ec.pdf>. – 16.06.2022.
25. Owen.ru: Автоматически преобразователь АС 4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://owen.ru/product/owen\\_as4](https://owen.ru/product/owen_as4). – 16.06.2022.
26. Vseventilator.ru: Вентилятор YWF4T. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://vseventilatory.ru/index.php?route=blog/article&article\\_id=131](http://vseventilatory.ru/index.php?route=blog/article&article_id=131). – 17.06.2022.
27. Phatom-stab.ru: Реле напряжения DigiTOP VP-380V. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://phantom-stab.ru/catalog/rele-napryagenia/3-faz-din/rele-napryagenia-vp380>. – 17.06.2022.
28. Цыплухин, М.А. Рабочая документация. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности; Главный инженер проекта ООО «Амурская проектная мастерская». – Благовещенск, 2015. – 20 с.
29. СП 107.13330.2012. Свод правил. Теплицы и парники. Введ. 2013-01-01. – М.: Редакция АО "Кодекс", 2013. – 15 с.

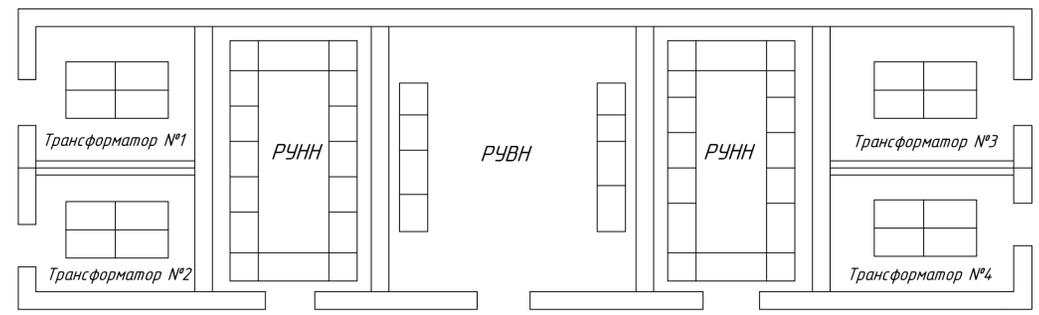
Внешний вид многопролетной промышленной теплицы



Блок выращивания культурных растений

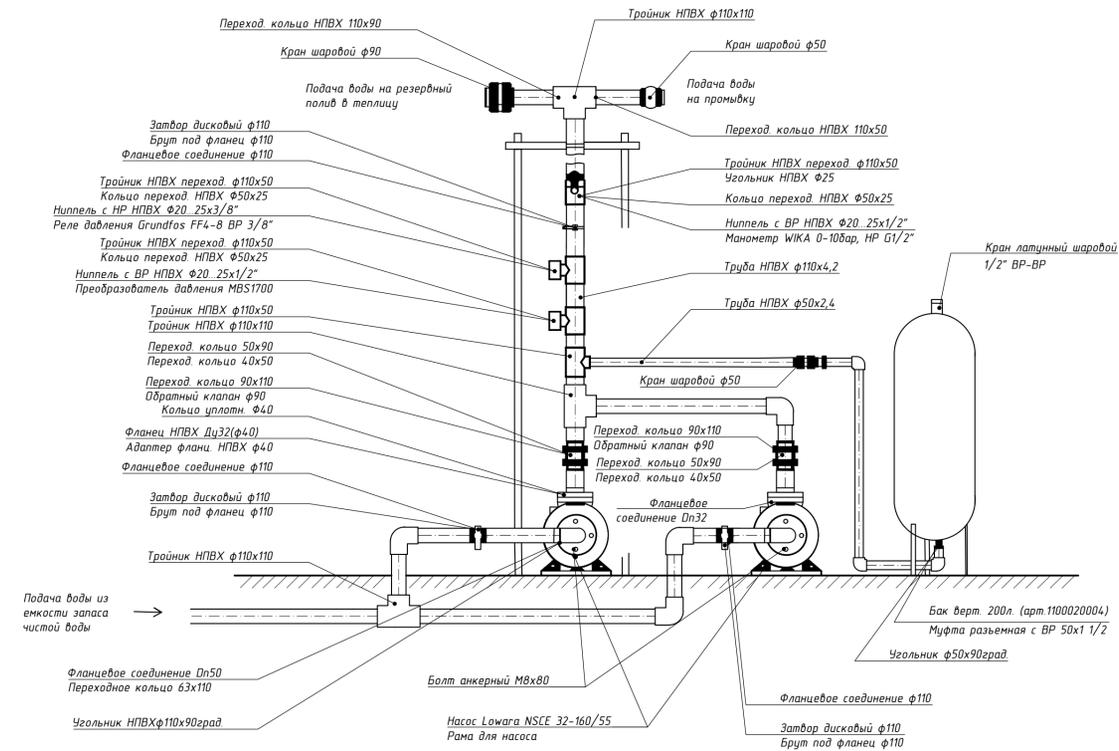


Трансформаторная подстанция

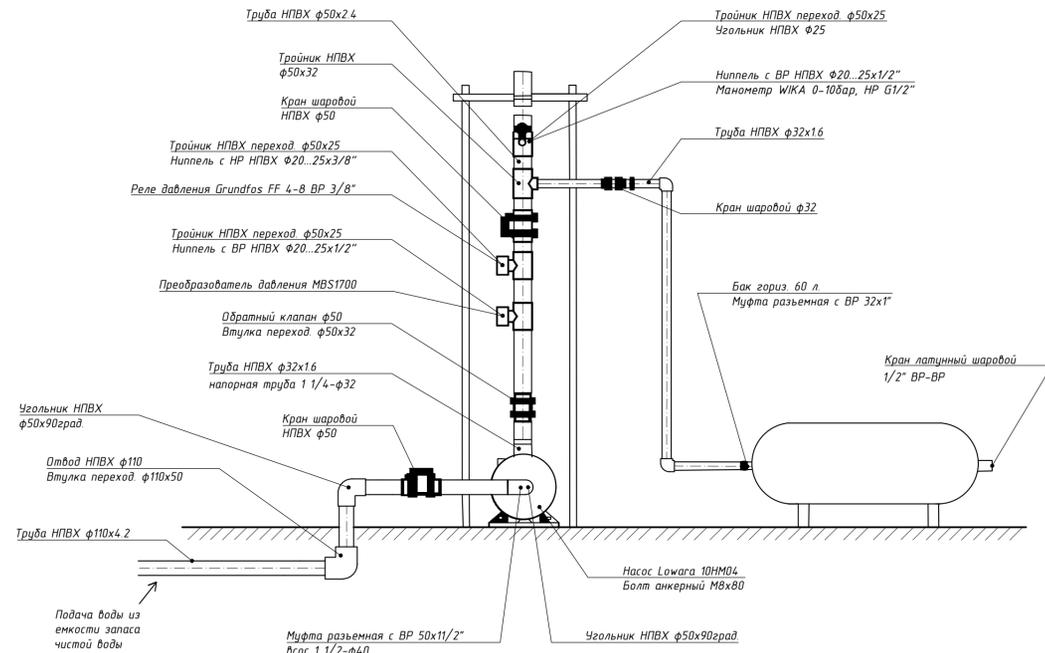


				ВКР.184015.15.03.04.ВД				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПЛАН МНОГОПРОЛЕТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕПЛИЦЫ	Лит	Масса	Масштаб
Разраб	Носов Д.С.					4		
Провер	Скрипко О.В.					Лист 1		Листов 6
Т. контр.	Скрипко О.В.							
Н. контр.	Скрипко О.В.				АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ЭНЕРГОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕПЛИЦЫ	АМГУ Кафедра АППиЭ		
Утвержда	Скрипко О.В.							

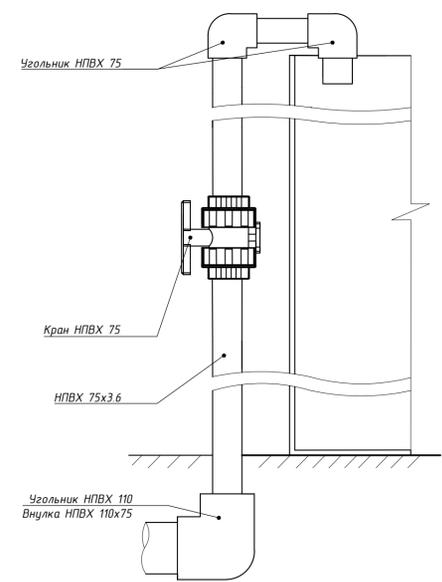
Насосная станция НС-1 (35м<sup>3</sup>/ч)



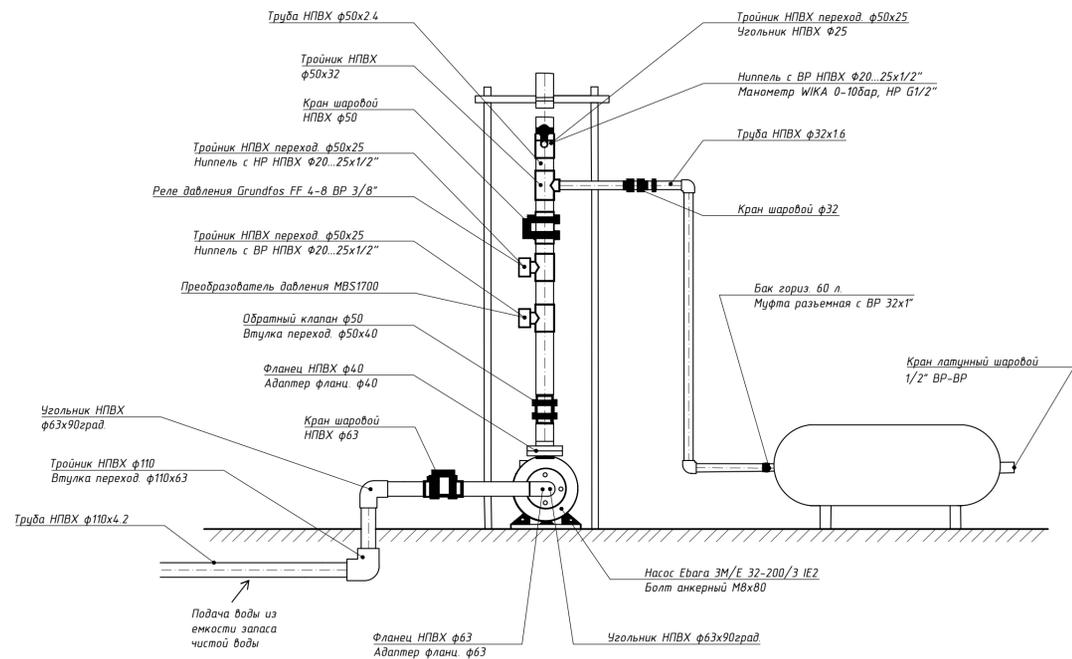
Насосная станция НС-2 (8м<sup>3</sup>/ч)



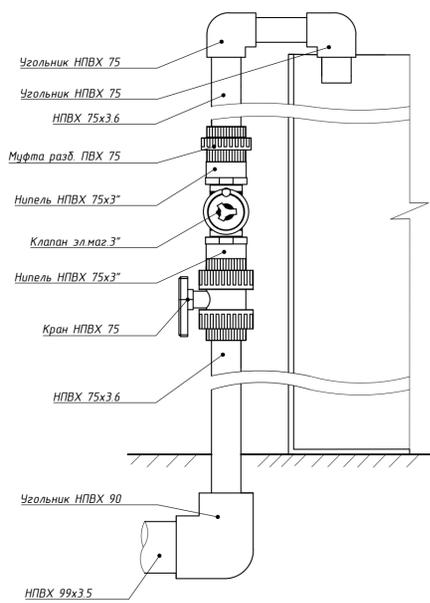
Узел 1



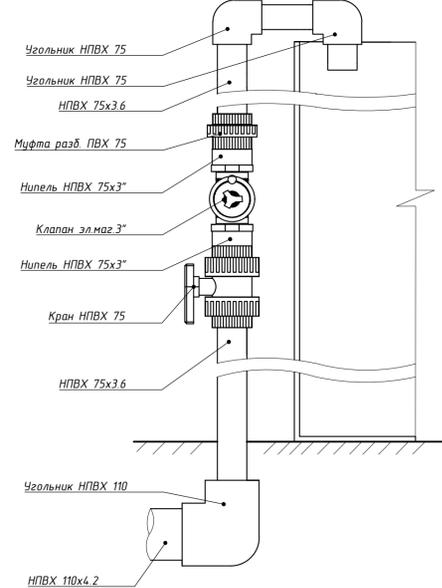
Насосная станция НС-3 (9м<sup>3</sup>/ч)



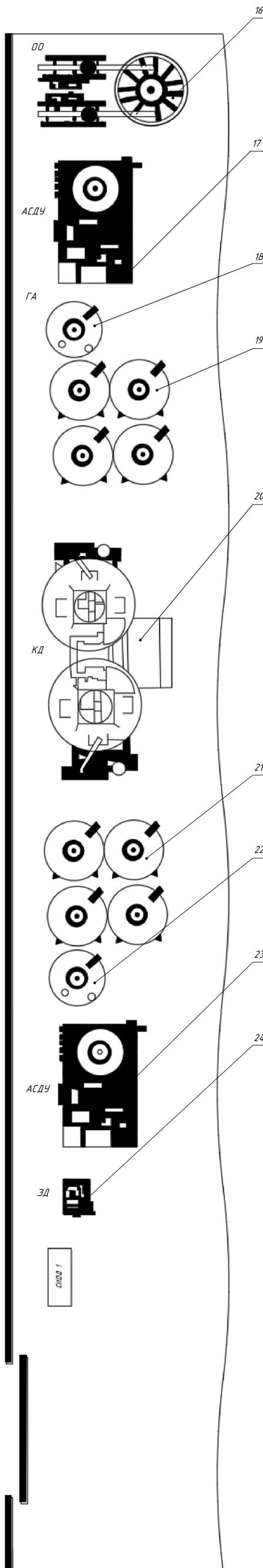
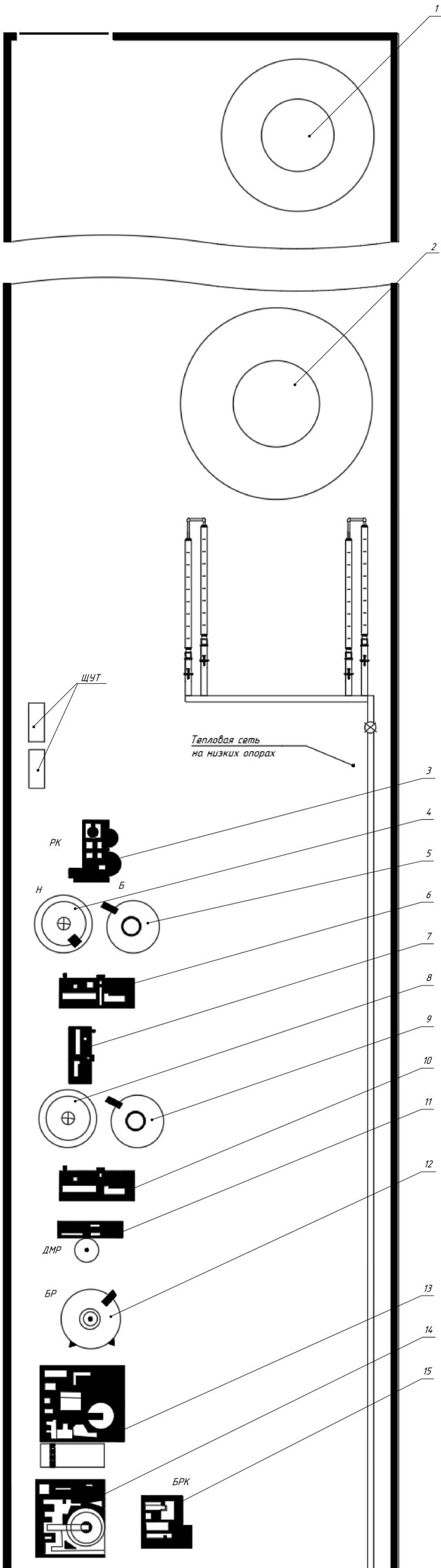
Узел 3



Узел 2



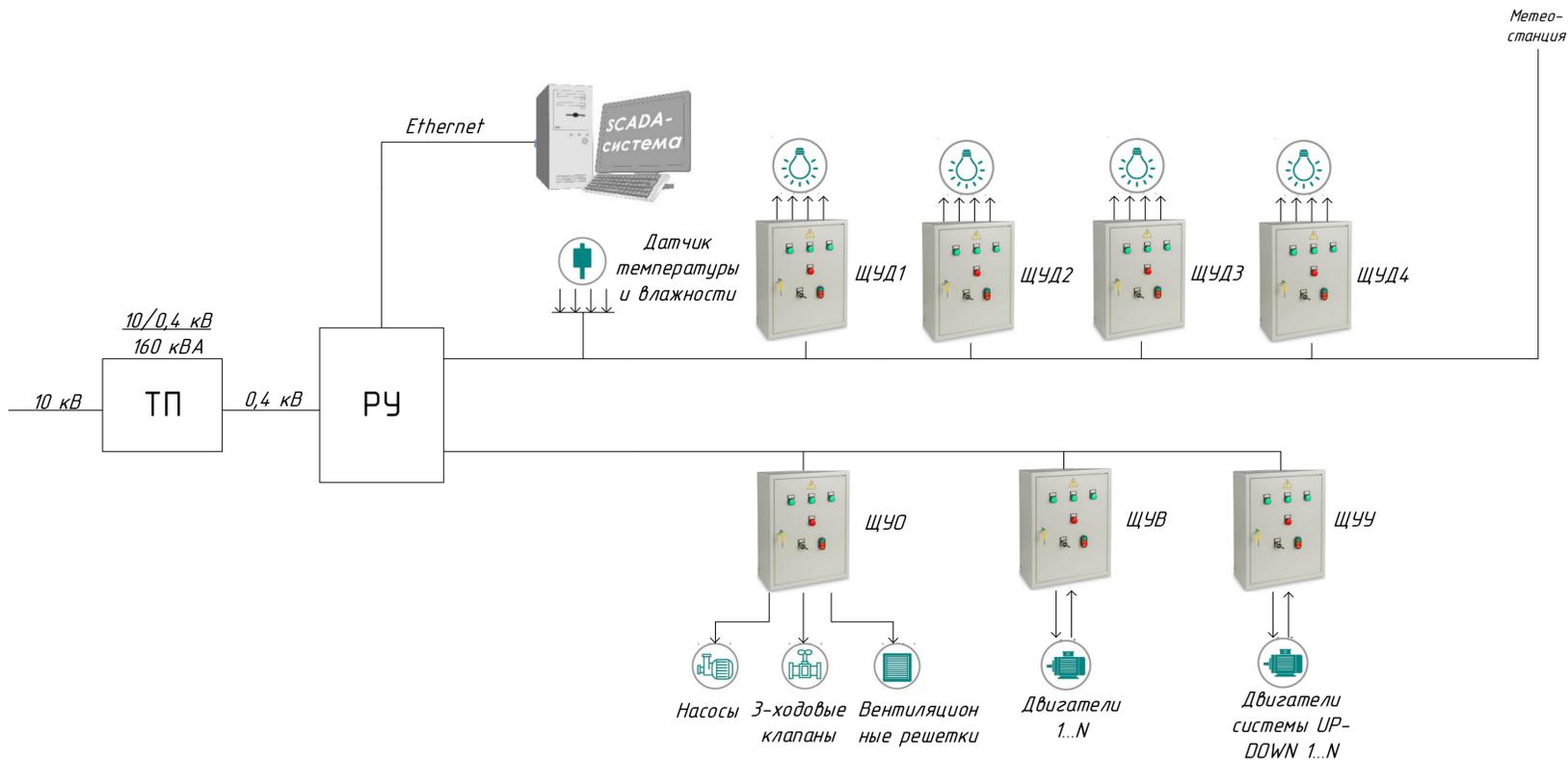
				ВКР 184.015.15.03.04.В0				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	СИСТЕМЫ ВОДОПОДГОТОВКИ И ПОЛИВА РАСТЕНИЙ	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Насонов Д.С.					у		
Провер.	Скрипка О.В.					Лист 2	Листов 6	
Т.контр.	Скрипка О.В.					АМГУ Кафедра АППУЭ		
Н.контр.	Скрипка О.В.					А1		
Утвержд.	Скрипка О.В.				Копировал Формат			



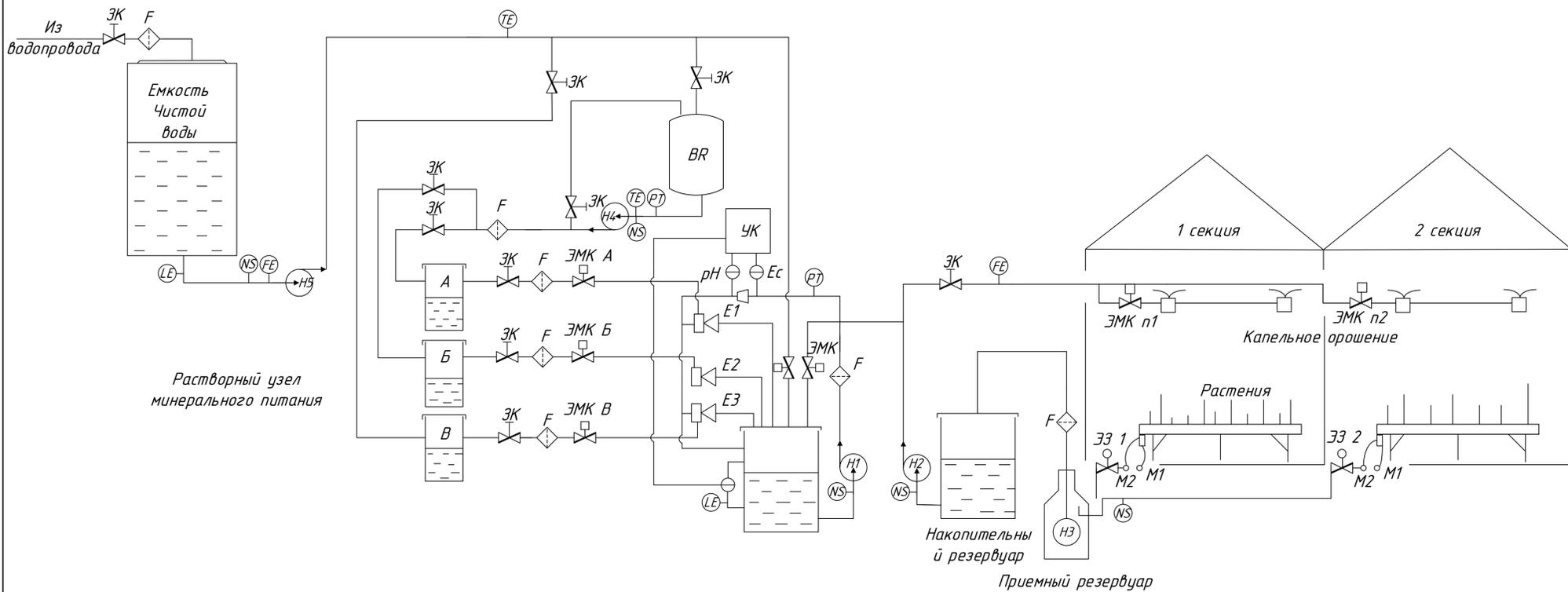
Номер позиции	Наименование	Кол-во	Примечание
1	Емкость грязного дренажа NPI V=90 м <sup>2</sup>	2	
2	Емкость подготовленной воды NPI V=147 м <sup>2</sup>	2	
3	Рециркуляция концентрата	1	
4	Насос Lowaga 10NM04 (Q=9м <sup>3</sup> /ч, H=45 м, 220-1-50, P <sub>н</sub> =2,2 кВт)	8	
5	Промежуточная емкость грязного дренажа V=500 л	2	
6	Насос Ewaga ЭМ-32-200/4 (Q=9м <sup>3</sup> /ч, H=52м)	2	
7	Насос центробежный Lowaga NSCE 32-160/55 (Q=32 м <sup>3</sup> /ч, H=36 М, P <sub>н</sub> =5,5 кВт)	3	
8	Насос Ewaga ЭМ-32-200/4 (Q=9м <sup>3</sup> /ч, H=52м)	2	
9	Емкость с раствором V=500 л	2	
10	Насос центробежный Lowaga NSCE 32-160/55 (Q=32 м <sup>3</sup> /ч, H=36 М, P <sub>н</sub> =5,5 кВт)	3	
11	Узел добавления маточного раствора	1	
12	Бак расширительный Oasis RV-12	1	
13	Емкость для маточного раствора V=500 л	1	
14	Емкость с фильтрованной дренажной водой V=1000 л	1	
15	Блок релейной коммутации	2	
16	Обратный осмос PRO AWT RO-3/3003	4	
17	Автоматизированная система дозации удобрений F-407 водоподготовка	1	
18	Гидроаккумулятор вертикальный Zilmet ULTRA-PRO 200V	1	
19	Баки для раствора удобрений V=2000 л	4	
20	Котел дезинфектора	2	
21	Баки для кислоты V=1000 л	4	
22	Гидроаккумулятор вертикальный Zilmet ULTRA-PRO 200 V	1	
23	Автоматизированная система дозации удобрений F-406 растворный узел	1	
24	Электродвигатель АИР 71A2	3	

				ВКР.184.015.15.03.04.В0				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПЛАН РАССТАНОВКИ ОБОРУДОВАНИЯ	Лит	Масса	Масштаб
Разраб.	Скрытко	О.В.				у		
Провер.	Скрытко	О.В.				Лист 3   Листов 6		
Т. контр.	Скрытко	О.В.				АМГУ Кафедра АППиЭ		
Н. контр.	Скрытко	О.В.			АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕПЛИЦЫ			
Утвержд.	Скрытко	О.В.						

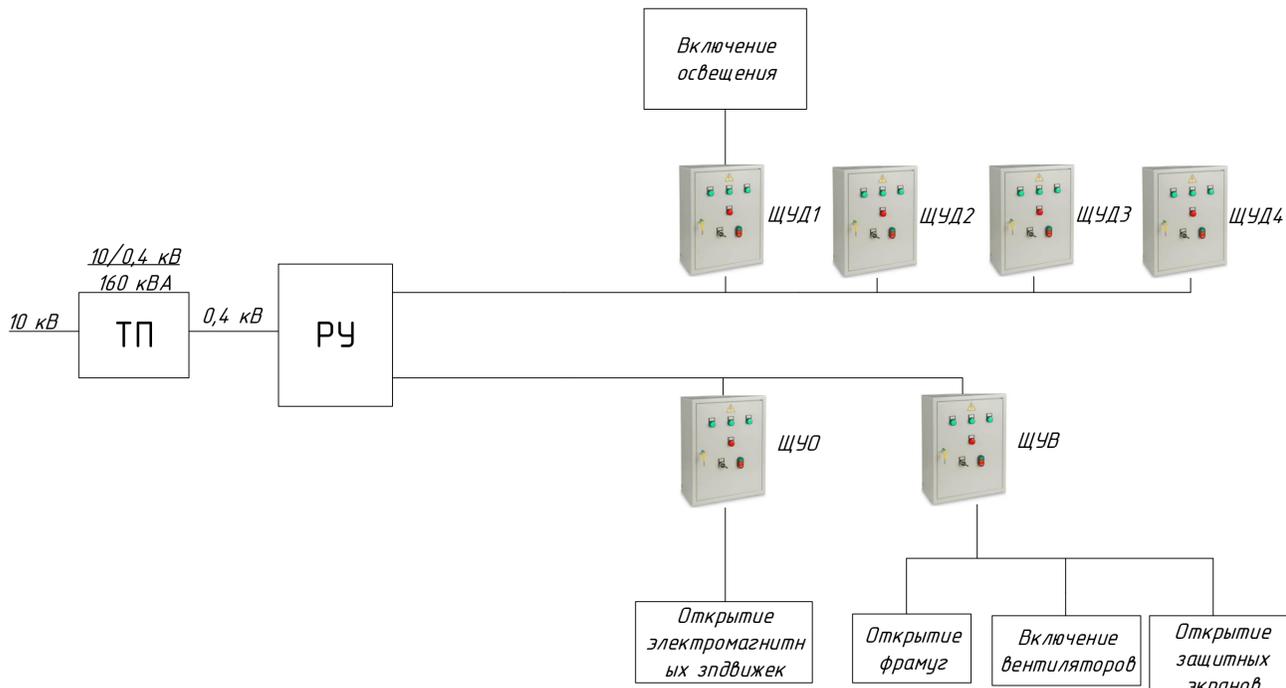
### СХЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ



### СХЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ



### СХЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ УПРАВЛЕНИЯ



Номер строки	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
1	H1-H5	Циркуляционный насос растворного узла		
2	ЭМК 1	Электромагнитный клапан подачи раствора в 1 секцию		
3	ЭМК 2	Электромагнитный клапан подачи раствора в 2 секцию		
4	A	Резервуар для концентрированных минеральных удобрений		
5	B	Резервуар для кислоты		
6	V	Резервуар для маточной смеси		
7	LE	Датчик уровня		
8	M1	Магистраль системы подачи питательного раствора		
9	M2	Магистраль системы сбора раствора		
10	ЗЗ 1	Электрозатвор задержки затвора 1 секции		
11	ЗЗ 2	Электрозатвор задержки затвора 2 секции		
12	ЭМК А	Электромагнитный клапан раствора А		
13	ЭМК Б	Электромагнитный клапан раствора Б		
14	ЭМК В	Электромагнитный клапан раствора В		
15	E1-E3	Комбинированный датчик измерения электропроводности и темп. раствора		
16	ЗК	Запорный клапан		
17	F	Фильтр		
18	BR	Бак расширительный		
19	pH	Датчик измерения pH раствора		
20	PT	Датчик давления		
21	TE	Датчик температуры		
22	FE	Датчик расхода		
23	NS	Пусковая аппаратура		

ВКР.184015.15.03.04.В0

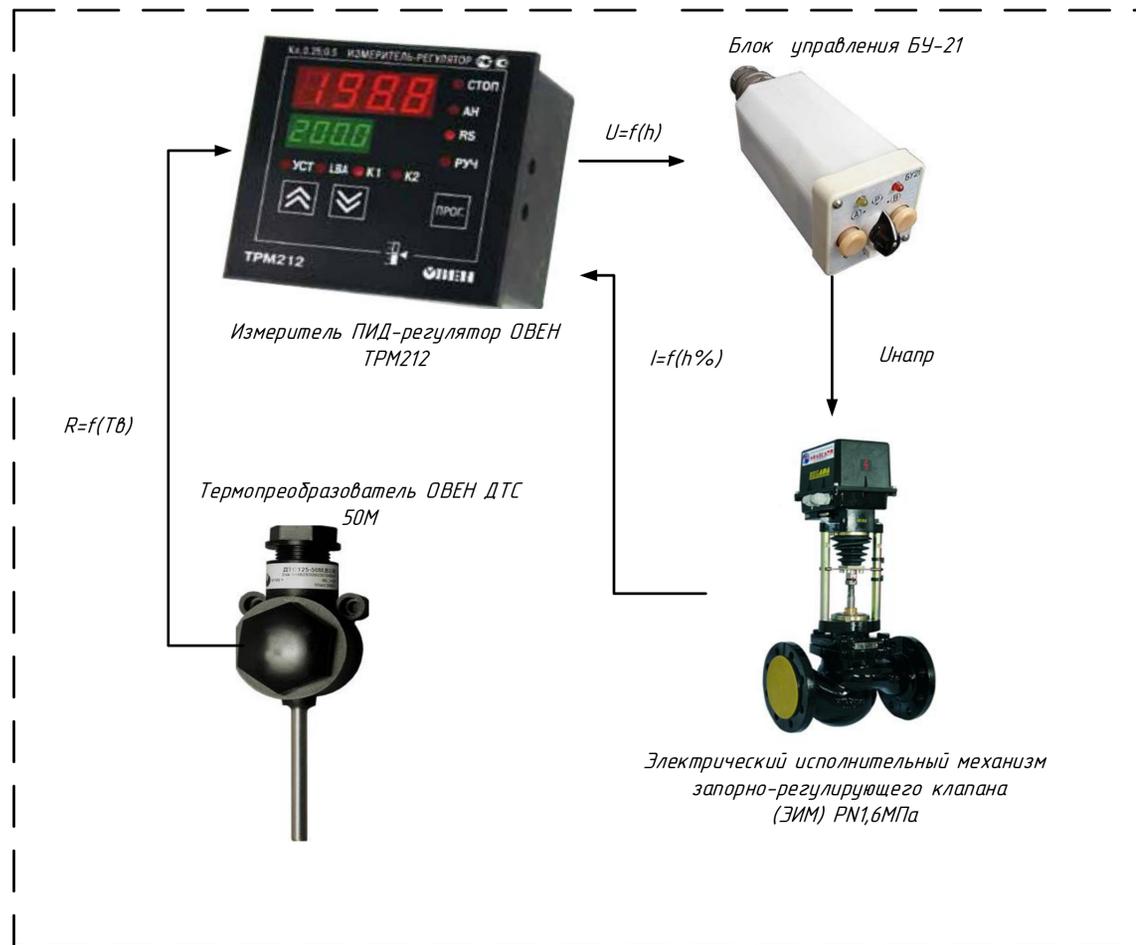
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит	Масса	Масштаб
Разработчик	Скрипко Д.В.				у		
Проверен	Скрипко Д.В.						
Т. контр.	Скрипко Д.В.						
Н. контр.	Скрипко Д.В.						
Утвержден	Скрипко Д.В.						

СХЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ  
КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ

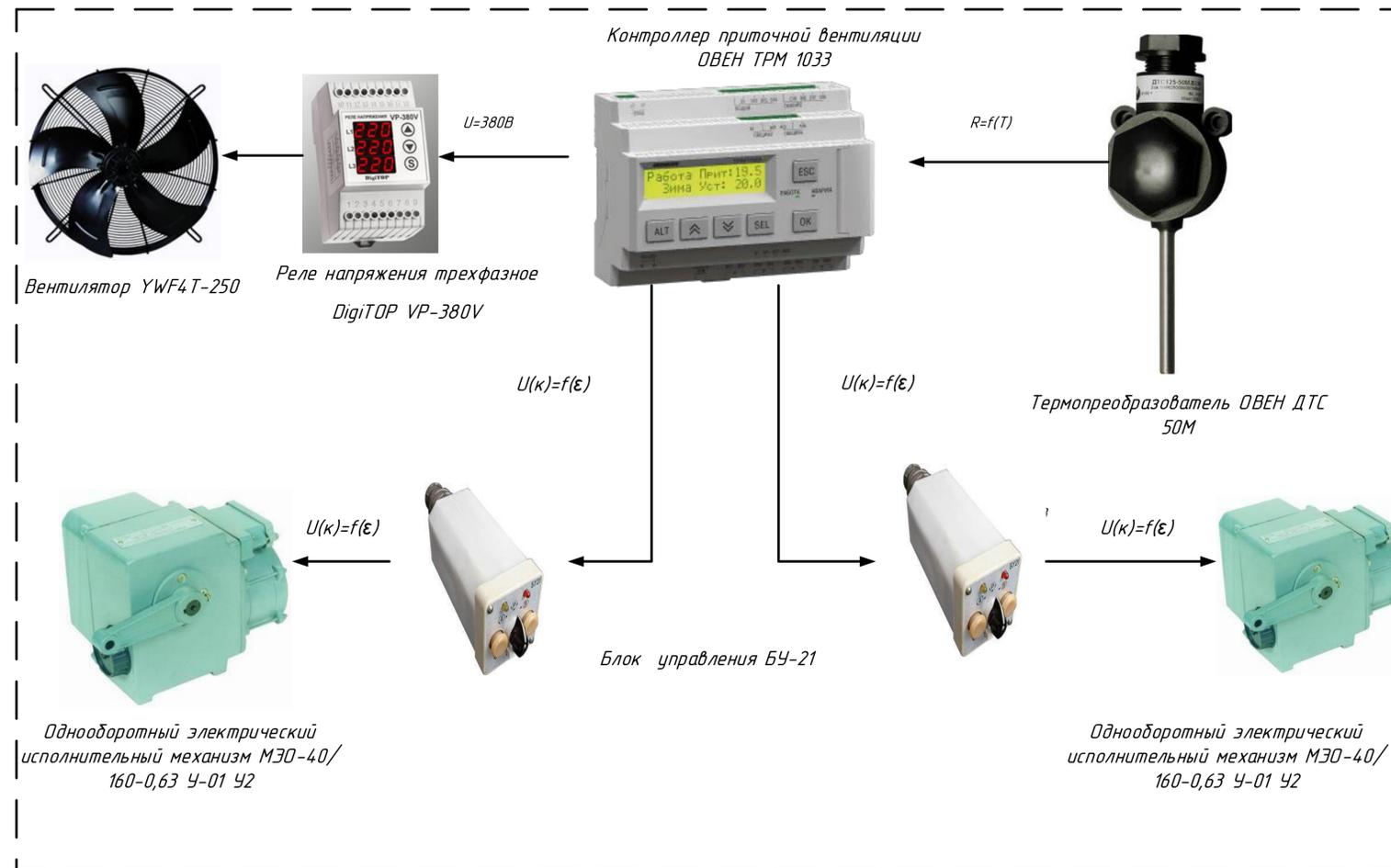
АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ПРОЦЕССА И ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ  
ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕПЛИЦЫ

Лист 4 из 6  
Листов 6  
АМГУ  
Кафедра АППиЭ

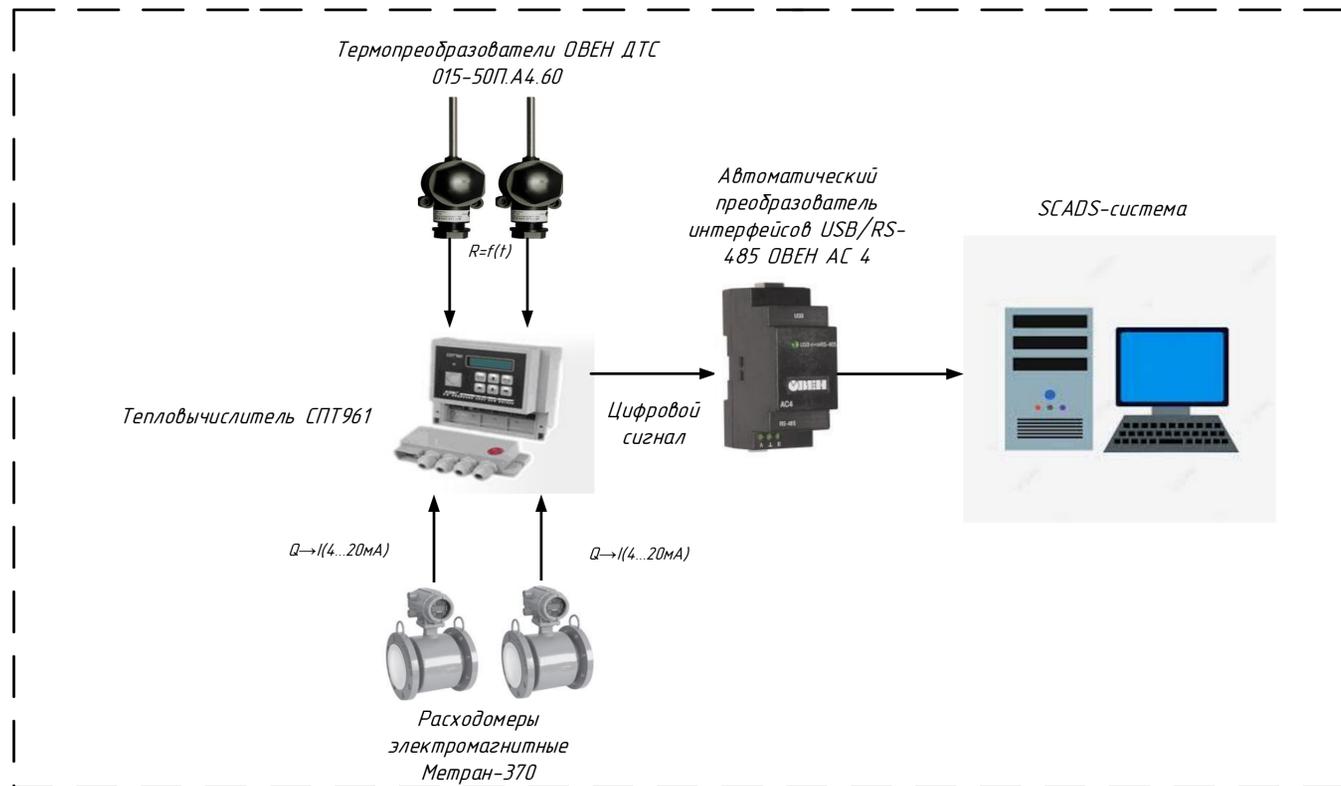
Подсистема регулирования обогрева многопролетной промышленной теплицы



Подсистема регулирования вентиляцией многопролетной промышленной теплицы



Подсистема учета тепловой энергии



Поз. одозначение	Наименование	Кол.	Примечание
РЕЛЕ	Реле напряжения трехфазное DigiTOP VP-380V	1	6 А, 1200 Вт
СПТ961	Теплоучислитель СПТ961 (мод.9612)	1	220 В, 7 В А
Метран	Расходомеры электромагнитные Метран-370	1	4,0 МПа
АС	Автоматический преобразователь интерфейсов USB/RS-485 ОВЕН АС4	1	0,5 Вт, 115200 бит/с
ТРМ212	Измеритель ПИД-регулятор ОВЕН ТРМ212	1	220 В
ТРМ1033	Контроллер приточной вентиляции ОВЕН ТРМ 1033	1	220 В
БУ 1, БУ 2, БУ 3	Блок управления релейного регулятора БУ-21	3	0,6 А
КЭР	Электрический исполнительный механизм запорно-регулирующего клапана (ЗИМ) РН1,6МПа	1	1,6 МПа
МЭО 1, МЭО 2	Однооборотный электрический исполнительный механизм МЭО-40/160-0,63 У-01 У2	2	220 В, 43 Вт, 40 Нм
М1, М2	Вентилятор YWF4T-250	1	380 В, 60 Вт, 0,13 А
ТС1, ТС2	Термопреобразователь ОВЕН ДТС 034-50М С3.20/10	2	10 МПа
ТС1, ТС2	Термопреобразователь ОВЕН ДТС015-50П.А4.60	2	10 МПа

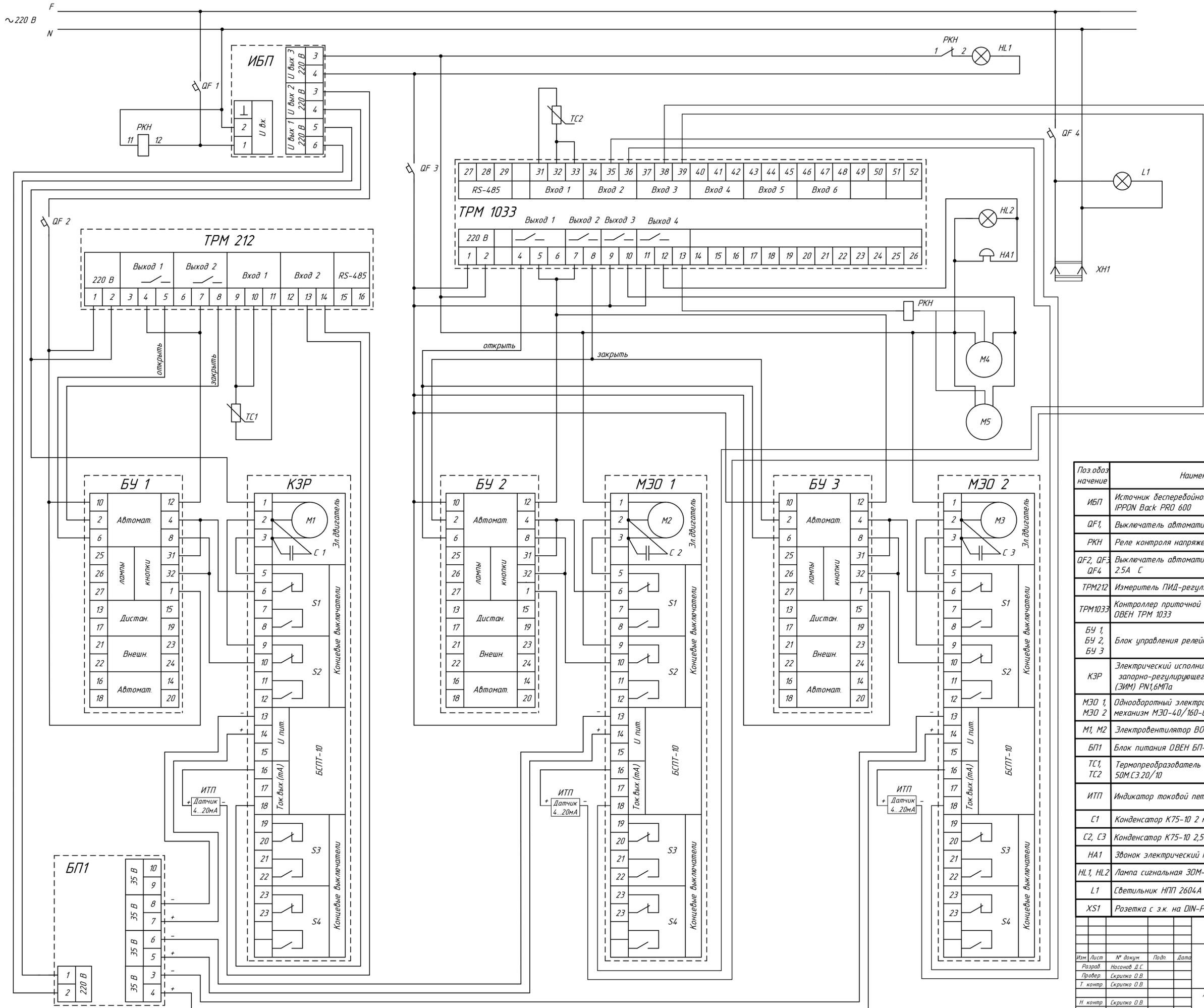
ВКР.184.015.15.03.04.Сх

Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лит	Масса	Масштаб
Разраб	Носов Д.						
Провер	Скрипко О.В.						
Т. контр.	Скрипко О.В.						
Н. контр.	Скрипко О.В.						
Утвержда	Скрипко О.В.						

Схема структурная наглядная подсистем управления

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ЭНЕРГОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕПЛИЦЫ

АМГУ  
Кафедра АППиЭ



Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
ИБП	Источник бесперебойного питания IPRON Back PRO 600	1	600 В·А
QF1	Выключатель автоматический ВА 47-29 1P 6А	1	6 А
PKH	Реле контроля напряжения РП-25	1	220 В, 50 Гц
QF2, QF3, QF4	Выключатель автоматический ВА 47-29 1P 2.5А С	3	2,5 А
ТРМ212	Измеритель ПИД-регулятор ОВЕН ТРМ212	1	220 В
ТРМ1033	Контроллер приточной вентиляции ОВЕН ТРМ 1033	1	220 В
БУ 1, БУ 2, БУ 3	Блок управления релейного регулятора БУ-21	2	0,6 А
КЗР	Электрический исполнительный механизм запорно-регулирующего клапана (ЭИМ) РН1,6МПа	1	1,6 МПа
МЭО 1, МЭО 2	Однооборотный электрический исполнительный механизм МЭО-40/160-0,63 У-01 У2	2	220 В, 43 Вт, 40 Н·м
М1, М2	Электровентилятор ВВ-2,5	2	380 В, 60 Вт
БП1	Блок питания ОВЕН БП-14Б-Д4.4-36	1	220 В, 14 Вт
ТС1, ТС2	Термопреобразователь ОВЕН ДТС 034-50М.С3.20/10	2	10 МПа
ИТП	Индикатор токовой петли ИТП-11	3	0...20 мА
С1	Конденсатор К75-10 2 мкФ	1	220 В, 50 Гц
С2, С3	Конденсатор К75-10 2,5 мкФ	2	220 В, 50 Гц
НА1	Звонок электрический МЭ-1	1	220 В, 50 Гц
HL1, HL2	Лампа сигнальная ЗОМ-СД	1	220 В, 50 Гц
L1	Светильник НПП 2604А	1	60 Вт
XS1	Розетка с з.к. на DIN-Рейку РАр10-3-0П	1	250 В, 16 А