

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**(ФГБОУВО «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. заведующего кафедрой

\_\_\_\_\_ А.А. Остапенко

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему: Автоматизация электростанционной ремонтно-производственной базы Серышевской РЭС СП «ЦЭС» филиала АО «ДРСК»

Исполнитель

студент группы 341об

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Е.А. Иванцова

Руководитель

доцент, канд. тех. наук

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Н.С. Безруков

Консультант

по безопасности и экологичности

доцент, канд. тех. наук

\_\_\_\_\_

подпись, дата

А.Б. Булгаков

Нормоконтроль

профессор, доктор тех. наук

\_\_\_\_\_

подпись, дата

О.В. Скрипко

Благовещенск 2017

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(ФГБОУВО «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. заведующего кафедрой

\_\_\_\_\_ А.А. Остапенко

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017г.

**ЗАДАНИЕ**

К выпускной квалификационной работе студента Иванцовой Евгении Александровны

1. Тема выпускной квалификационной работы: Автоматизация электрокотельной ремонтно-производственной базы Серышевской РЭС СП «ЦЭС» филиала АО «ДРСК» (утверждена приказом от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_)

2. Срок сдачи студентом законченной работы 30 июня 2017 года.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: 1) Инструкция по эксплуатации электрической котельной 2) Технологическая схема теплоснабжения электрокотельная

4. Содержание выпускной квалификационной работы:

1) Разработка функциональной схемы автоматизации;

2) Разработка полной электрической схемы;

3) Выбор оборудования для автоматизации;

4) Разработка полного алгоритма работы;

5) Разработка управляющей программы;

6) Разработка SCADA-системы.

7) Безопасность и экологичность

5. Перечень материалов приложения:

Лист 1: Исходные материалы;

Лист 2: Функциональная схема автоматизации;

Лист 3: Принципиальная электрическая схема ЩАУ;

Лист 4: Принципиальная электрическая схема силового оборудования;

Лист 5: Алгоритм работы электрокотельной;

Лист 6: Экраны SCADA-системы.

6. Консультанты по выпускной квалификационной работе (с указанием относящихся к ним разделов) \_\_\_\_\_

7. Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

Руководитель выпускной квалификационной работы: Безруков Николай Сергеевич, доцент, канд. тех. наук

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

Задание принял к исполнению (дата):

\_\_\_\_\_

(подпись студента)

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 115 страниц, 24 рисунка, 19 таблиц, 7 приложений, 15 источников.

### ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ КОТЕЛЬНАЯ, УПРАВЛЕНИЕ, ИЗМЕРЕНИЕ, КОНТРОЛЛЕР, АВТОМАТИЗАЦИЯ, АВАРИЯ, ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ

Целью выпускной работы является создание автоматизированной системы управления электрической котельной пгт. Серышево филиала АО «ДРСК», отапливающая административное здание и производственное помещение.

В выпускной квалификационной работе исследован объект автоматизации и изучена схема технологического процесса. В соответствии с изученным технологическим процессом, а так же с расположением силового оборудования, были разработаны:

- 1) Структурная схема;
- 2) Функциональная схема автоматизации;
- 3) Принципиальная электрическая схема;
- 4) Компоновочные схемы щитов автоматического управления и силового оборудования;
- 5) Управляющая программа;
- 6) SCADA-система.

## СОДЕРЖАНИЕ

Нормативные ссылки	7
Определения, обозначения, сокращения	9
Введение	10
1 Характеристика объекта автоматизации	11
1.1 Описание работы объекта автоматизации	11
1.2 Основания для разработки АСУ ТП	13
1.3 Техническое задание на разработку	14
2 Построение структурной схемы	16
3 Создание функциональной схемы автоматизации	18
4 Осуществление выбора технических средств	23
4.1 Выбор средств измерения технологических переменных	23
4.2 Силовое оборудование	28
4.3 Выборка коммутационного оборудования	29
4.4 Выбор управляющего устройства	33
4.5 Выбор вспомогательной аппаратуры	37
5 Разработка принципиальной электрической схемы	39
5.1 Описание работы принципиальной схемы	44
6 Программная реализация	46
6.1 Разработка алгоритма программы	46
6.2 Разработка программы	47
6.3 Разработка SCADA-системы	53
7 Безопасность и экологичность	61
7.1 Безопасность	61
7.1.1 Требования безопасности перед началом работы	61
7.1.2 Требования безопасности во время работы	62
7.2 Экологичность	63
7.3 Чрезвычайные ситуации	65
Заключение	68

Список используемой литературы	69
Приложение А Техническое задание	71
Приложение Б Функциональная схема автоматизации	81
Приложение В Принципиальная схема силового оборудования	83
Приложение Г Принципиальная схема оборудования ЩАУ	85
Приложение Д Алгоритм работы	87
Приложение Е Управляющая программа	88
Приложение Ж Спецификация	114

## НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В данной бакалаврской работе используются ссылки на следующие стандарты и нормативные документы:

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

ГОСТ 2.103-68 Единая система конструкторской документации. Стадии разработки;

ГОСТ 2.104-2006 Единая система конструкторской документации. Основные надписи;

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

ГОСТ 2.106-96 Единая система конструкторской документации. Текстовые документы;

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 3.1116-79 Единая система технологической документации. Нормоконтроль;

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 2.710-81 Единая система конструкторской документации. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах;

ГОСТ 2.721-74 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения;

ГОСТ 19.701-90 Единая система конструкторской документации. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем;

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

ГОСТ 34.602-89 Единая система конструкторской документации. Техническое задание на создание автоматизированной системы.

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

АО - Акционерное общество

ДРСК - Дальневосточная распределительная сетевая компания

РПБ - Ремонтно-производственная база

РЭС - Районные электрические сети

АСУ - Автоматизированная система управления

АСУП - Автоматизированная система управления предприятием

АСУ ТП - Автоматизированная система управления технологическим процессом

$T_{\text{НВ}}$  - Температура наружного воздуха

$T_{\text{ОВ}}$  - Температура обратной воды

ТП - Технологический процесс

ТСА - Техническая система автоматизации

ФСА - Функциональная схема автоматизации

ЭК - Электрокотел

## ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация - применение энергии неживой природы в технологическом процессе либо его составных частях для выполнения и управления ими без непосредственного участия человека. Осуществляется в следующих целях: сокращения трудовых затрат; улучшения условий производства; повышения объема выпуска и качества продукции.

В общем случае автоматизация включает в себя: механизацию; разработку и внедрение автоматических систем управления. Механизацией же называется замена ручного труда машинным.

В более узком смысле автоматизация - комплекс технических, методических, организационных и других мероприятий, направленных на создание автоматических систем управления (управления без участия человека) либо автоматизированных систем управления (управление с участием человека в процессе принятия решений на управление).

В данной работе рассматривается создание автоматической системы управления электрической котельной, расположенной в поселке городского типа Серышево. Электрическая котельная служит для отопления административного здания и производственных помещений Серышевского РЭС. В качестве теплоносителя используется вода с параметрами 95/70°C, нагреваемая двумя тэновыми котлами ZotaLux 9. Подача воды в систему осуществляется двумя центробежными моноблочными электронасосами. Постоянное отопление необходимо в виду возможности временного размещения людей, из чего следует, что необходимо элементы котельной должны быть резервированы, так как в случае отказа одного из объектов, в работу должен войти другой элемент.

Электрическая котельная - это комплекс энергоустановок, связанных между собой технологически и расположены в специализированных помещениях с котлами и котельно-вспомогательным оборудованием, предназначенным для получения горячей воды заданных параметров.

## 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

Автоматизируемый нами объект (электростанция) располагается в Амурской области, пгт. Серышево, в ремонтно-производственной базе филиале АО «ДРСК» Амурские электрические сети. Данная компания занимается передачей и распределением электроэнергии потребителям, организацией ремонта передающих устройств, линий и подстанций.

Электростанция отапливает административное здание и производственное помещение.

Объектами существующей АСУ ТП являются:

- котлы теновые водогрейные Zota Lux 9, в количестве 2 шт.;
- насосы GrundfosUPS 100, в количестве 2 шт.;
- насос GrundfosCH2-30, в количестве 1 шт.;
- расширительный бак ZILMET 18л., 1шт.

### 1.1 Описание работы объекта автоматизации

В отопительной системе экономичный расход путем выполнения некоторых требования, одним из которых, является наличие температурной диаграммы. Температурная диаграмма отражает отношение температуры, исходящей от источника отопления к температуре внешней среды. Данное значение величин позволяют оптимально распределять тепло и горячую воду.

После прохождения полного цикла, наступает повторный нагрев охлажденного теплоносителя (воды). В зависимости от температуры окружающей среды, регулируется тепловая энергия качественным методом (изменяется температура жидкости, а расход её не меняется). При данном методесуществует прямая зависимость двух температур: теплоносителя и окружающей среды. Расчёт производится так, чтобы обеспечить тепло в помещении 18 градусов и выше.

Рассматриваемая электростанция работает по температурному графику 95/70, который изображен на рисунке 1.

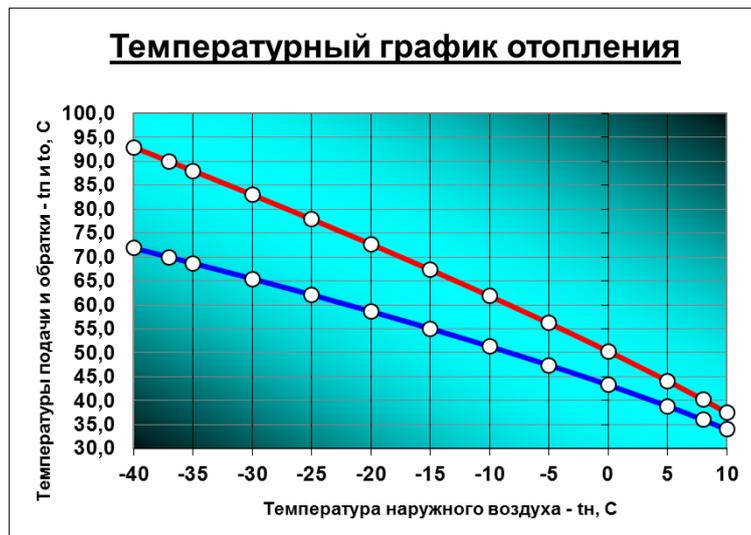


Рисунок 1 – Температурный график 95/70

Из рисунка 1 видно, что на оси абсцисс расположена температура наружного воздуха, на оси ординат – температуры подачи и обратной воды. Красным цветом обозначена зависимость прямой воды от температуры наружного воздуха, синим – зависимость обратной воды от температуры наружного воздуха.

Рассмотрим технологическую схему электркотельной, изображенную на рисунке 2.

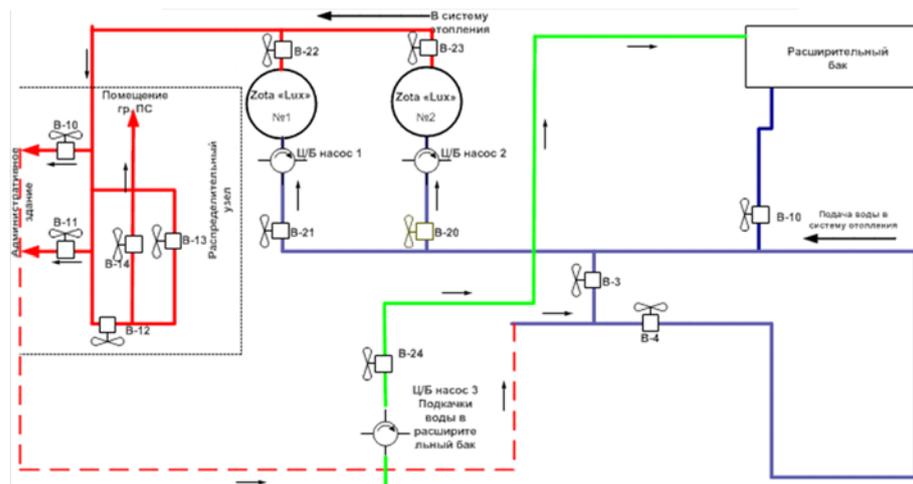


Рисунок 2 – Технологическая схема электркотельной

Для того, чтобы разобраться с принципом работы данной системы, необходимо рассмотреть оборудование, установленное в котельной и принципе его работы. Работа теновых котлов основана на преобразовании электрической энергии в тепловую при помощи тэнов (трубчатых электронагревателей).

Большинство теновых котлов содержит в себе все необходимые для эффективной работы элементы:

- Теплообменником (медный бочек с тэнами внутри);
- Циркуляционный насос (равномерное распределения тепла в системе отопления);
- Расширительный бак (компенсирует излишки воды);
- Предохранительный клапан и манометр (для предотвращения поломки котла при избыточном давлении);
- Термический выключатель (от аварийного перегрева).

Подача воды в трубопроводы осуществляется за счет электронасосов (состоят из насоса и двигателя, которые смонтированы через поставку совместно).

Также в электрочувствительной установлена запорная арматура и приборы контроля.

1. ТКП-160Сг-М2-УХЛ2 (термометры манометрические конденсационные показывающие, сигнализирующие) - предназначены для контроля температуры воды на выходе из электрического котла;

2. ДМ 2010 (электроконтактные манометры) - предназначенные для контроля давления воды в напорном трубопроводе и на выходе из электрического котла;

3. Манометры общего назначения.

## **1.2 Основания для разработки АСУ ТП**

Построение модели производственных моделей процессов, процессов сбора и обработки информации о ходе данных процессов является основой для разработки АСУ ТП.

Система автоматического управления водогрейным котлом ZotaLux 9 должна выполнять следующие функции:

- автоматический контроль параметров;

- оперативное управление технологическим оборудованием (в зависимости от значений параметров процесса производства тепловой энергии в котлах во всех режимах функционирования).

Из вышесказанного можно определить ряд задач, которые должна решать автоматизированная система управления котлом и его технологическим оборудованием в различных режимах эксплуатации.

При подготовке котла к запуску система должна осуществлять:

- проверку исправности технологического оборудования;
- замер параметров.

При запуске котла:

- наполнение котла водой до требуемого уровня;
- проверку соответствующего давления;

Для предотвращения вывода из строя котла и обеспечения безопасности САУ водогрейного котла должна блокировать включение котла в следующих случаях:

- при обнаружении неисправности оборудования;
- при недопустимом давлении топлива на вводе;
- при недопустимом пониженном или повышенном уровне воды в барабане котла.

### **1.3 Техническое задание на разработку**

При проектировании любой системы особенно важен этап разработки технического задания. Техническое задание для данной работы разработано согласно требованиям ГОСТ 34.602-89 «Техническое задание на создание автоматизированной системы».

Техническое задание содержит следующие разделы:

1. «Введение», в данном разделе дается краткая характеристика рассматриваемой системы, область применения ее применения.

2. «Основания для разработки» содержит документ, на основании которого ведется разработка.

3. «Назначение разработки» указывается функциональное и эксплуатационное назначение программы или изделия.

4. «Требования к программе или программному изделию» должен содержать подразделы:

4.1 «Требования к функциональным характеристикам» содержит требования к составу выполняемых функций, организации входных и выходных данных, временным характеристикам и т. п.

4.2 «Требования к надежности», в котором указываются требования к обеспечению надежного функционирования.

4.3 «Условия эксплуатации», в котором указываются условия эксплуатации (температура окружающего воздуха, относительная влажность и т.п. для выбранных типов носителей данных), при которых должны обеспечиваться заданные характеристики.

4.4 «Требования к составу и параметрам технических средств» содержит необходимый состав технических средств с указанием основных технических характеристик.

4.5 «Требования к информационной и программной совместимости» должен содержать требования к информационным структурам, методам решения, исходным кодам, языкам программирования.

5. «Стадии и этапы разработки», в котором указывают необходимые стадии разработки, этапы и содержание работ (перечень программных документов, которые должны быть разработаны, согласованы и утверждены), а так же, как правило, сроки разработки и определяют исполнителей.

Само техническое задание будет представлено в приложение А.

## 2 ПОСТРОЕНИЕ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ

Структурной схемой называется совокупность простейших звеньев объекта и связей между ними. Простейшим звеном называют часть объекта или системы управления, которая реализует элементарную функцию.

Структурная схема разрабатывается согласно ГОСТ 2.702.-2011, для определения системы контроля и учета технологического процесса для объекта и установления связей между щитами и пультами управления.

Для построения структурной схемы, выделим следующие варианты работы системы:

1. Контур управления основной;
2. Контур управления резервный;
3. Контур управления РБ.

Рассмотрим контур 1. В зависимости от ТНВ необходимо поддерживать ТОВ. Кроме того, при превышении ТПВ 95 °С, происходит оборудование контура 1 и включение оборудования контура 2. Также в данном контуре необходимо поддерживать давление в обратном трубопроводе. В случае, если давление ниже 2,2 кгс/м<sup>2</sup>, либо выше 6,6 кгс/м<sup>2</sup> оборудования контура 1 и включение оборудования контура 2.

Контур 2 полностью идентичен контуру 1, поэтому при неисправности в контуре 2 происходит отключения всего оборудования.

В контуре 3 осуществляется поддержание оптимального давления в системе. Оно обеспечивается следующим образом: при повышении температуры открывается задвижка и лишний объем теплоносителя идет в РБ, при понижении температуры – специальным насосом 3 теплоноситель подается в систему. При неисправности насоса, в работу вступит реверсивная задвижка, необходимая для поддержания уровня воды в расширительном баке. При отсутствии сигнала с нижнего датчика уровня расположенного в расширительном баке, открыть реверсивную задвижку и закрыть при появлении сигнала с

верхнего датчика уровня. При неисправности произойдет отключение всего оборудования.

Исходя из данных, представленных выше составлена структурная схема (рисунок 3).

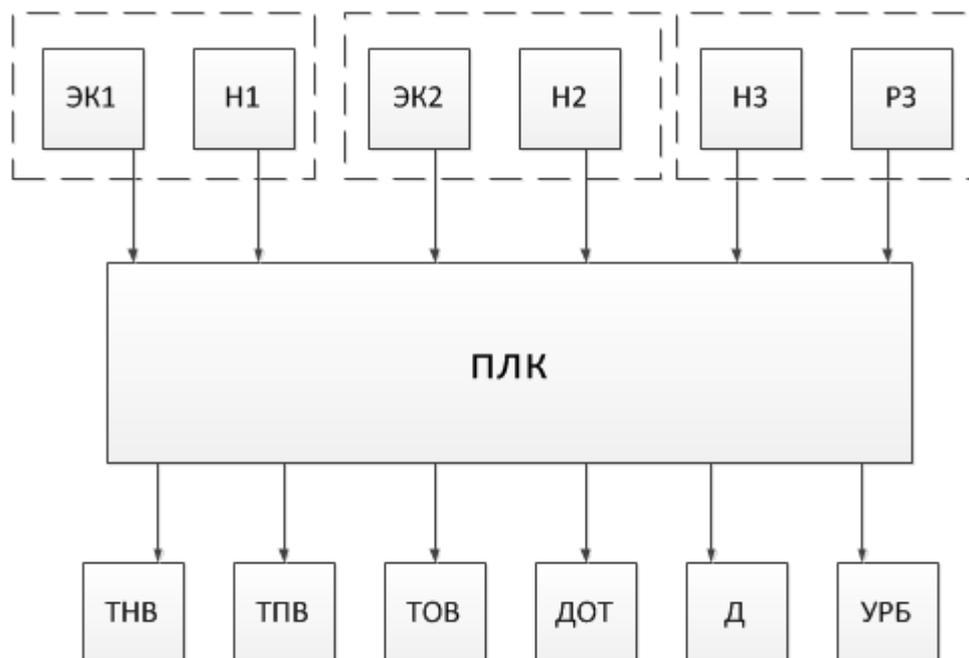


Рисунок 3 - Структурная схема автоматизации

### 3 СОЗДАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

Функциональной схемой автоматизации (далее ФСА) основной технической документ, который определяет функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса, а также оборудование объекта управления средствами автоматизации.

Разработка функциональной схемы позволит нам реализовать ряд весьма важных задач. Во-первых, мы сможем получить первичную информацию о состоянии технологического процесса или оборудования, при необходимости управлять им. Во-вторых, появится возможность контроля и регистрации технологических параметров и состояния оборудования.

ФСА представляет собой чертеж, где с помощью условных обозначений схематически изображены:

- Технологическое оборудование;
- Органы управления;
- Средства автоматизации;
- Коммуникации;
- Связи между всеми элементами.

Перечень устройств, использующихся в данной работе приведен в таблице 1.

На основании ФСА выполняются остальные чертежи проекта и составляются спецификации приборов и средств автоматизации.

Функции контроля и управления на функциональных схемах автоматизации изображают в соответствии с ГОСТ 21.404–85

Для реализации функциональных задач используются технические средства, включающие в себя:

- средства получения первичной информации;
- средства преобразования и переработки информации;

- средства представления и выдачи информации обслуживающему персоналу.

В результате составления ФСА :

1. Выбирается метод измерения технологических параметров;
2. Выбираются основные технические средства автоматизации, которые полностью соответствующие требованиям и условиям работы автоматизируемого объекта;
3. Определяются приводы ИМ регулирующих и запорных органов технологического оборудования;
4. Средства автоматизации размещаются на щитах и пультах, а также на технологическом оборудовании либо по месту;
5. Определяется способ предоставления информации о состоянии технологического процесса и оборудования.

Таблица 1 – Наименования устройств функциональной схемы

Обозначение	Наименование
1	2
⊙ NS	Магнитный пускатель
⊙ HS	Переключатель пакетный
⊙ TE	Первичный измерительный преобразователь для измерения температуры температуры
⊙ PE	Первичный измерительный преобразователь преобразователь для давления
⊙ LE	Первичный измерительный преобразователь уровня
⊙ TIA	Прибор показывающий температуру установленный на ЩАУ

1	2
PIA	Прибор показывающий давление установленный на ЩАУ
GS	Устройства, регулирующие работу исполнительных механизмов по контуру положения задвижки (дискретное управление)
GSA	Управляющее устройство по контуру регулирования положения, которое выполняет функции индикации, включения-отключения и сигнализации

Во время работы происходит постоянный опрос аналоговых датчиков:

- Температуры наружного воздуха;
- Температуры воды в прямом трубопроводе;
- Температуры воды в обратном трубопроводе;
- Давления, установленного в обратном трубопроводе.

Диапазон измеряемых величин:

- Температуры наружного воздуха (электрическая котельная вводится в работу при снижении температуры до 8 °С);
- Температуры воды в прямом трубопроводе(если температура больше 95 °С в электрокотельной должно отключиться силовое оборудование);
- Температуры воды в обратном трубопроводе (регулирование температуры осуществляется по обратной воде);
- Давления (Если давление выше 6,6 кгс/см<sup>2</sup> или ниже 2,2 кгс/см<sup>2</sup>, должно быть переключение на резервный контур);

При выходе из строя контроллера, необходимо переключить силовое оборудование н с «автоматического» режима в режим «отключено». Далее соответствии с температурным графиком и физическими величинами, отображаемыми на лицевой дверце ЩАУ, производится включение одного котла и насоса, путем поворота переключателя в положение «ремонтное».

На рисунке 4 приведена часть разработанной функциональной схемы.

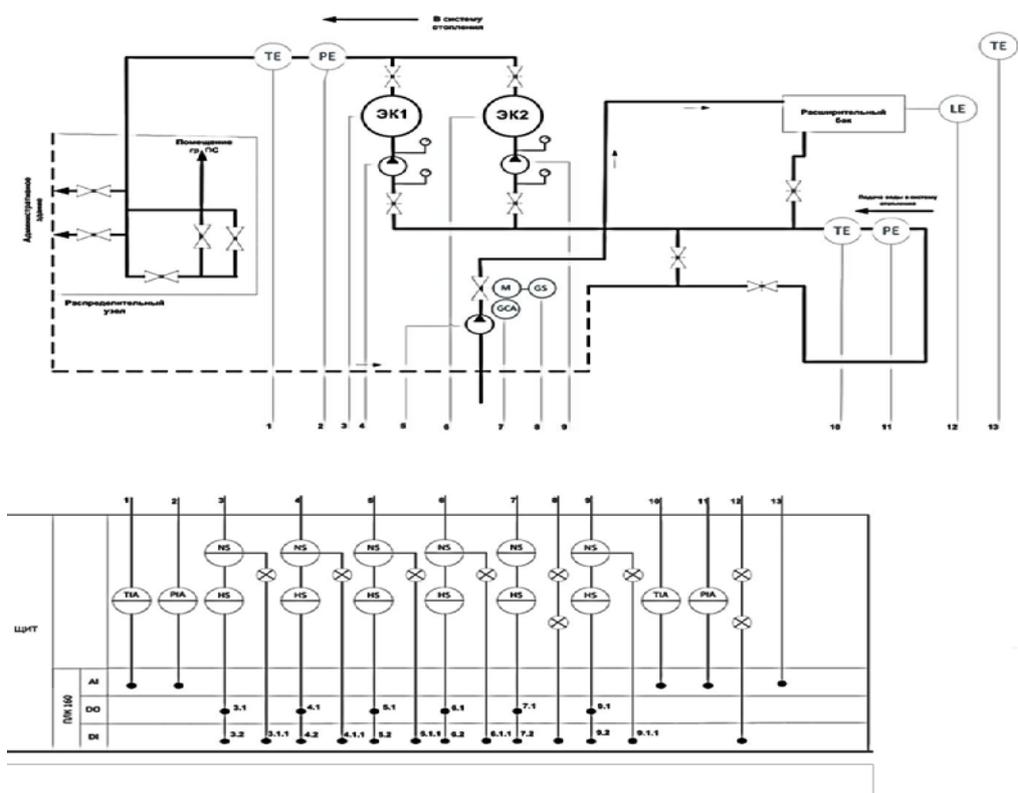


Рисунок 4 – Функциональная схема

В таблице 2 опишем сигналы измерения физических величин и управления технологическим процессом. Обозначение оборудования на рисунке 5.

Таблица 2 – Сигналы управления и измерения

№ Сигнала	Описание сигнала контроля
1	2
1	Температура в сист. Отопления
2	Давление насосов отопления
3	Электрический котел 1
3.1	Положение переключателя на щите
3.1.1	Электрический котел 1 включен
3.2	Управление котлом 1(включение)

4	Насос 1
4.1	Положение переключателя на щите
4.1.1	Насос 1 включен
4.2	Управление дв-лем. Насоса 1

Продолжение таблицы 2

1	2
5	Насос для подкачки воды в РБ (3)
6	Электрический котел 2
6.1	Положение переключателя на щите
6.1.1	Электрический котел 2 включен
6.2	Управление котлом 2(включение)
7	Риверсивная задвижка
7.1	Положение переключателя на щите
7.2	Включение дв-ля РЗ
8	Концевые выключатели
9	Насос 2
9.1	Положение переключателя на щите
9.1.1	Насос 2 включен
9.2	Управление дв-лем. Насоса 2
10	Температура обратной воды
11	Давление в обратном трубопроводе
12	Уровень воды в РБ
13	Температура наружного воздуха

*Условные обозначения*

<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>
	<i>Электромагнит</i>
	<i>Насос</i>
	<i>Задвижка</i>
	<i>Вентиль</i>
	<i>Манометр</i>

Рисунок 5 – Условные обозначения оборудования

Разработанная функциональная схема полностью находится в приложении Б.

## 4 ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ВЫБОРА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

### 4.1 Выбор средств измерения технологических переменных

Чтобы получить полную информацию об объекте автоматизируемом объекте стоит воспользоваться измерительными преобразователями.

В нашем случае, существует несколько потоков информации, измерение которых необходимо. После они преобразовываются в унифицированный сигнал и передаются на устройство управления.

В нашем случае есть три канала температуры:

- температура наружного воздуха;
- температура прямой воды;
- температура обратной воды.

Чтобы непрерывно измерять температуру воды в трубопроводе необходимо использовать погружное термосопротивление. Технические характеристики термосопротивлений приведены в таблице 3.

Требования к датчику измерения температуры в трубопроводе:

- унифицированный токовый выход, 4... 20 мА;
- диапазон измерения, 0... 120°С;
- класс точности, 5%;

Таблица 3 – Технические характеристики термосопротивлений

Тип	Овен ДТС 035	ТСПТ 101	ТСМУ-205-Н
Диапазон измерения, °С	-50...180	-50...150	-50...100
Выходной сигнал, мА	4-20	4-20	4-20
Предел допускаемой основной погрешности, %	0.5	0.25	0.25
Вх. сигнал(от темпер.)	линейная зав.	линейная зав.	линейная зав.
Материал защ. арматуры	12Х18Н10Т	12Х18Н10Т	12Х18Н10Т
Напряжение питания, В	12-36	18-42	12-36
Цена, руб.[1]	500,5	2205	2924,04

Проанализировав таблицу три, можно сделать вывод, что рациональнее всего для измерения температуры воды в трубопроводе использовать термосопротивление ДТС035Л-50М.0,5.100.И.(1). [2] На рисунках 6 и 7 изображены общий вид ДТС 035 и его схема подключения соответственно.

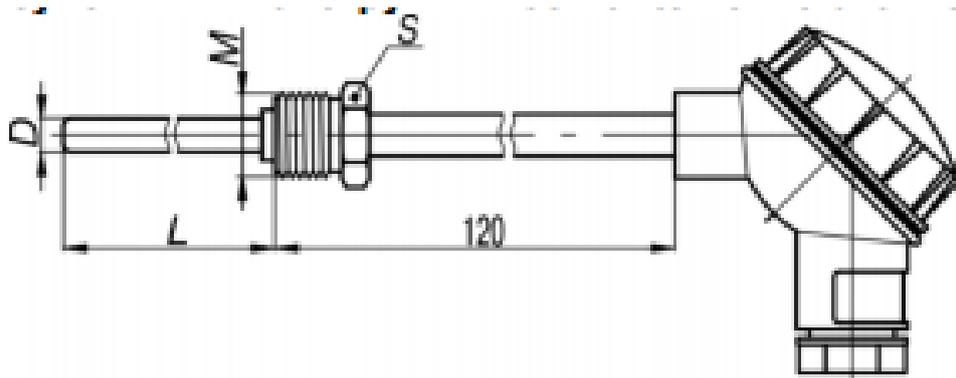


Рисунок 6 – ДТС 035

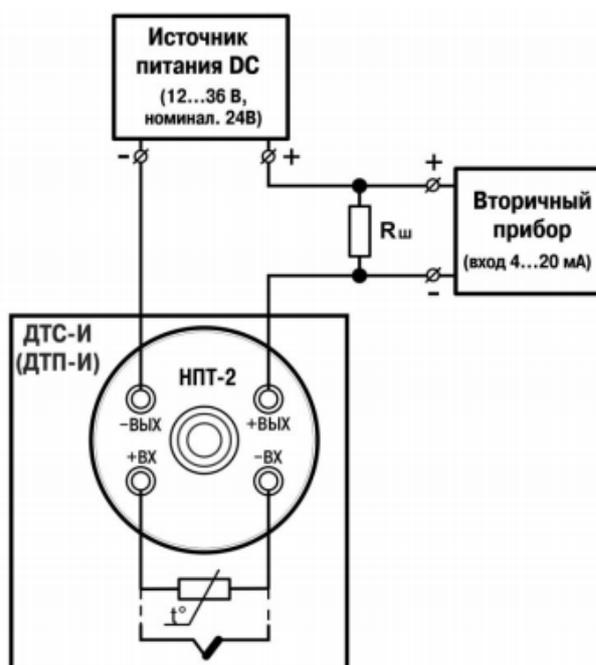


Рисунок 7 – Схема подключения ДТС 035

Для измерения температуры наружного воздуха используем термометр сопротивления ДТС125 [2]. Термометр сопротивления медный ТСМ ОВЕН ДТС125 50М В2 60 является датчиком температуры и предназначен для непрерывного измерения температуры наружного воздуха и работает совместно с приборами, имеющими вход под термосопротивления.

Технические характеристики термосопротивления ДТС 125 представлены в таблице 4. Общий вид представлен на рисунке 8.

Таблица 4 – технические характеристики ДТС 125

Материал корпуса:	нержавеющая сталь 12Х18Н10Т
Длина погружной части L:	60 мм
Диапазон измеряемых температур	-50..+100 °С
Диаметр датчика D:	6 мм
Исполнение коммутационной головки:	пластмасса
Номинальная статическая характеристика НСХ:	50М
Степень защиты:	IP54

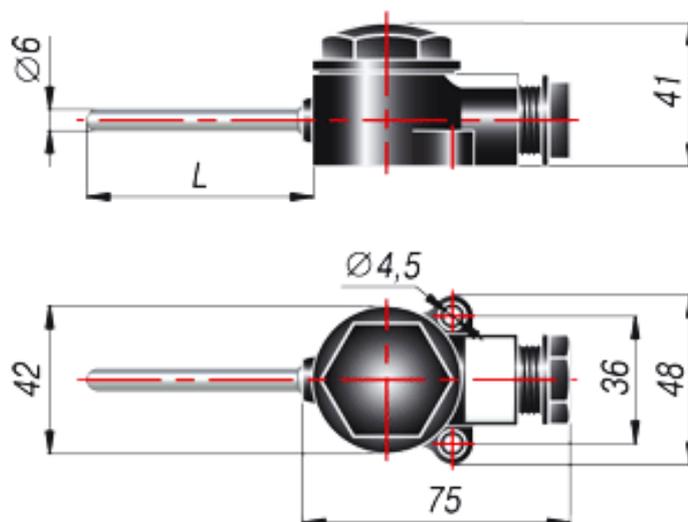


Рисунок 8 –ДТС 125

Для измерения абсолютного давления в прямом и обратном трубопроводе. Требования к датчику измерения давления:

- унифицированный токовый выход, 4... 20 мА;
- диапазон измерения, 0-10 бар;
- класс точности должен, 5%.

Рассматривались датчики SHD-LC-I 10 и ПД100. Выберем ПД 100-ДИ-111-0.5-1.0 [3] – преобразователь избыточного давления 4-20мА с мембраной из нержавеющей стали AISI 316L со штуцером M20x1.5 и с электрическим разъемом DIN43650А классом точности 0.5 давлением на 1.0МПа. (SHD-LC-I 10 сравнительно дороже). Кроме того, следует выбирать аппаратуру одного производителя. Технические характеристики представлены в таблице 5. Общий вид датчика и схема его подключения изображены на рисунках 9 и 10.

Таблица 5 – Технические характеристики ПД100-ДИ-111-0.5-1.0

Рабочее давление:	от 0 до 1.0МПа
Класс точности:	0.5
Температура рабочей среды:	-40 +100 °С
Напряжение питания:	12-36В постоянного тока
Потребляемая мощность:	не более 0.8ВА

Степень защиты корпуса:	IP65
Температура окружающего воздуха:	-40 +80 град С
Тип присоединения:	резьба M20x1.5

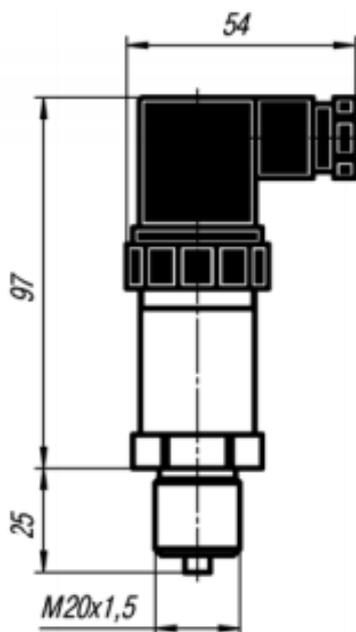


Рисунок 9 – датчик давления ПД 100

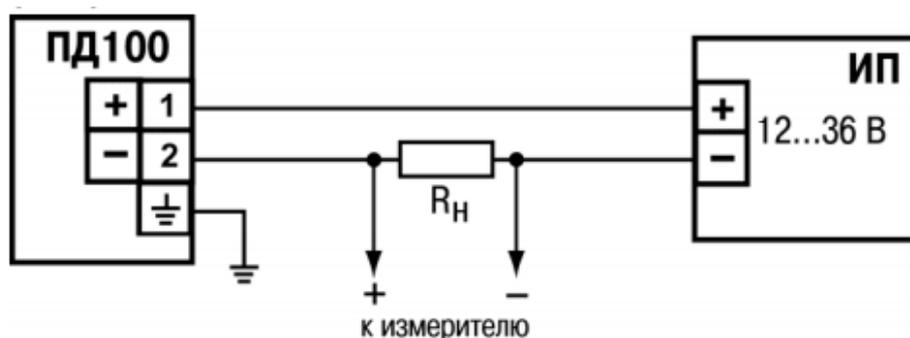


Рисунок 10 –Схема подключения ПД 100

Так же нужно осуществлять контроль наличия теплообменника в расширительном баке. Так как нужно знать только, что бак пуст или бак полон целесообразно применить трех электродный датчик уровня, позволяющий контролировать два уровня. Для измерения уровня в расширительном баке выбрали ДУ.3-1 [4].

Технические характеристики датчика уровня показаны в таблице 6.

Таблица 6 – Технические характеристики ДУ.3-1

Параметр	Значение
Количество стержней, шт	3
Длина стержней, м	1
Тип сигнала	Дискретный
Рабочая температура, °С	-20...100
Материал защитной арматуры	12Х18Н10Т
Напряжение питания, В	7-32

Схема внешних электрических подключений датчика уровня представлена на рисунке 11.

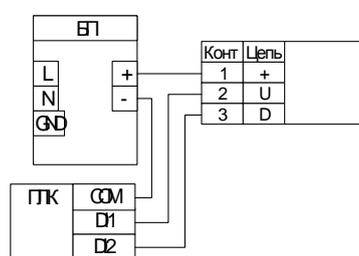


Рисунок 11 – Схема внешних электрических подключений датчика уровня

## 4.2 Силовое оборудование

Нагрев теплоносителя в электродвигательной осуществляется с помощью двух водогрейных тэновых котлов типа ZotaLux 9[5], его технические характеристики представлены в таблице 7. Работа тэновых котлов основана на преобразовании электрической энергии в тепловую при помощи ТЭНов (трубчатых электронагревателей).

Таблица 7 – Технические характеристики ZotaLux 9

Мощность (кВт):	9
Ступени мощности (кВт):	3-6-9
Максимальный КПД (%):	99
Максимальная отапливаемая площадь (м <sup>2</sup> ):	90
Вид топлива:	электричество

Производительность по горячей воде (м <sup>3</sup> /ч): 0,2	0,2
Максимальное рабочее давление (бар):	6
Минимальная температура теплоносителя (°С):	30
Напряжение сети (В/Гц):	380/50

Кроме того, в электростанции установлены марки циркуляционные насосы GrundfosUPS 40-100 F [5] (технические характеристики приведены в таблице 8) служат для циркуляции холодной и горячей воды:

- в системах отопления,
- в системах бытового горячего водоснабжения,
- в системах охлаждения и кондиционирования воздуха.

Максимальное давление в гидросистеме: 10 бар

Температура перекачиваемой жидкости: от -25 °С до + 110 °С.

Два электронасоса предназначены для подачи воды в трубопроводы системы отопления, третий для подкачки воды в расширительный бак. Насосы UPS являются насосами с ротором, изолированным от статора герметичной гильзой, т. е. насос и электродвигатель образуют единый узел без уплотнений вала, в котором применяются всего лишь две уплотнительные прокладки. Подшипники смазываются перекачиваемой жидкостью.

Особенности этих насосов:

- вал и радиальные подшипники из керамики;
- графитовый упорный подшипник;
- защитная гильза ротора и подшипниковая;
- пластина из нержавеющей стали;
- рабочее колесо из композита;
- корпус насоса из чугуна или нержавеющей стали.

Таблица 8 – Технические характеристики GrundfosUPS 40-100

Напряжение питания:	1x230В
Номинальный диаметр патрубков:	40 мм
Максимальный напор:	100 м

Монтажная длина:	250 мм
Материал корпуса:	серый чугун
Максимальное рабочее давление:	10 атм
Максимальная температура жидкости:	+2...+110 °С
Класс защиты:	IP 44

### 4.3 Выборка коммутационного оборудования

1) Электронасос марки GrundfosUPS 40-100.

Рассчитаем номинальный ток обмотки статора двигателя:

$$I_{НОМ} = \frac{P}{U \cdot \sqrt{3}}, \quad (1)$$

где P – мощность двигателя, Вт (345);

U – напряжение питающей сети, В (230).

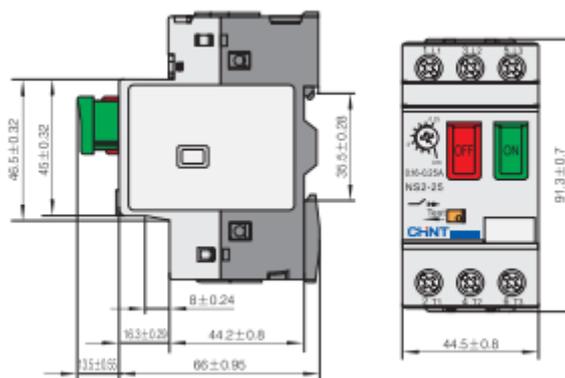
$$I_{НОМ} = \frac{345}{230 \cdot \sqrt{3}} = 0,866 \text{ А}. \quad (2)$$

К пускателю электродвигателя предъявим следующие требования:

- напряжение питания катушки, В ~220;
- номинальный ток контактов, А не менее 1А.

Для включения в сеть двигателя применим пускатель NS2-25 1-1,6А (изображен на рисунке 12) со следующими характеристиками [6]:

- напряжение питания: ~400В, 50Гц;
- максимальный ток контактов: 1,6А;
- степень защиты: IP2L0;



## Рисунок 12 - Пускатель NS2-25

2) Электрокотел типа ZotaLux 9

Рассчитаем номинальный ток:

$$I_{НОМ} = \frac{P}{U \cdot \sqrt{3}},$$

(3)

где P – мощность котла, кВт (9);

U – напряжение питающей сети, В (380).

$$I_{НОМ} = \frac{9000}{380 \cdot \sqrt{3}} = 14 \text{ А.}$$

К пускателю электродвигателя предъявим следующие требования:

- напряжение питания катушки, В ~220;
- номинальный ток контактов, А не менее 15А.

Для включения в сеть электрокотла применим контактор DILM15-10 - 15,5 А (общий вид на рисунке 13), управляющее напряжение 230В [7]:



Рисунок 13 - Контактор DILM15-10 - 15,5 А

Произведем выбор силового оборудования, используя данные, полученные выше.

1) Для электрических котлов был выбран автоматический выключатель А3716Ф (технические характеристики представлены в таблице 9). Он предназначен для проведения тока в нормальном режиме и отключения тока при коротких замыканиях, перегрузках, недопустимых снижениях напряжения. Рассчитанный для эксплуатации в электроустановках с номинальным рабо-

чим напряжением до 380/660 В переменного тока частоты 50, 60 Гц, до 380 В переменного тока частоты 400 Гц и постоянного тока до 220/440 В [8].

Таблица 9 -Характеристики автоматического выключателя А3716Ф

Тип привода	ручной
Номинальный ток	16 А
Число полюсов	3
Ф означает	нетокоограничивающий выключатель
Климатическое исполнение	У3.

2) Для электронасоса марки GrundfosUPS 40-100 F

Автоматический выключатель АЕ2046-100-16А-12In-400АС-У3-КЭАЗ. Блочный автоматический 3 полюсный выключатель переменного тока с предельной коммутационной способностью при переменном токе 3.5 кА на номинальный ток 16 А. [9]. Технические характеристики автоматического выключателя АЕ2046 представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Технические характеристики автоматического выключателя АЕ2046

Напряжение, кВ	0,66
Номинальный ток, А	16
Уставка по току срабатывания, I/In	12
Степень защиты	IP20
Износостойкость, циклов ВО	20000
Коммутационная стойкость, ВО	16000
Масса, кг	1,6

3)Для реверсивной задвижки был выбран выключатель автоматический трехполюсный ВА47-29 ИЕК.

Характеристики автоматического выключателя А3716Ф:

- Тип расцепите, тепловой и электромагнитный;
- Номинальный ток 16 А;
- Число полюсов 3.

Для передачи управляющих сигналов будем использовать промежуточное реле, при подачи напряжения на катушку промежуточного реле, его контакт замкнется в цепи питания катушки пускателя или контактора.

В упрощенном виде промежуточное реле представляет собой электромагнитную катушку с сердечником, подключаемую либо на постоянный либо на переменный ток, при появлении напряжения на которой, возникает электромагнитная сила притягивающая якорь, который, в свою очередь, замыкает подвижные контакты с неподвижными, закреплёнными на корпусе. Тем самым замыкая или размыкая группы контактов. А уже эти контакты играют свою роль в цепях управления, то есть включают цепи сигнализации или защиты, размыкают цепь питания катушки магнитного пускателя электродвигателя[10].

Промежуточное реле было выбрано РП21(М)-003-УХЛ4 ~220В (общий вид на рисунке 14) [11].

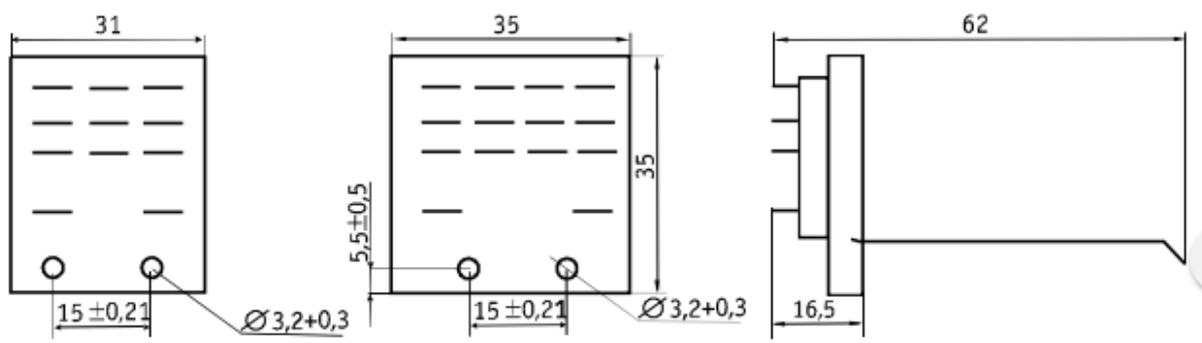


Рисунок 14 –РП21(М)-003-УХЛ4 ~220В

#### 4.4 Выбор управляющего устройства

Для управления работой электрической котельной выберем ПЛК (технические характеристики в таблице 11), это позволит использовать многие его достоинства:

- расчет и выдача необходимых технологических команд;

- повышение надежности функционирования АСУТП;
- возможность накопления информации о ходе ТП для построения технико-экономических характеристик.

Выберем контроллер фирмы Овен ПЛК 160.

- Контроллер предназначен для:
- измерения аналоговых сигналов тока или напряжения и преобразования их к выбранной пользователем физической величине;
- измерения дискретных входных сигналов;
- управление дискретными (релейными) выходами;
- управление аналоговыми выходами;
- прием и передачу данных по интерфейсам RS-485, RS-232, Ethernet;
- выполнение пользовательской программы по анализу результатов измерения дискретных и аналоговых входов, управления дискретными входами и выходами, передачи и приему данных по интерфейсам RS-485, RS-232, Ethernet.

Контроллер может применяться для создания систем автоматизированного управления технологическим оборудованием в энергетике, на транспорте, в т.ч. железнодорожном, в различных областях промышленности, жилищно-коммунального и сельского хозяйства. Контроллер может быть применен на промышленных объектах. Логика работы контроллера определяется потребителем в процессе программирования контроллера. Программирование осуществляется с помощью программного обеспечения CoDeSys 2.3.

Таблица 11 – Технические характеристики ПЛК160

Параметр	Значение
1	2
Напряжение питания, В	от 22 до 28 постоянного тока (но-

	минальное 24 В). от 90 до 264 переменного тока (номинальное 110/220 В) частотой от 47 до 63 Гц
Параметры встроенного источника питания	Выходное напряжение $24 \pm 3$ В, ток потребления не более 400 мА
Количество дискретных входов	16
Напряжение питания дискретных входов, В	$24 \pm 3$
Количество релейных выходных каналов	12
Тип поддерживаемых унифицированных сигналов	Ток от 0 (4) до 20 мА Ток от 0 до 5 мА Напряжение от 0 до 10 В
Количество аналоговых выходов	4

Продолжение таблицы 11

1	2
RS-485	1
Ethernet 100 Base-T	1
RS-232	1
RS-232-Debug	1
USB-Device	1

На рисунке 15 показано расположение контактов для подключения внешних цепей.

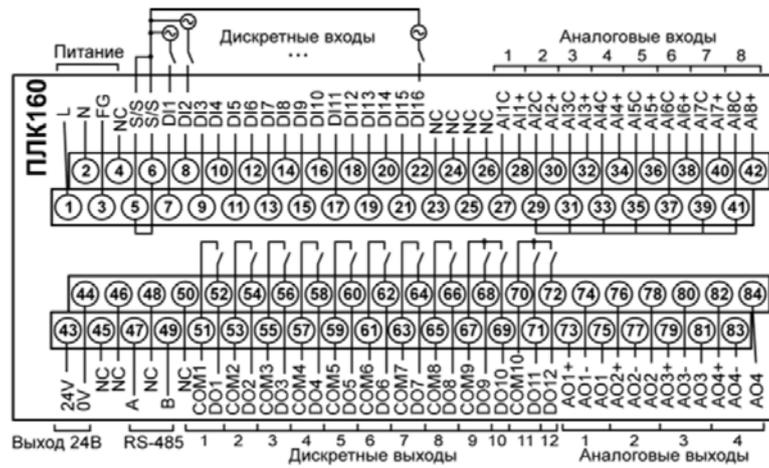


Рисунок 15 – Схема расположения контактов

Схема внешних подключений показана на рисунке 16.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
	L	N	FG	NC	COM	COM	DI1	DI2	DI3	DI4	DI5	DI6	DI7	DI8	DI9	DI10	DI11	DI12	DI13	DI14	DI15	DI16	NC	NC	NC	NC	AI1C	AI1+	AI2C	AI2+	AI3C	AI3+	AI4C	AI4+	AI5C	AI5+	AI6C	AI6+	AI7C	AI7+	AI8C	AI8+
Питание	Дискретные входы											Аналоговые входы																														
ПЛК 160																																										
Вых. 24В					RS-485				Дискретные выходы												Аналоговые выходы																					
43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	
24V	0V	NC	NC	NC	A	B	NC	COM1	DO1	COM2	DO2	COM3	DO3	COM4	DO4	COM5	DO5	COM6	DO6	COM7	DO7	COM8	DO8	COM9	DO9	COM10	DO10	COM11	DO11	COM12	DO12	AO1-	AO1+	AO2-	AO2+	AO3-	AO3+	AO4-	AO4+			

Рисунок 16– Схема внешних подключений

Для расширения системы ввода-вывода центрального процессора выберем модуль дискретного ввода/вывода МДВВ фирмы Овен.

Дискретные входы МДВВМДВВ имеет 12 дискретных входов, к которым можно подключать устройства с «сухими» контактами (кнопки, выключатели, герконы, реле и др.) или транзисторные ключи рnp типа.

Каждый дискретный вход может работать в одном из двух режимов: ON/OFF, при котором считывается непосредственно состояние входа; режим счетчика.

Дискретные выходы МДВВ для управления исполнительными механизмами В приборе по желанию заказчика могут быть установлены в различных комбинациях 8 дискретных выходных элементов (ВЭ): э/м реле, транзисторные или симисторные оптопары, выходы для управления твердотельным реле.

МДВВ позволяет непосредственно управлять дискретными выходами и подключенными к ним исполнительными механизмами через сеть RS-485. Благодаря этому МДВВ может быть использован в качестве модуля выходов для любой SCADA системы или программируемого контроллера, например ОВЕН ПЛК.

Управление дискретными выходами МДВВ возможно в двух режимах: ON/OFF, при котором дискретный выходной элемент включается и выключается по сигналу из сети; ШИМ, при котором прибор по сигналу скважности из сети самостоятельно генерирует ШИМ сигнал.

МДВВ генерирует ШИМ с высокой точностью, которую нельзя обеспечить при передаче команд включения и отключения ВЭ через низкоскоростную сеть RS485. Период ШИМ для дискретного ВЭ задается пользователем.

В случае аварии системы управления или при обрыве связи прибор переводит дискретные выходы в безопасное состояние, заданное заранее[17].

Схема внешних подключений показана на рисунке 17.



1	2
Функциональное назначение	кнопка на панель
Рабочее напряжение, В	250
Рабочий ток, А	5
Фиксация	есть
Производитель	DECA, SwitchLab Inc.
Конфигурация контактов	DPST

Продолжение таблицы 12

1	2
Подсветка	есть
Сопротивление изолятора не менее, МОм	1000

Так же для индикации аварии, питания и включенного оборудования, потребуются светодиоды L-613-R [12].

Технические параметры:

-Диаметр корпуса 8,5 мм;

-Номинальное напряжение 2 В.

-Максимальный ток 5 мА

Расчет резистора для светодиода в цепи питания 220 В:

$$R = \frac{U_{пит} - U}{I} = \frac{220 - 2}{0,05} = 43600 \text{ Ом} \quad (4)$$

где  $U_{пит}$  – Напряжение питания;

$U$  – Прямое напряжения светодиода;

$I$  – Ток протекающий через светодиод.

Выберем резистор МО-200 (С-23) 2 Вт, 47 кОм, Резистор металлооксидный[12].

Расчет резистора для светодиода в цепи питания 24 В:

$$R = \frac{U_{пит} - U}{I} = \frac{24 - 2}{0,05} = 4400 \text{ Ом} \quad (5)$$

где  $U_{пит}$  – Напряжение питания;

$U$  – Прямое напряжения светодиода;

$I$  – Ток протекающий через светодиод.

Выберем резистор МО-200 (С-23) 2 Вт, 4,7 кОм, Резистор металлооксидный[12].

Для питания датчиков, катушек реле, контроллера, выбираем блок питания фирмы OmronS8VS-06024В, мощностью 60 Вт [13].

## 5 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

Принципиальной схемой называется графическая модель, предназначенная для обозначения связей между элементами электрического устройства с помощью условных графических и пиктограмм.

Принципиальные электрические схемы необходимы для решения следующих задач:

- задача управления;
- задача регулирования;
- задача защиты;
- задача измерения;
- задача сигнализации.

Кроме того, на основе принципиальные схемы разрабатываются другие немало важные документы (монтажных таблиц щитов и пультов, схем внешних соединений и т.д.). Эти схемы позволяют детально представить работу системы и необходимы для изучения принципа действия системы и при производстве наладочных работ и в эксплуатации.

При разработке системы автоматизации технологических процессов принципиальная схема выполняется применительно к отдельным самостоятельным элементам, установкам или участкам автоматизируемой системы. В случае необходимости, используя эти схемы, составляются принципиальные электрические схемы, которые охватывают целый комплекс отдельных эле-

ментов, которые дают полное представление в связях между всеми элементами управления, блокировки, защиты и сигнализации этих установок или агрегатов.

Несмотря на все многообразие принципиальных схем в системах автоматизации, любая схема (вне зависимости от сложности) представляет собой определенным образом составленное сочетание отдельных, достаточно элементарных электрических цепей и типовых функциональных узлов, которые в заданной последовательности выполняют ряд стандартных операций:

- передача командных сигналов от органов управления (измерения) к исполнительным органам;
- усиление (размножение) командных сигналов и их сравнение;
- превращение кратковременных сигналов в длительные;
- блокировка сигналов.

Элементарным цепям являются типовые схемы включения измерительных приборов различного назначения.

Безусловно, в разработке принципиальных электрических схем содержатся некоторые элементы творчества и требуется умелое применение элементарных электрических цепей и типовых функциональных узлов, оптимальная компоновка их в единую схему с учетом удовлетворения предъявляемых к схемам требований, кроме того возможно упрощение и минимизация схемы. Рассматривая методы разработки принципиальных электрических схем в процессе проектирования систем автоматизации технологических процессов необходимо рассмотреть в общем комплексе вопросов, вопросы связанные с контролем, управлением и регулированием данного объекта. В любом случае кроме полного удовлетворения требований, предъявляемых к системе управления, каждая схема должна обеспечивать высокую надежность, простоту и экономичность, четкость действий при аварийных режимах, удобство оперативной работы, эксплуатации, четкость оформления.

Надежностью схемы называют ее способность безотказно выполнять свои функции в течение некоторого интервала времени в заданных режимах

работы. Данное требование, как правило, обеспечивается рядом технических мероприятий:

- применение самых надежных элементов;
- оптимальный режим их работы;
- резервирование малонадежных либо самых важных элементов;
- автоматический контроль за неисправностью схемы;
- запретные блокировки, которые исключают возможность проведения ложных операций;
- сокращение времени нахождения элементов схемы под напряжением.

Главным требованием, которое предъявляется к схемам, является надежность действия. Любые преимущества схемы могут быть утрачены, в случае если при проектировании обеспечению надежности действия схемы не будет уделено должного внимания. Требования к уровню надежности схем регулирования, управления и сигнализации определяется оценкой последствий отказов их действия для конкретных участков технологического процесса. Иногда эти отказы могут явиться причинами возникновения или развития тяжелых аварий.

Для обеспечения простоты и экономичности схем используются:

- наиболее дешевая аппаратуры и типовые узлы;
- сокращение числа элементов в схеме и ограничение их номенклатуры;
- применение систем электропривода производственных механизмов, которые обеспечивают высокие энергетические показатели в установившихся и переходных режимах работы.

Проектируя принципиальную электрическую схему необходимо тщательно анализировать предъявляемые к данной схеме требования. Если некоторые второстепенные требования значительно усложняют и делают схему дороже, то такие требования необходимо пересмотреть. Принимая решения в

вопросах экономичности схемы, следует учитывать не только капитальные вложения, но и ежегодные эксплуатационные расходы.

В системе автоматизации технологических процессов, любая принципиальная схема должна быть построена так, чтобы при возникновении аварийного режима, вызванного неисправностями в цепях управления либо при снижении (полном исчезновении) и последующем восстановлении напряжения питания в силовых цепях управления, обеспечение безопасности персонала и предотвращение дальнейшего развития аварии, приводящего к повреждению механического или электрического.

Анализируя работу схемы в аварийном режиме, необходимо учитывать:

- перегорание предохранителей или отключение автоматов;
- возникновение короткого замыкания или замыкания на землю в различных точках схемы;
- обрыв проводов;
- сгорание катушек контакторов или реле;
- приваривания контактов.

Аварийный режим рассматривается как в результате возникновения какой-либо одной неисправности, так и вероятность возникновения одновременно двух или более неисправностей.

Принципиальная электрическая схема должна обеспечивать оптимальные условия для работы оперативного персонала. Данное требование предусматривает:

- упрощение операций, которые производятся обслуживающим персоналом при управлении;
- сокращается числа органов управления;
- появляется возможность просто и быстро выбрать необходимый режим работы;
- снятие и введение блокировочных связей и зависимостей.

Под удобством эксплуатации подразумевается то, что принципиальная электрическая схема должна быть спроектирована таким образом, чтобы ее эксплуатация в производственных условиях была простой, требовала минимум затрат и внимания эксплуатационного персонала и обеспечивала возможность проведения ремонтных и наладочных работ с соблюдением необходимых мер безопасности.

Под четкостью оформления подразумевается оформление любой электрической схемы понятно, просто и компактно. Графическому оформлению схемы необходимо способствовать наилучшему восприятию содержания схемы.

При проектировании системы автоматизации принципиальная электрическая схема разрабатывается следующим образом:

1) на основании функциональной схемы автоматизации необходимо составить точно сформулированные технические требования, которые предъявляются к принципиальной электрической схеме;

2) исходя из этих требований устанавливаются условия и последовательность действия схемы;

3) каждое из условий действия схемы изображается в виде элементарных цепей, которые отвечают данному условию действия;

4) элементарные цепи объединяются в общую схему;

5) производится выбор аппаратуры и электрический расчет параметров отдельных элементов;

6) схема корректируется в соответствии с возможностями принятой аппаратуры;

7) проводится проверка в схеме на возможность возникновения ложных или обходных цепей либо ее неправильной работы при повреждениях элементарных цепей или контактов;

8) рассматривается решение и принимается окончательная схема применительно к имеющейся аппаратуре.

На сегодняшний день уделяется огромное внимание внедрению в практику проектирования автоматизированные способы выполнения схем, в том числе и принципиальных электрических, что должно значительно улучшить качество документации и сократить сроки проектирования.

Автоматизация проектирования в первую очередь необходима для разработчиков сложных систем автоматизации технологических процессов. В ГОСТ 2.701-2008 принципиальная схема определяется как «схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними и, как правило, дающая детальное представление о принципах работы изделия».

Разработанные схемы находятся в приложениях В и Г.

### **5.1 Описание работы принципиальной электрической схемы**

Положение ключей в автоматическом и ремонтном режиме. Положение ключа «Р», замкнуты контакты 1-2, ремонтный режим, ПЛК отключен от управления электродвигательной, управление электродвигательной в ручном режиме. Положение ключа «А», замкнуты контакты 3-4, автоматический режим, на вход ПЛК приходят сигналы о том, что электродвигательная работает в штатном режиме автоматическом.

Датчики запитаны от источника питания 24 В и непрерывно вырабатывают аналоговый сигнал 4 – 20 мА. Четыре аналоговых датчика и один дискретный датчик. Датчики температур подключены по 4-х проводной схеме, датчик давления подключен по 2-х проводной схеме. Датчики температуры прямой и обратной воды, а также датчик давления подключены к ПЛК160 для обеспечения индикации величин на ЩАУ. Дискретный датчик уровня воды в расширительном баке, передает данные на ПЛК 160, на линии передачи сигналов установлены реле. Контакты реле К7 и К8 размыкают/замыкают цепь питания светодиодов 7 и 8 установленных на лицевой стороне, дверце ЩАУ, которые сигнализируют о уровне воды в расширительном баке.. В соответствии с управляющей программой в зависимости от входных параметров, контроллер вырабатывает управляющие сигналы.

Все силовое оборудование работает в режиме «включено/выключено», то есть двухпозиционное регулирование. Так же на входы ПЛК приходят сигналы с реле напряжения, оповещая какое оборудование включено в питание и может участвовать в работе. Если произошло превышение по току, замыкается контакт на входе контроллера и происходит прекращение подачи управляющего сигнала, соответствующего электродвигателя. При достижении требуемого программой условия контроллер снимает управляющий сигнал и оборудование останавливается.

Светодиоды установлены на лицевой стороне дверцы ЩАУ. Предназначены для индикации работы силового оборудования, наличия питания 24 В, уровня в расширительном баке, авария:

- В работе электродвигатель №1;
- В работе электродвигатель №2;
- В работе насос №1;
- В работе насос №2;
- В работе насос №3;
- В работе реверсивная задвижка;
- Питание;
- Пуст;
- Заполнен;
- Авария.

## 6 ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

### 6.1 Разработка полного алгоритма программы

Данный пункт ВКР посвящен разработке полного алгоритма работы ЭЖ в соответствии с ГОСТ19.701-90 [5]. Здесь необходимо обозначить конкретные блоки, для получения полного алгоритма.

*Программа начинается со считывание входных параметров:*

- Наличие напряжения силового оборудования;
- Защита по току электродвигателей;
- Температура наружного воздуха не должна превышать 8 °С;
- Температура обратной воды не должна быть меньше 25 °С;
- Оборудование в автоматическом управлении;
- Введение оборудования в работу;
- Запуск электродвигательной.

*Реализовать следующие условия работы котлов:*

- Включение электродвигателя при ( $t_{\text{ов.зад}} - t_{\text{уст}}$ );
- Отключение электродвигателя при ( $t_{\text{ов}} = t_{\text{ов.зад}}$ );
- Отключение силового оборудования ЭЖ при температуре прямой воды больше 95 °С.

*Реализовать следующие условия работы насосов:*

- Если давление в обратном трубопроводе больше 6,6 кгс/см<sup>2</sup>, в течении 10 секунд, отключить силовое оборудование;

- Если давление в обратном трубопроводе меньше  $2,2 \text{ кгс/см}^2$ , в течении 10 секунд, включить второй резервный насос;
- Если при работе насосов, в течении 10 секунд давление не станет больше  $2,2 \text{ кгс/см}^2$  отключить силовое оборудование;
- Возможность нормальной работы программы при выводе из работы одного из насосов.

*Реализовать следующие условия работы реверсивной задвижки:*

- Открытие задвижки происходит при отсутствии сигнала нижнего датчика уровня;
- Закрытие задвижки происходит при появлении сигнала с верхнего датчика уровня.
- Если после сигнала открытия, в течении 20 секунд не появился сигнал с дискретного датчика конечного положения «открыто», подать сигнал на закрытие реверсивной задвижки;
- Если после сигнала закрытия, в течении 20 секунд не появился сигнал с дискретного датчика конечного положения «закрыто», выключить силовое оборудование.

В соответствии с выше изложенными условиями был разработан полный алгоритм программы, представленный в приложении Д.

## **6.2 Разработка управляющей программы**

Перечень входных и выходных переменных представлен ниже в таблицах 13-17.

Таблица 13 – Перечень входных аналоговых сигналов

Наименование	Описание	Единицы измерения	Предел измерения	Тип сигнала
AN_TEMP_NV	Температура наружного воздуха	°С	-60...85	(4-20) мА
AN_TEMP_PV	Температура воды в прямом трубопроводе	°С	-50...150	(4-20) мА
AN_TEMP_OV	Температура воды в обратном трубопроводе	°С	-50...150	(4-20) мА

AN_DAV		кгс/см <sup>2</sup>	0...10	(4-20) мА
--------	--	---------------------	--------	-----------

Таблица 14 – Перечень входных дискретных сигналов

Наименование	Описание
1	2
AVT_N1	Насос 1. Положение переключателя «Автоматический режим»
AVT_N2	Насос 2. Положение переключателя «Автоматический режим»
AVT_N3	Насос 3. Положение переключателя «Автоматический режим»

Продолжение таблицы 14

1	2
AVT_EK1	Котел 1. Положение переключателя «Автоматический режим»
AVT_EK2	Котел 2. Положение переключателя «Автоматический режим»
AVT_RZ	Реверсивная задвижка. Положение переключателя «Автоматический режим»
U_N1	Насос 1. Состояние «Есть питание в цепи управления»
U_N2	Насос 2. Состояние «Есть питание в цепи управления»
U_N3	Насос 3. Состояние «Есть питание в цепи управления»
U_EK1	Котел 1. Состояние «Есть питание в цепи управления»
I_EK1	Котел 1. Состояние «Токовая защита»
I_EK2	Котел 2. Состояние «Токовая защита»
DOWN_LVL	Расширительный бак. Состояние «Низкий уровень»
UP_LVL	Расширительный бак. Состояние «Высокий уровень»
SQ_RZ_OTKR	Реверсивная задвижка. Состояние «Открыта»
SQ_RZ_ZAKR	Реверсивная задвижка. Состояние «Закрыта»
EK	Котлы. Состояние «Температура обратной воды ниже уставки (Включить котел)»

Таблица 15 – Перечень входных дискретных сигналов, принимаемых по интерфейсу

Наименование	Пояснение
1	2
PRED_N_U_EK1	Котел 1. Предупреждение «Нет напряжения»
PRED_N_U_EK2	Котел 2. Предупреждение «Нет напряжения»

PRED_N_U_N1	Насос 1. Предупреждение «Нет напряжения»
PRED_N_U_N2	Насос 2. Предупреждение «Нет напряжения»
PRED_N_U_N3	Насос 3. Предупреждение «Нет напряжения»
PRED_N_U_RZ	Реверсивная задвижка. Предупреждение «Нет напряжения»
PRED_N_AVT_EK1	Котел 1. Предупреждение «Автоматический режим выключен»
PRED_N_AVT_EK2	Котел 2. Предупреждение «Автоматический режим выключен»
PRED_N_AVT_N1	Насос 1. Предупреждение «Автоматический режим выключен»
PRED_N_AVT_N2	Насос 2. Предупреждение «Автоматический режим выключен»

Продолжение таблицы 15

1	2
PRED_N_AVT_N3	Насос 3. Предупреждение «Автоматический режим выключен»
PRED_N_AVT_RZ	Реверсивная задвижка. Предупреждение «Автоматический режим выключен»
PRED_N_I_EK1	Котел 1. Предупреждение «Сработала токовая защита»
PRED_N_I_EK2	Котел 2. Предупреждение «Сработала токовая защита»
PRED_DOWN_DAV	Давление. Предупреждение «Низкое давление»
PRED_UP_DAV	Давление. Предупреждение «Высокое давление»
PRED_RZ_N_OTKR	Реверсивная задвижка. Предупреждение «Не открылась»
PRED_EK1_V_REM	Котел 1. Предупреждение «В ремонте»
PRED_EK2_V_REM	Котел 2. Предупреждение «В ремонте»
PRED_N3_V_REM	Насос 3. Предупреждение «В ремонте»
PRED_RZ_V_REM	Реверсивная задвижка. Предупреждение «В ремонте»
PRED	Электрическая котельная. Предупреждение «Не нормальный режим работы»
ERROR_N_U_EK	Котлы. Авария «Нет напряжения питания в цепи управления котлами»
ERROR_N_U_N	Насосы. Авария «Нет напряжения питания в цепи управления насосами»
ERROR_DOWN_DAV	Давление. Авария «Низкое давление»
ERROR_UP_DAV	Давление. Авария «Высокое давление»
ERROR_UP_TEMP	Температура прямой воды. Авария «Высокая температура»
ALARM	Электрическая котельная. Авария «Аварийный режим»

OTKR	Реверсивная задвижка. Состояние «Открыта»
USTAV	Уставка. Значение уставки
TEMP_Z	Уставка. Верхняя граница уставки
UST	Уставка. Нижняя граница уставки

Таблица 16 – Перечень выходных дискретных сигналов

Наименование	Описание
1	2
P_N1	Насос 1. Состояние «Пуск/Отключение»

Продолжение таблицы 16

1	2
P_N2	Насос 2. Состояние «Пуск/Отключение»
P_N3	Насос 3. Состояние «Пуск/Отключение»
P_EK1	Котел 1. Состояние «Пуск/Отключение»
P_EK2	Котел 2. Состояние «Пуск/Отключение»
P_RZ_OTKR	Реверсивная задвижка. Состояние «Открыть»
P_RZ_ZAKR	Реверсивная задвижка. Состояние «Закрыть»
OTKL_EK	Электрическая котельная. Состояние «Отключить»

Таблица 17– Перечень выходных дискретных сигналов, передаваемых по интерфейсу

Наименование	Описание
1	2
VV_RAB_N1	Насос 1. Состояние «Ввод в работу»
VV_RAB_N2	Насос 2. Состояние «Ввод в работу»
VV_RAB_N3	Насос 3. Состояние «Ввод в работу»
VV_RAB_EK1	Котел 1. Состояние «Ввод в работу»
VV_RAB_EK2	Котел 2. Состояние «Ввод в работу»
VV_RAB_RZ	Реверсивная задвижка. Состояние «Ввод в работу»
VV_EK	Электрическая котельная. Состояние «Ввод в работу»
VV_REM_N1	Насос 1. Состояние «Вывод в ремонт»
VV_REM_N2	Насос 2. Состояние «Ввод в ремонт»
VV_REM_N3	Насос 3. Состояние «Ввод в ремонт»

VV_REM_EK1	Котел 1. Состояние «Ввод в ремонт»
VV_REM_EK2	Котел 2. Состояние «Ввод в ремонт»
VV_REM_RZ	Реверсивная задвижка. Состояние «Ввод в ремонт»
VIV_RAB_N1	Насос 1. Состояние «Вывод из работы»
VIV_RAB_N2	Насос 2. Состояние «Вывод из работы»
VV_REM_N1	Насос 1. Состояние «Вывод в ремонт»
VIV_RAB_EK2	Котел 2. Состояние «Вывод из работы»
VIV_RAB_RZ	Реверсивная задвижка. Состояние «Вывод из работы»
VIV_REM_N1	Насос 1. Состояние «Вывод из ремонта»

Продолжение таблицы 17

1	2
VIV_REM_N2	Насос 2. Состояние «Вывод из ремонта»
VIV_REM_N3	Насос 3. Состояние «Вывод из ремонта»
VIV_REM_EK1	Котел 1. Состояние «Вывод из ремонта»
VIV_REM_EK2	Котел 2. Состояние «Вывод из ремонта»
VIV_REM_RZ	Реверсивная задвижка. Состояние «Вывод из ремонта»

Программа была разработана в CoDeSysV2.3. Имитация входных параметров, от которых зависит работа электрической котельной, была выполнена так же в CoDeSysV2.3.

На рисунке 18 представлено окно с имитирующими органами. На данном рисунке представленный нормальный режим работы, при котором состояние кнопок имитируют следующие входные сигналы:

- Есть напряжение в цепи управления насосом 1;
- Есть напряжение в цепи управления насосом 2;
- Есть напряжение в цепи управления насосом 3;
- Есть напряжение в цепи управления котлом 1;
- Есть напряжение в цепи управления котлом 2;
- Есть напряжение в цепи управления реверсивной задвижки;
- Насос 1 введен в автоматический режим;
- Насос 2 введен в автоматический режим;
- Насос 3 введен в автоматический режим;

- Котел 1 введен в автоматический режим;
- Котел 2 введен в автоматический режим;
- Задвижка введена в автоматический режим;
- Ток котла 1 не превышен, контакты реле не замкнуты;
- Ток котла 2 не превышен, контакты реле не замкнуты;
- Есть сигналы с верхнего и нижнего датчика уровня;
- Есть сигнал с концевого выключателя «закрыто».

+	ТЕМПЕР. НАР. ВОЗД.	
-	-25.577526	
+	ТЕМПЕР. ПРЯМ. ВОДЫ	I_EK1
-	62.500191	
+	ТЕМПЕР. ОБРАТН. ВОДЫ	I_EK2
-	37.500095	
+	ДАВЛЕН. ОБРАТН. ТРУБОПРОДА	
-	2.562498	AVT_N1
<input type="button" value="UP"/> <input type="button" value="ОТКР"/>		AVT_N2
<input type="button" value="DOWN"/> <input type="button" value="ЗАКР"/>		AVT_N3
<input type="button" value="U_N1"/> <input type="button" value="U_EK1"/>		AVT_EK1
<input type="button" value="U_N2"/> <input type="button" value="U_EK2"/>		AVT_EK2
<input type="button" value="U_N3"/> <input type="button" value="U_RZ"/>		AVT_RZ

Рисунок 18 – Имитационное окно

Кроме того на рисунке 18 представлены физические величины, измеряемые в контуре отопления, изменение которых производится путем нажатия кнопок «+» и «-», соответственно.

Переменные, которые имитируют работу датчиков измерения температур и давления представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Сигналы имитирующие работу аналоговых измерительных приборов

Наименование	Пояснение
1	2
TEMP_OV_PLUS	Температура воды в обратном трубопроводе. Увеличить
TEMP_OV_MINUS	Температура воды в обратном трубопроводе. Уменьшить
TEMP_PV_PLUS	Температура воды в прямом трубопроводе. Увеличить
TEMP_PV_MINUS	Температура воды в прямом трубопроводе. Уменьшить

Продолжение таблицы 18

1	2
TEMP_NV_PLUS	Температура наружного воздуха. Увеличить
TEMP_NV_MINUS	Температура наружного воздуха. Уменьшить
DAV_PLUS	Давление, нагнетенное циркуляционными насосами. Увеличить
DAV_MINUS	Давление, нагнетенное циркуляционными насосами. Уменьшить

Действительные физические значения после преобразования записываются в соответствующие переменные и уже они, непосредственно участвуют в алгоритме программы. Это было сделано, для полного приближения к реальности, для применения данной программы в настоящих эксплуатационных условиях, нужно удалить переменные имитирующие изменения аналоговых сигналов и привязать переменные с индексом «ANALOG» к реальным входам контроллера.

Согласно полному алгоритму работы, была разработана управляющая программа, которая представлена в приложении Д.

### 6.3 Разработка SCADA-системы

SCADA - программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления. SCADA может являться частью АСУ ТП, системы экологического мониторинга, научного эксперимента, автоматизации здания и т. д. SCADA-системы

используются во всех отраслях хозяйства, где требуется обеспечивать операторский контроль за технологическими процессами в реальном времени. Данное программное обеспечение устанавливается на компьютеры и, для связи с объектом, использует драйверы ввода-вывода или OPC/DDE серверы.

Основная задача SCADA - это сбор информации о множестве удаленных объектов, поступающей с пунктов контроля, и отображение этой информации в едином диспетчерском центре. Кроме этого, SCADA должна обеспечивать долгосрочное архивирование полученных данных. При этом диспетчер зачастую имеет возможность не только пассивно наблюдать за объектом, но и ограниченно им управлять, реагируя на различные ситуации.

Работа SCADA - это непрерывный процесс сбора информации с удаленных объектов для обработки, анализа и возможного управления.

Для разработки SCADA была выбрана инструментальная система TRACEMODE 6 это универсальное средство разработки и отладки приложений для автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) и управления производством (АСУП).

Для межпрограммного обмена был выбран основной стандарт, обмена данными в сфере промышленной автоматизации OPC(OLEforProcessControl).

Стандарт OPC обладает следующими преимуществами:

1. позволяет объединить на уровне объектов различные системы управления и контроля, функционирующие в распределенной гетерогенной среде;
2. устраняет необходимость использования нестандартных протоколов обмена данными между устройством и SCADA-системой.

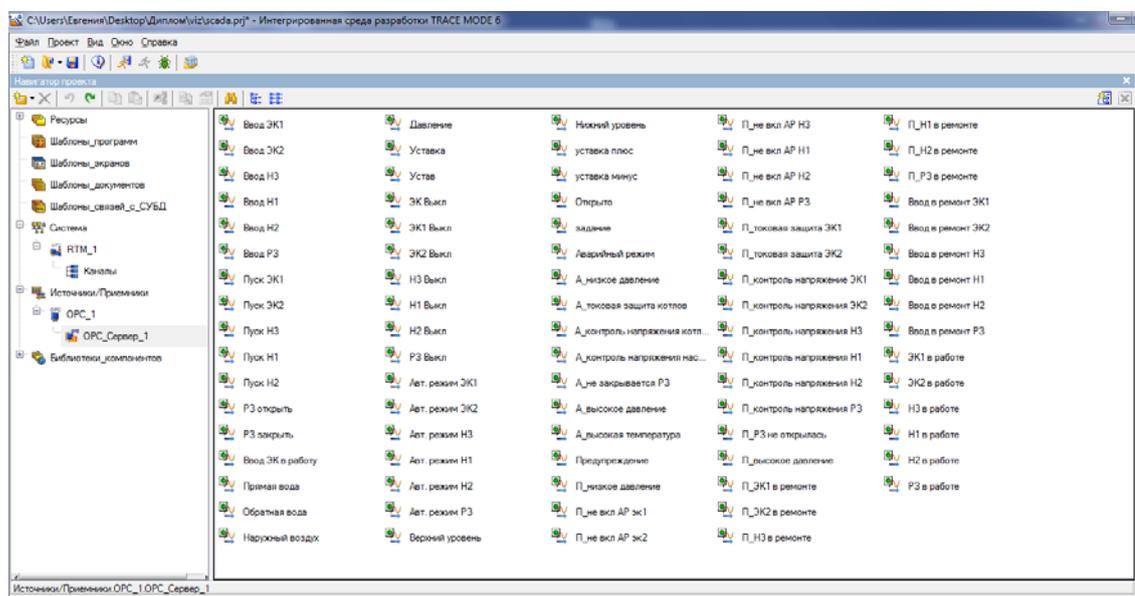
Основная цель стандарта OPC заключается в создании универсального механизма доступа к любому аппаратному устройству из прикладной программы. OPC позволяет производителям оборудования поставлять программные компоненты, которые стандартным способом обеспечивают связь ПО с технологическим контроллером.

Недостатки OPC технологии:

- доступность только на операционных системах семейства MicrosoftWindows;

- связь с технологией DCOM, исходные коды которой являются закрытыми. Это не позволяет решать вопросы надежности ПО, а также выявлять и устранять возникающие программные отказы (проблемы конфигурирования, доступа к Интернету, безопасности);

OPC-сервер – программа, получающая данные во внутреннем формате устройства или системы и преобразующая эти данные в формат OPC. OPC-сервер является источником данных для OPC-клиентов. По своей сути OPC-



сервер – это некий универсальный драйвер физического оборудования, обеспечивающий взаимодействие с любым OPC-клиентом.

Разработанная SCADA-система представлена ниже. На рисунке 19 показаны созданные каналы Источники/Приемники с помощью которых будет осуществляться обмен с OPC-сервером. Главный экран изображен на рисунке 20. Далее показано окно управление (переход с главного экрана через соответствующую кнопку) и окно параметров на рисунках 21 и 22 соответственно.

Рисунок 19 – Каналы Источники/Приемники

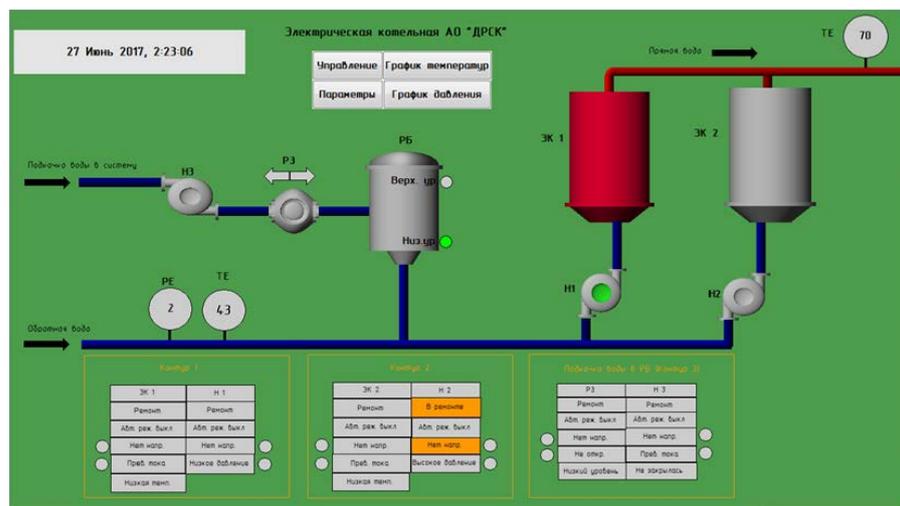


Рисунок 20 – Главный экран

Главный экран позволяет наблюдать за работой в реальном времени. Здесь:

- 1) Работающий электрокотел подсвечивается красным цветом, не работающий серым;
- 2) Работающий насос подсвечивается зеленым цветом, не работающий серым;
- 3) Реверсивная задвижка в состоянии ожидания подсвечивается серым цветом, при открытии задвижки загорается зеленая стрелка направленная вправо, а при закрытии задвижки, загорается зеленая стрелка направленная влево, в открытом состоянии задвижка загорается зеленым цветом;
- 4) Расширительный бак подсвечивается серым, при закрытой реверсивной задвижке. При открытой реверсивной задвижке расширительный бак подсвечиваются голубым цветом. Так же на расширительном баке присутствуют две отметки, которые отображают сигналы с датчика уровня, если есть сигнал, лампа горит зеленым цветом, если нет, серым;
- 5) Так же отображаются измеряемые физические величины, такие как, температура в трубопроводе прямой и обратной воды, и давление, нагнетенное циркулирующими насосами.

Не нормальный режим работы котельной отображается включением оранжевых ламп на главном экране:

- 1) В случае введенного оборудования в ремонт;

- 2) В случае не введенного оборудования в автоматический режим;
- 3) В случае отсутствия подаваемого напряжения, на катушки коммутационной аппаратуры;
- 4) В срабатывания реле максимального тока;
- 5) Если в течении десяти секунд давление держится ниже уставки;
- 6) Если в течении десяти секунд давление держится выше уставки;
- 7) Если после подачи сигнала на открытие реверсивной задвижки, в течении двадцати секунд не поступил сигнал с концевого выключателя
- 8) Если при подачи сигнала на включение электродогревателя, в течении пяти минут температура не повысится выше  $t_{\text{ов.зад}} - 5 \text{ } ^\circ\text{C}$ , то есть будет меньше на пять градусов Цельсия, чем температура задания, то загорится оранжевая лампа «Низ. темпер.» и включится следующий в очереди котел. Этот сигнал свидетельствует о неисправности соответствующей коммутационной аппаратуры или самого электродогревателя;
- 9) Если при открытой задвижке, в течении тридцати минут не поступает сигнал на нижний уровень, подается сигнал «Низкий уровень» и задвижка закрывается.

Аварийный режим отображается включением аварийных ламп(круглых, располагающихся рядом с соответствующими предупредительными):

- 1) Если нет сигнала с реле минимального напряжения, установленных в цепях питания катушек контакторов, запускающих электродогреватели, загорается красная лампа «Нет напр.»;
- 3) Если нет сигнала с реле минимального напряжения, установленных в цепях питания катушек магнитных пускателей, запускающих насосы, загорается красная лампа «Нет напр.»;
- 4) Если поступят сигналы о сработавших реле максимального тока, загорается красная лампа «Прев. тока»;
- 5) В случаи превышения температуры воды в прямом трубопроводе больше  $97 \text{ } ^\circ\text{C}$ , загорается красная лампа «Выс. темп.»;

6) Если в течении двадцати секунд давление держится ниже уставки, загорается красная лампа «Низ. дав.»;

7) Если в течении двадцати секунд давление держится выше уставки, загорается красная лампа «Выс. дав.»;

8) Если, после подачи управляющего сигнала на закрытие реверсивной задвижки, в течении двадцати секунд, не поступил сигнал с концевого выключателя, загорается красная лампа «Не закрылась».

Для перехода на другие экраны используются четыре кнопки с соответствующими названиями. С помощью кнопки «Управление» можно перейти на соответствующий экран (рисунок 21), где расположены выключатели для ввода и вывода силового оборудования.

На рисунке 22 показано окно параметров, в которое можно перейти с помощью кнопки «параметры», расположенной в главном окне.

В данном окне представлены стрелочные приборы и таблицы, в которых отображены параметры, их значения и уставки.

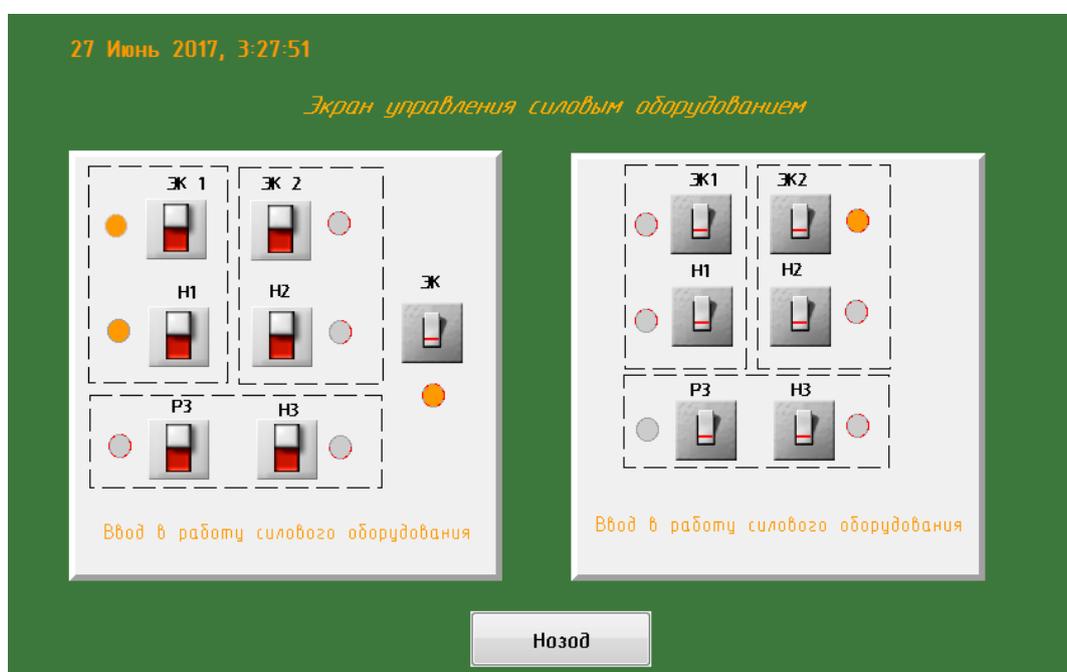


Рисунок 21 – Экран управления

Значения уставки:

- Температуры воды в прямом трубопроводе равна 95 °С;

- Температуры воды в обратном трубопроводе, меняется в зависимости от температуры наружного воздуха, первое значение является границей включения электродкотла, второе значение границей выключения электродкотла;

- Давление в обратном трубопроводе, принимает границы 2,2-6,6 кгс/см<sup>2</sup>.

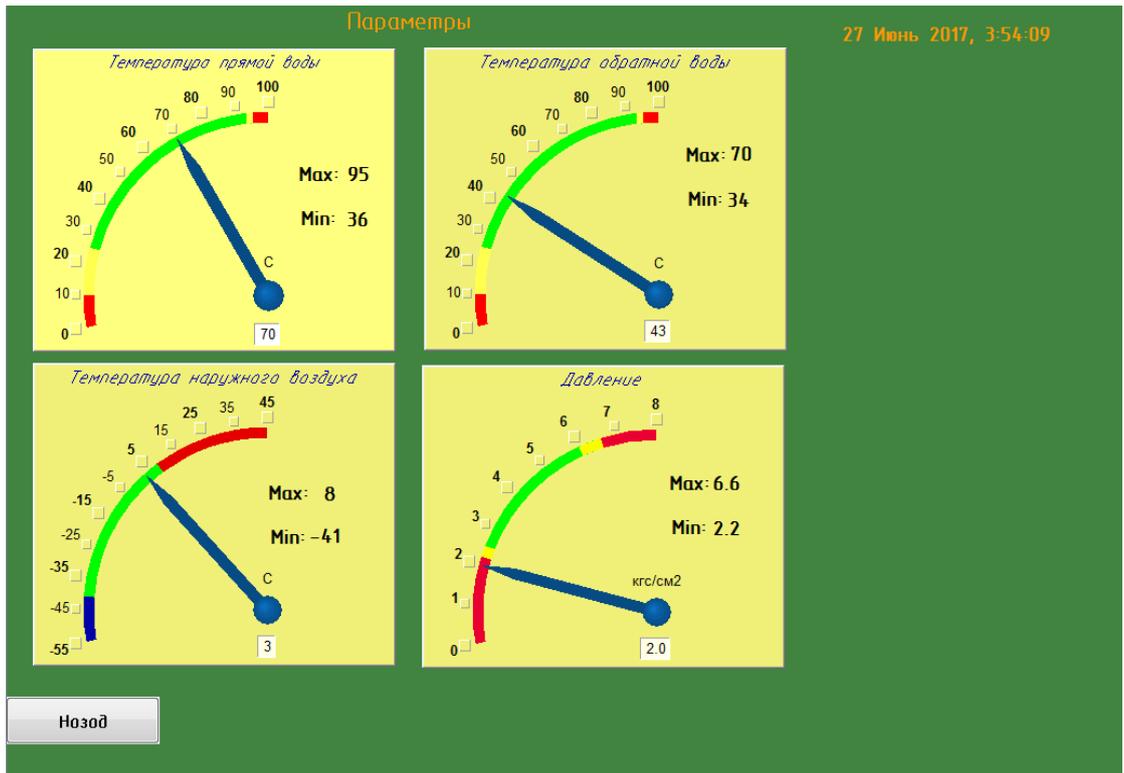


Рисунок 22– Окно физических величин

На рисунке 23 представлен архивный тренд, на котором представлена зависимость температуры прямой и обратной воды от времени. Зависимость



температуры воды в прямом трубопроводе от времени, показана красной линией, а зависимость температуры воды в обратном трубопроводе от времени, показана, синей линией.

Рисунок 23– Тренд температур

На рисунке 24 представлен тренд, на котором показана зависимость давление в трубопроводе от времени.

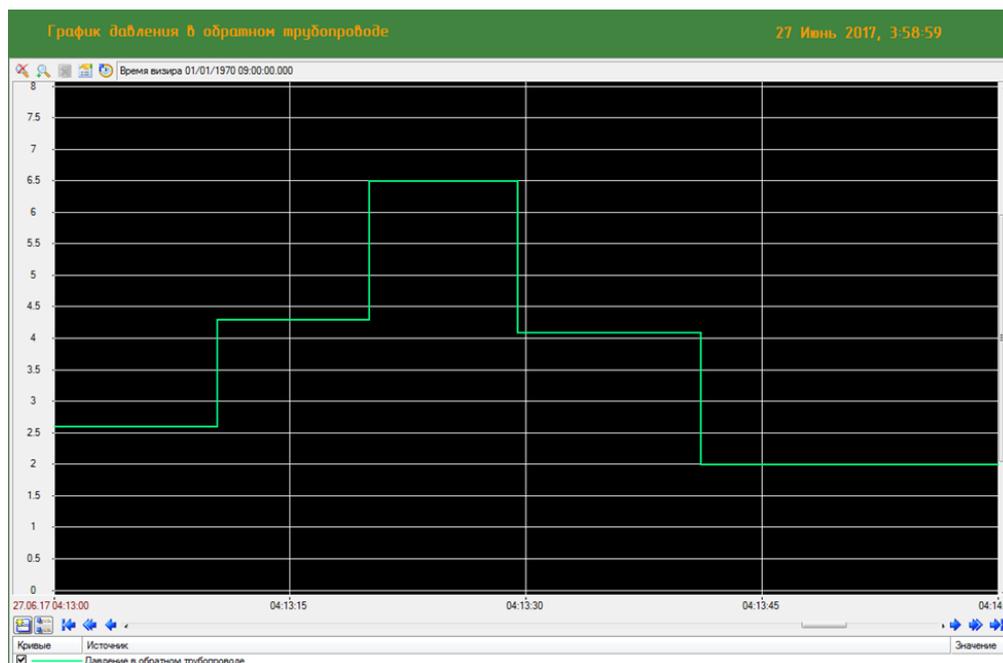


Рисунок 24– Тренд давления

## 7 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

### 7.1 Безопасность

Разработанная автоматизированная система по управлению и наблюдению за работой котельной будет использоваться инженером первой категории. Для обеспечения безопасности и продуктивной работы работнику, обслуживающему электрическую котельную необходимо знать устройство и принцип работы оборудования электрокотельной, а также инструкцию по эксплуатации электрокотельной.

Основные опасными и вредные производственные факторы, которым может быть подвержен оператор:

- возможность получения травм;
- возможность получения ожога горячей водой;
- возможность получения поражение электротоком при неисправном оборудовании.

Для защиты от влияния опасных и вредных производственных факторов работники обеспечиваются спецодеждой и средствами индивидуальной защиты.

Кроме того, оператор должен соблюдать требования санитарных норм и правил личной гигиены, следить за чистотой спецодежды.

#### 7.1.1. Требования безопасности перед началом работы

1. Перед началом работы необходимо убедиться в отсутствии заглушек между фланцами на линии входа и выхода воды из котла.

2. Проверить заполнение котла водой. Включив котлы в отопительную систему, необходимо подпитывать ее водой до срабатывания автоматики подпитки либо отключения.

3. Осуществить проверку работы манометров на котле и в системе.

### **7.1.2 Требования безопасности во время работы**

Включать оборудование котельной в работу разрешено по указанию ИТР, вести температурный режим согласно инструкции по эксплуатации котельной.

Во время работы котельной оператор обязан:

- наблюдать за поддержанием температуры воды на выходе;
- следить за наполнением системы и аккумуляторных баков водой;
- следить за состоянием водогрейного котла, арматуры, трубопроводов, теплоснабжения и водоснабжения;
- следить за работой циркулярных насосов.

Во время работы водогрейного котла температура воды на выходе из котла зависит от температуры наружного воздуха, но выше 95°C воду нагревать нельзя, так как при 100°C она может закипеть, что приведет к гидравлическому удару и взрыву котла.

Работа оператора ПЭВМ относится к категории работ связанных с опасными и вредными условиями труда. В процессе труда на оператора ПЭВМ оказывают действие следующие опасные и вредные производственные факторы:

1. Физические;
2. Психофизиологические.

Опасные производственные факторы на рабочих местах с ПЭВМ связаны с наличием на таких рабочих местах мощного источника питания и использованием питающей сети высокого напряжения, что может при опреде-

ленных условиях привести к возникновению пожароопасной ситуации, либо травмировании работника электрическим током при коротком замыкании в сети.

Работодатель должен обеспечить разработку и утверждение инструкций по охране труда для работника, исходя из его должности или вида выполняемой работы. Согласно ТОО Р 54-084-01 «Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере», к работе допускаются лица, прошедшие обучение безопасным методам труда, вводный инструктаж, первичный инструктаж на рабочем месте. Все сотрудники ПТО с инструкциями ознакомлены.

## **7.2 Экологичность**

Промышленные предприятия оказывают огромное воздействие на окружающую среду, а в ряде случаев оно может быть связано и с отрицательными последствиями, включая вредное влияние на живые организмы. Не является исключением в этих случаях и человек. Эксперты Организации Объединенных Наций заявляют, что если индустриализация будет продолжаться такими же темпами, как до сих пор, то миллионам людей угрожает смерть от отходов предприятий и транспорта. Допустить этого нельзя, но и прекратить производство или ограничить его человечество не может. В этой связи необходимо искать такие формы и методы природопользования, которые оказывали бы минимальное отрицательное воздействие на окружающую среду или вообще бы не допускали его.

Следовательно, задачей инженера является такое развитие и совершенствование процессов эксплуатации сырья, материалов, энергетических ресурсов, при котором, с одной стороны, эти ресурсы берегаются, а следовательно, удлиняются и сроки их эксплуатации, а с другой - исключаются или сводятся к минимуму отрицательные последствия от воздействия производства на окружающую среду.

Инженерные мероприятия, направленные на охрану окружающей среды, в целом ориентированы на экологизацию производства, то есть на воз-

можное уподобление ресурсных циклов и технологий природным круговоротом веществ. Сочетание экологичности и экономичности производства преследует цель сочетать высококачественность продукции и прочие целевые экономические показатели с минимизацией ущерба окружающей среде и здоровью населения.

Первый этап природоохранной деятельности на предприятиях связан с совершенствованием технологических процессов. С экономической точки зрения важно понимать, что одна единица (агрегат, блок, устройство и т.п.) высокопроизводительного оборудования дает большой выпуск продукции и меньше влияет на окружающую среду, нежели несколько более дешевых (на первый взгляд), низкопроизводительных агрегатов. Работа последних, как правило, сопровождается образованием большого количества побочных продуктов (отходов), которые загрязняют окружающую среду и которые, следовательно, необходимо обезвреживать. Поэтому приоритет в финансировании предприятия должен быть направлен на совершенствование технологий и оборудования в пользу ресурсосбережения, на грамотную эксплуатацию этого оборудования и высокую технологическую культуру. Достоинство и перспективность этого пути в снижении не только вредных воздействий на окружающую природную среду (экосистемы) и здоровье человека, но и на природу в целом, за счет сокращения потребности в сырье, энергоносителях, поступающих на предприятие из экосистем других регионов.

Второй этап вступает в силу лишь после того, как все технические возможности первого этапа, с точки зрения отходов и образования выбросов и сбросов, исчерпаны. Он заключается в извлечении вредных для природы примесей из сточных вод и пылегазовых выбросов путем очистки с последующей регенерацией и рекуперацией уловленных веществ, а также утилизацией отходов.

Рекуперация - это возвращение материала или энергии, израсходованных на получение процесса, в повторное использование в этом же процессе. Регенерация, в отличие от рекуперации, - это восстановление исходных

свойств отработавших материалов. Как правило, она связана со сложными химическими, в том числе фазовыми, превращениями уловленных побочных продуктов.

Третий этап связан с тем, что возможности первых двух далеко не беспредельны. Этот путь охраны окружающей среды вынужденный, и к нему прибегают тогда, когда исчерпаны технические и экономические возможности двух первых. Экологи и другие компетентные в этой области специалисты рассчитывают такие критерии как ПДВ и ПДС непосредственно для данного предприятия, но за это с него взимается плата.

Радикальное решение проблем охраны окружающей среды от негативного воздействия промышленных электроэнергетической системы является применение безотходных и малоотходных технологий, т. е. переход от котлов на природном топливе к электрокотлам. Под безотходной технологией понимают не только просто технологию, а принцип организации и функционирования производств, территориально - производственных комплексов народного хозяйства в целом. При этом рационально используются все компоненты сырья и энергий в замкнутом цикле (первичные сырьевые ресурсы - производство - потребление - вторичные сырьевые ресурсы), то есть не нарушается сложившееся экологическое равновесие.

Так в данном дипломном проекте рассматривается электрокотельная, находящаяся на территории АО «ДРСК», которая используется для обеспечения теплом системы отопления и горячего водоснабжения административно-бытового корпуса.

Используя для нагрева теплоносителя электричество, руководство предприятия значительно сократило пагубное воздействие опасных выбросов на окружающую среду и на работников своего предприятия.

### **7.3 Чрезвычайные ситуации**

Наиболее распространенной в рассматриваемых условиях чрезвычайной ситуацией является возникновение пожара.

Противопожарная защита - это комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также на создание условий для успешного тушения пожара.

Горючими компонентами в помещениях с ПЭВМ являются: строительные материалы для акустической и эстетической отделки помещений, перегородки, двери, полы, изоляция кабелей.

Источниками зажигания в рассматриваемом помещении могут быть электронные схемы от ЭВМ, приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, кондиционирования воздуха, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов. В современных ЭВМ очень высокая плотность размещения элементов электронных схем. В непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные провода, кабели. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты. При этом возможно оплавление изоляции. Для отвода избыточной теплоты от ЭВМ служат системы вентиляции и кондиционирования воздуха. При постоянном действии эти системы представляют собой дополнительную пожарную опасность.

Каждый объект должен иметь такое объемно-планировочное и техническое исполнение, чтобы эвакуация людей из него была завершена до наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара, а при нецелесообразности эвакуации была обеспечена защита людей в объекте. На каждом объекте должно быть обеспечено своевременное оповещение людей и (или) сигнализация о пожаре в его начальной стадии техническими или организационными средствами.

Эвакуация людей — вынужденный процесс движения людей из зоны, где имеется возможность воздействия на них опасных факторов пожара.

Эвакуационный выход — выход, ведущий в безопасную при пожаре зону.

Путь эвакуации — безопасный при эвакуации людей путь, ведущий к эвакуационному выходу.

Согласно ГОСТ 12.1.004-91\* ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования» обязательно наличие в производственных помещениях планов эвакуации в случае чрезвычайных ситуаций. Планы эвакуации имеются во всех помещениях АО «ДРСК», а также в холле, что соответствует указанным требованиям.

Согласно ППБ 01-93 «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации», помещение должно быть в обязательном порядке оборудовано ручными средствами пожаротушения. К ним относят:

- оборудование противопожарных щитов;
- пожарные краны;
- ручные огнетушители.

При отказе работы отдельных узлов котельной необходимо:

- выключить оборудование котельной вместе с дефектным узлом;
- собрать тепловую схему, используя резервное оборудование;
- включить оборудование котельной в работу.

При возникновении пожара необходимо принять меры по остановке котельной, сообщить в пожарную охрану по телефону 01 и сообщить ИТР, приступить к ликвидации пожара.

При несчастном случае необходимо освободить пострадавшего от действующего фактора, вызвать скорую помощь, сообщить ИТР, оказать доврачебную помощь до прибытия скорой помощи.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Был изучен настоящий объект автоматизации. Разработан полный алгоритм работы электрокотельной, который предусматривает все возможные не нормальные и аварийные режимы работы.

Так же разработана функциональная схема автоматизации. Представлена полная электрическая схема электрической котельной. Разработана управляющая программа и SCADA-система. Проведен анализ безопасности и экологичности данной работы.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Температурный график системы отопления [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://househill.ru/kommunikacii/otoplenie/element/temperaturnyj-grafik-otoplenia.html>. -21.03.2017.

2 Фаников, В.С. Автоматизация тепловых пунктов. Справочное пособие / В.С. Фаников. -М.: Энергоиздат, 1989 -256 с.

3 Ктеев, А.С. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. Справочное пособие / А.С. Ктеев. - М.: Энергоиздат, 1990 – 464с.

4 ГОСТ 21.404–85. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 8 с.

5 Сайт компании ООО «КИП-Сервис» [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://kipservis.ru/>. -25.03.17.

6 Сайт компании ООО "ОВЕН" [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.owen.ru/>. -25.03.17.

7 ГОСТ 19.701–90. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 23 с.

8 Плетнев, Г.Н. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике. Учебник для вузов, 4-е изд., стереотип. / Г.Н. Плетнев. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2007. – 335с.

9 Гончар, С. Т. Безопасность и экологичность объекта проектирования : учебное пособие по дипломному проектированию, 2-е изд., доп. / С. Т. Гончар. – Ульяновск : УлГТУ, 2009. – 165 с.

10 Шумилин В.К. ПЭВМ. Защита пользователя. / В.К. Шумилин. – М.: Ред. Журнала Охрана труда и социальное страхование, 2001. – 157 с.

11 Сайт компании ООО «Электросервис»[Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://electroservice45.ru/>. – 3.04.2017.

12 Сайт компании ЗАО «ЧИП и ДИП» [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.chipdip.ru/>. – 5.04.2017.

13 Сайт компании ООО "НПО "АГАТ" [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://agat-npo.ru/>. -15.04.2017.

14 Сайт компании ООО "Электрик"[Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://elektrik.info/>. 5.05.2017.

15 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. – М.: Издательство стандартов, 2003. – 19 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Техническое задание

#### 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Настоящее техническое задание распространяется на разработку автоматического управления электрокотельной ремонтно-производственной базы Серышевского РЭС.

Плановый срок начала работ по созданию автоматической системы управления электрокотельной 13 октября 2016 года.

Плановый срок окончания работ по созданию автоматической системы управления электрокотельной 30 июня 2017 года.

Порядок оформления и предъявления результатов:

Сдача КП по дисциплине АТП и П: 14 апреля 2017 г.

#### 2 НАЗНАЧЕНИЕ И ЦЕЛИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ

***2.1 Автоматическая система управления электрокотельной предназначена для:***

- для автоматического управления агрегатами электрокотельной и всеми ее узлами
- автоматического регулирования режима работы электрокотлов по температурному графику

- ручного управления приводами клапанов, насосами и котлами

## **2.2 Цели создания системы.**

- Разработка прототипа для последующего воплощения в промышленных масштабах
- Получение умений построения систем автоматического управления данного класса

## **3 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ**

### **Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А**

Объектом автоматизации является электрокотельная ремонтно-производственной базы Серышевского РЭС, в состав которой входят электрокотлы тэнового типа, насосы циркуляционные и насос подпитки, датчики температур и давления, а также расширительный бак и задвижки с электроприводом. Автоматическое управление достигается за счет контроллера ПЛК 160.

Объект эксплуатируется в диапазоне температур от -20 до +75С, при влажности до 80%.

## **4 ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ**

### **4.1 Требования к системе в целом**

Система управления должна включать следующие элементы:

- блок питания 24В
- блок коммутации приводов
- блок контроллера
- пульт управления

Для обеспечения возможности включения приводов и отключением приводов в конечных положениях используется блок коммутации.

Для получения и обработки сигналов с датчиков положения и выработки сигналов управления используется блок контроллера.

Пульт управления необходим для отображения текущего состояния и положения приводов, а также для переключения режима работы и ручного управления приводами.

#### ***4.1.1. Требования к структуре и функционированию системы***

1) Требования к способам и средствам связи для информационного обмена между компонентами системы;

Для информационного обмена между компонентами системы используется цифровой интерфейс RS – 232.

#### Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

2) Требования к режимам функционирования системы;

Для системы определены следующие функциональные режимы:

- Нормальный режим;
- Аварийный режим.

Основным режимом работы данной системы является нормальный режим. В нормальном режиме функционирования системы:

- программное обеспечение и технические средства системы обеспечивают возможность функционирования в течение дня.

- исправно работает оборудование, составляющее комплекс технических средств;

- исправно работает системное, базовое и прикладное программное обеспечение системы.

Для обеспечения нормального режима работы системы требуется выполнять правила и выдерживать условия эксплуатации программного обеспечения и комплекса технических средств системы, указанные в соответствующих технических документах.

Аварийный режим работы системы характеризуется выходом из строя одного или нескольких компонент программного или технического обеспечения. В случае перехода системы в аварийный режим требуется:

- сообщить об аварии;
- выполнить программы по переходу на резервные элементы системы и отключение системы;

После данных мероприятий следует выполнить комплекс мер по устранению причины перехода системы в аварийный режим.

### 3) Требования по диагностированию системы;

Система должна предоставлять инструменты диагностирования главных процессов мониторинга и процесса выполнения программы. Все составляющие должны иметь удобный интерфейс для возможности

#### Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

просмотра диагностических событий, мониторинга процесса выполнения программ.

При возникновении аварийных ситуаций или ошибок в программном обеспечении, диагностические инструменты должны предоставлять возможность сохранять полный набор информации, требующейся разработчику для определения проблемы.

### 4) Перспективы развития и модернизации системы.

Система должна предоставлять возможность последующей модернизации, как программного обеспечения, так и комплекса технических средств, таких как, например, подключение дополнительных электродвигателей.

Также необходимо предусмотреть возможность увеличения производительности системы путем её масштабирования.

#### ***4.1.2 Требования к численности и квалификации персонала системы***

Для плановой диагностики системы требуется один человек.

#### ***4.1.3 Требования к надежности***

Система должна сохранять работоспособность и обеспечивать восстановление функций при возникновении следующих внештатных ситуаций:

- при сбоях в системе электроснабжения аппаратной части;
- при ошибках в работе аппаратных средств;
- при ошибках, связанных с программным обеспечением.

#### ***4.1.4 Требования к безопасности***

Всем внешним элементам технических средств системы, находящимся под напряжением следует иметь защиту от случайного прикосновения. Техническим средствам необходимо иметь защитное заземление в соответствии с ГОСТ 12.1.030-81 и ПУЭ.

### Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

Система электропитания должна обеспечивать защитное отключение при перегрузках и коротких замыканиях в цепях нагрузки, а также аварийное ручное отключение.

Общие требования пожарной безопасности должны соответствовать нормам на бытовое электрооборудование. В случае возгорания не должно выделяться ядовитых газов и дымов. После снятия электропитания должно быть допустимо применение любых средств пожаротушения.

Все факторы, оказывающие вредные воздействия на здоровье со стороны всех элементов системы не должны превышать действующих норм (СанПиН 2.2.2./2.4.1340-03 от 03.06.2003 г.).

#### ***4.1.5 Требования к эргономике и технической эстетике***

Работа пользователей с прикладным программным обеспечением, входящим в состав системы должно осуществляться посредством визуального графического интерфейса. Интерфейс системы должен быть понятным и удобным, не должен быть перегружен графическими элементами, а также обязан обеспечивать быстрое отображение экранных форм. Навигационные

элементы должны быть выполнены в удобной для пользователя форме. Средства редактирования информации обязаны удовлетворять принятым соглашениям в части использования функциональных клавиш, режимов работы, поиска, использования оконной системы. Ввод-вывод данных системы, прием управляющих команд и отображение результатов их выполнения обязаны выполняться в интерактивном режиме. Интерфейс должен соответствовать современным эргономическим требованиям и обеспечивать удобный доступ к основным функциям и операциям системы.

Все сообщения и экранные надписи, выдаваемые пользователю должны быть на русском языке.

Система должна обеспечивать точную обработку аварийных ситуаций, вследствие неверных действий пользователей, неправильным форма

#### Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

том или недопустимыми значениями входных данных. В указанных случаях системе следует выдавать пользователю соответствующие сообщения.

##### ***4.1.6 Требования к транспортабельности для подвижных систем***

Система должна иметь возможность быстрой и простой сборки. В сложенном виде должна быть компактной.

##### ***4.1.7 Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению компонентов системы***

Для нормальной эксплуатации разрабатываемой системы должно быть обеспечено бесперебойное питание. При эксплуатации система должна быть обеспечена соответствующая стандартам хранения и эксплуатации.

Периодическое техническое обслуживание используемых технических средств должно проводиться в соответствии с требованиями технической документации изготовителей не реже одного раза в год.

В процессе проведения периодического технического обслуживания должны проводиться внешний и внутренний осмотр и чистка технических

средств, проверка контактных соединений, проверка параметров настроек работоспособности технических средств и тестирование их взаимодействия. На основании результатов проверки технических средств должны проводиться анализ причин возникновения обнаруженных дефектов и приниматься меры по их ликвидации.

Восстановление работоспособности технических средств должно проводиться в соответствии с инструкциями разработчика и поставщика технических средств и документами по восстановлению работоспособности технических средств и завершаться проведением их тестирования. Размещение оборудования, технических средств должно соответствовать требованиям техники безопасности, санитарным нормам и требованиям пожарной безопасности.

#### Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

Все пользователи системы должны соблюдать правила эксплуатации электронной вычислительной техники.

##### ***4.1.8 Требования по сохранности информации при авариях***

Программное обеспечение системы должно восстанавливать свою работу при корректном перезапуске аппаратных средств. Приведенные выше требования не распространены на компоненты системы, разработанные третьими сторонами и действительны только при соблюдении правил эксплуатации этих компонентов.

##### ***4.1.9 Требования к защите от влияния внешних воздействий***

Защита от влияния внешних воздействий должна обеспечиваться средствами программно-технического комплекса.

##### ***4.1.10 Требования к патентной чистоте***

Установка системы в целом, как и установка отдельных частей системы не должна предъявлять дополнительных требований к покупке лицензий на программное обеспечение сторонних производителей.

#### ***4.1.11 Дополнительные требования***

Дополнительные требования не предъявляются.

#### ***4.2 Требования к видам обеспечения***

##### ***4.2.1 Требования к математическому обеспечению системы***

Математические методы и алгоритмы, а также программное обеспечение, используемые при разработке системы должны быть максимально оптимизированы и понятны для разработчиков.

##### ***4.2.2 Требования к информационному обеспечению системы***

Состав, структура и способы организации данных в системе должны быть определены на этапе технического проектирования.

### Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

Технические средства, обеспечивающие хранение информации, должны использовать современные технологии, позволяющие обеспечить повышенную надежность хранения данных и оперативную замену оборудования.

##### ***4.2.3 Требования к лингвистическому обеспечению системы***

Все прикладное программное обеспечение системы для организации взаимодействия с пользователем должно использовать русский язык.

##### ***4.2.4 Требования к программному обеспечению системы***

При проектировании и разработке системы необходимо максимально эффективным образом использовать программное обеспечение.

##### ***4.2.5 Требования к техническому обеспечению***

Техническое обеспечение системы должно максимально и наиболее эффективным образом использовать существующие технические средства.

##### ***4.2.6 Требования к организационному обеспечению***

Организационное обеспечение системы должно быть достаточным для эффективного выполнения возложенных на него обязанностей при

осуществлении автоматизированных и связанных с ними неавтоматизированных функций системы.

## 5 СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ СИСТЕМЫ

Таблица 19 - Перечень документов, по ГОСТ 34.201-89, предъявляемых по окончании соответствующих стадий и этапов работ

Этап	Содержание работ
1	2
Разработка технического обеспечения	Создание чертежа общего вида, функциональной схемы, принципиальной электрической схемы, монтажной схемы и схемы общего вида ЩУ и его компоновки.
Разработка ПО	Описание алгоритма, программного обеспечения, написание руководства пользователя, составление перечня входных сигналов и данных.

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

Продолжение таблицы 19

1	2
Определение потребностей в материалах и оборудовании	Составление ведомости оборудования и материалов и локальный сметный расчет.

## 6 ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ СИСТЕМЫ

### **6.1 Виды, состав, объем и методы испытаний системы**

Виды, состав, объем, и методы испытаний системы следует изложить в программе и методике испытаний системы, разрабатываемой в составе рабочей документации.

### **6.2 Общие требования к приемке работ по стадиям**

Все создаваемые в рамках настоящей работы программные изделия передаются заказчику, как в виде готовых модулей, так и в виде исходных кодов, представляемых в электронной форме на стандартном машинном носителе.

### **6.3 Статус приемочной комиссии**

Статус приемочной комиссии определяется заказчиком до проведения испытаний.

## 7 ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ И СОДЕРЖАНИЮ РАБОТ ПО ПОДГОТОВКЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ К ВВОДУ СИСТЕМЫ В ДЕЙСТВИЕ

В ходе выполнения проекта на объекте автоматизации требуется выполнить работы по подготовке к вводу системы в действие. При подготовке к вводу в эксплуатацию системы заказчик должен обеспечить выполнение следующих работ:

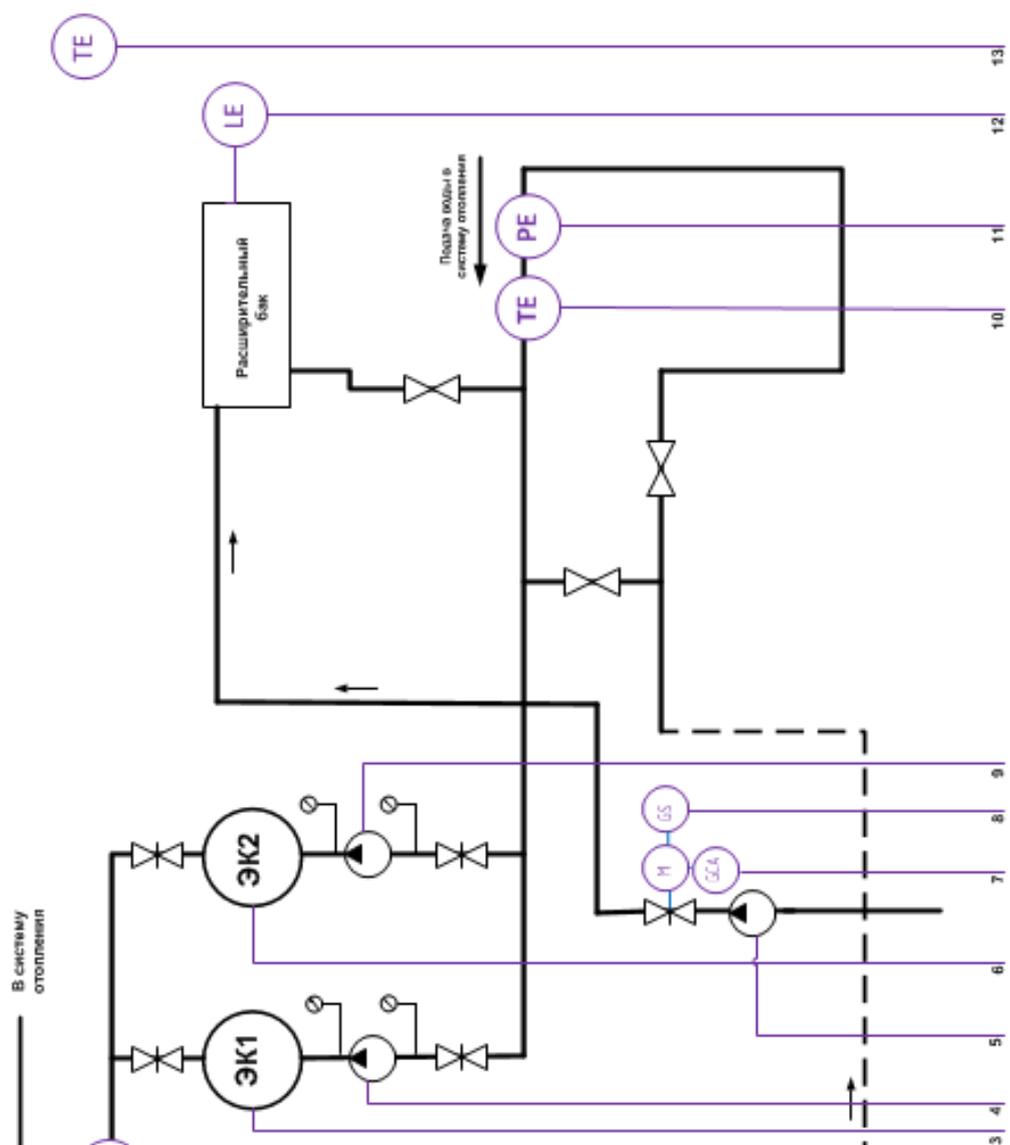
### Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

- Обеспечить соответствие помещений и рабочих мест пользователей системы в соответствии с требованиями;
- Обеспечить выполнение требований, предъявляемых к программно-техническим средствам, на которых должно быть развернуто программное обеспечение системы;
- Совместно с исполнителем подготовить план развертывания системы на технических средствах заказчика;
- Провести опытную эксплуатацию системы.

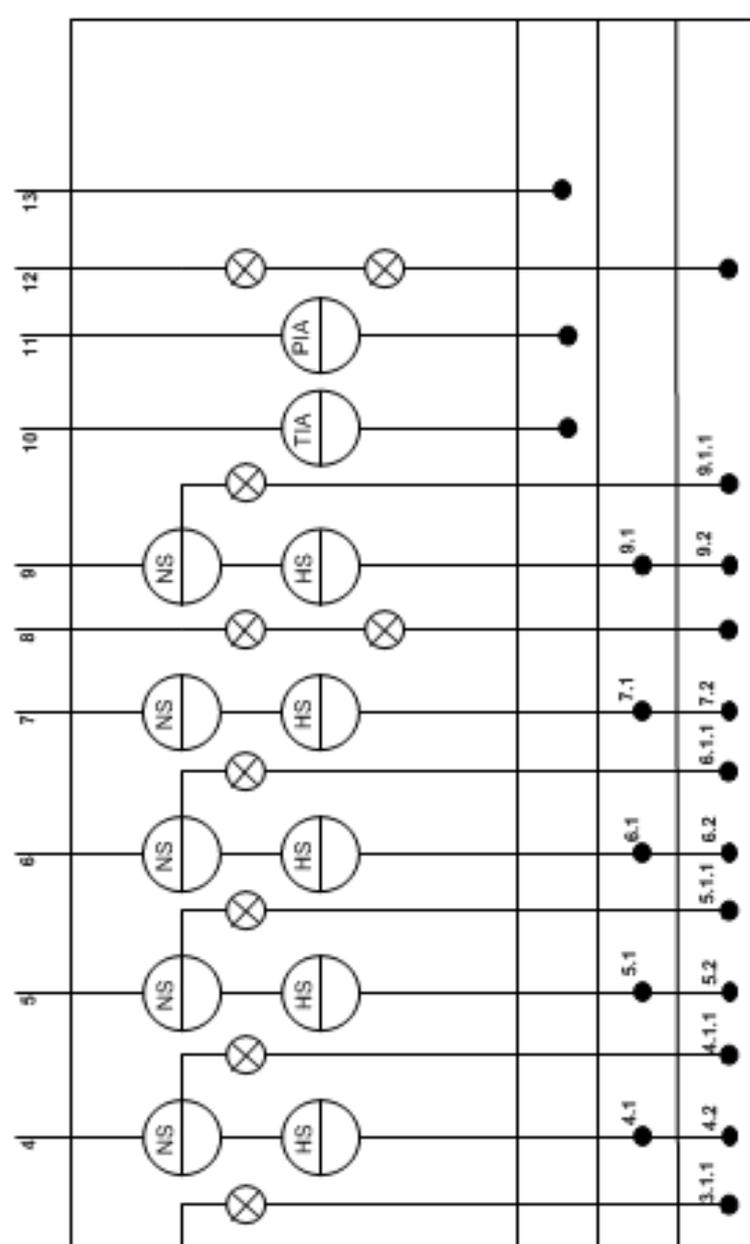
Требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие, включая перечень основных мероприятий и их исполнителей, следует уточнить на стадии подготовки рабочей документации и по результатам опытной эксплуатации.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Функциональная схема автоматизации

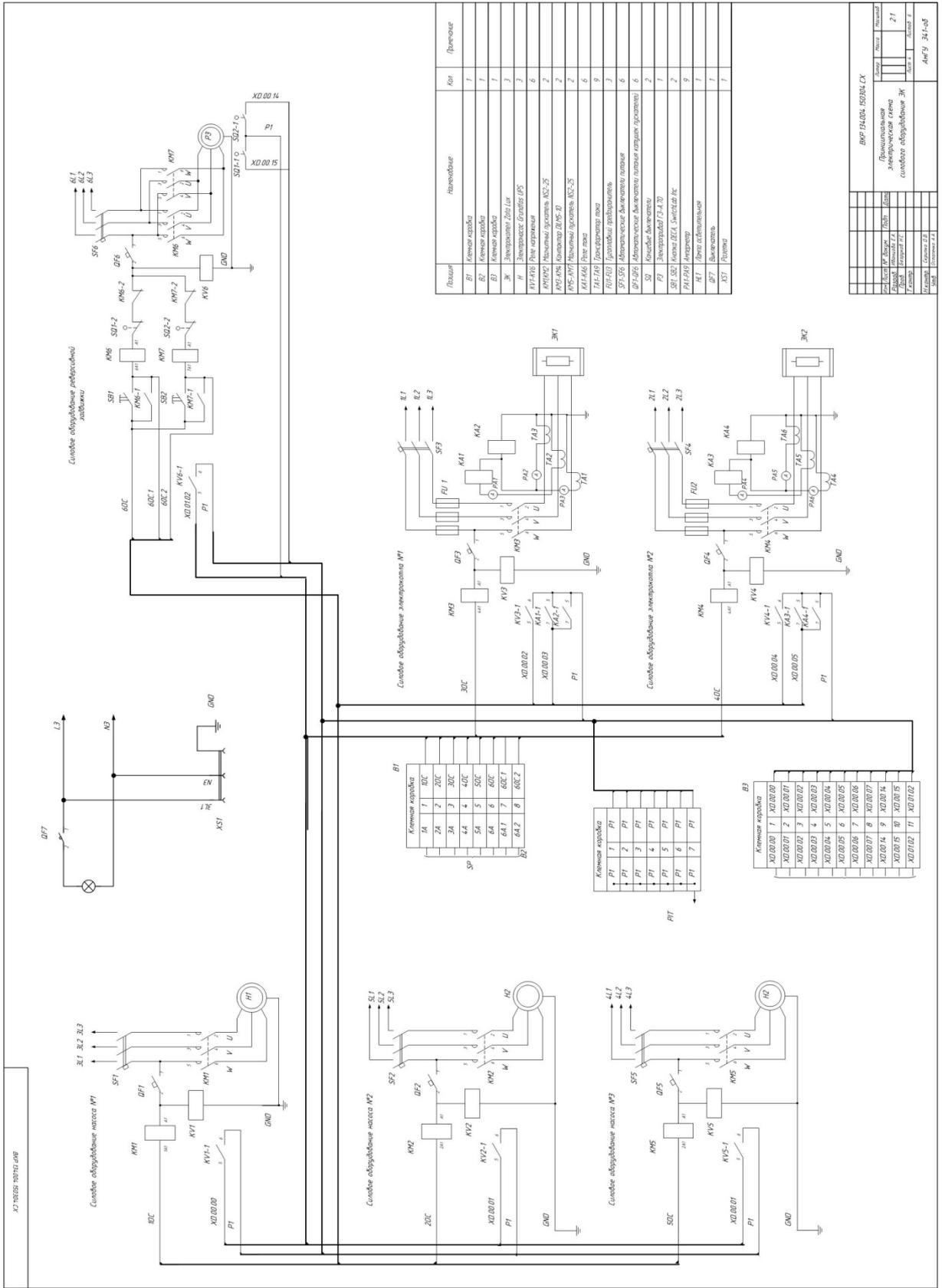


Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б



## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Принципиальная схема силового оборудования



Позывной	Назначение	Кол-во	Примечание
B1	Ключевая коробка	1	
B2	Ключевая коробка	1	
B3	Ключевая коробка	1	
ЖК	Электродвигатель 200 Вт	3	
М	Электродвигатель 500 Вт	3	
КTR1-1	Реле контроля температуры	6	
КTR2-1	Реле контроля температуры	2	
КTR3-1	Реле контроля температуры	2	
КTR4-1	Реле контроля температуры	6	
ТЭД-1/10	Трехфазный двигатель	3	
СФ1-СФ4	Минимальное количество лямпы (применяется)	6	
СФ1-СФ4	Электродвигатель	2	
СФ1-СФ4	Электродвигатель (3-4-10)	1	
РА1-РА3	Амперметр	9	
АК1	Ампероабсолютная	1	
БТ1	Выключатель	1	
Р1	Резистор	1	

ВЕР. 04.001.150304.СХ	
Изм.	Дата
1	21
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	
41	
42	
43	
44	
45	
46	
47	
48	
49	
50	
51	
52	
53	
54	
55	
56	
57	
58	
59	
60	
61	
62	
63	
64	
65	
66	
67	
68	
69	
70	
71	
72	
73	
74	
75	
76	
77	
78	
79	
80	
81	
82	
83	
84	
85	
86	
87	
88	
89	
90	
91	
92	
93	
94	
95	
96	
97	
98	
99	
100	



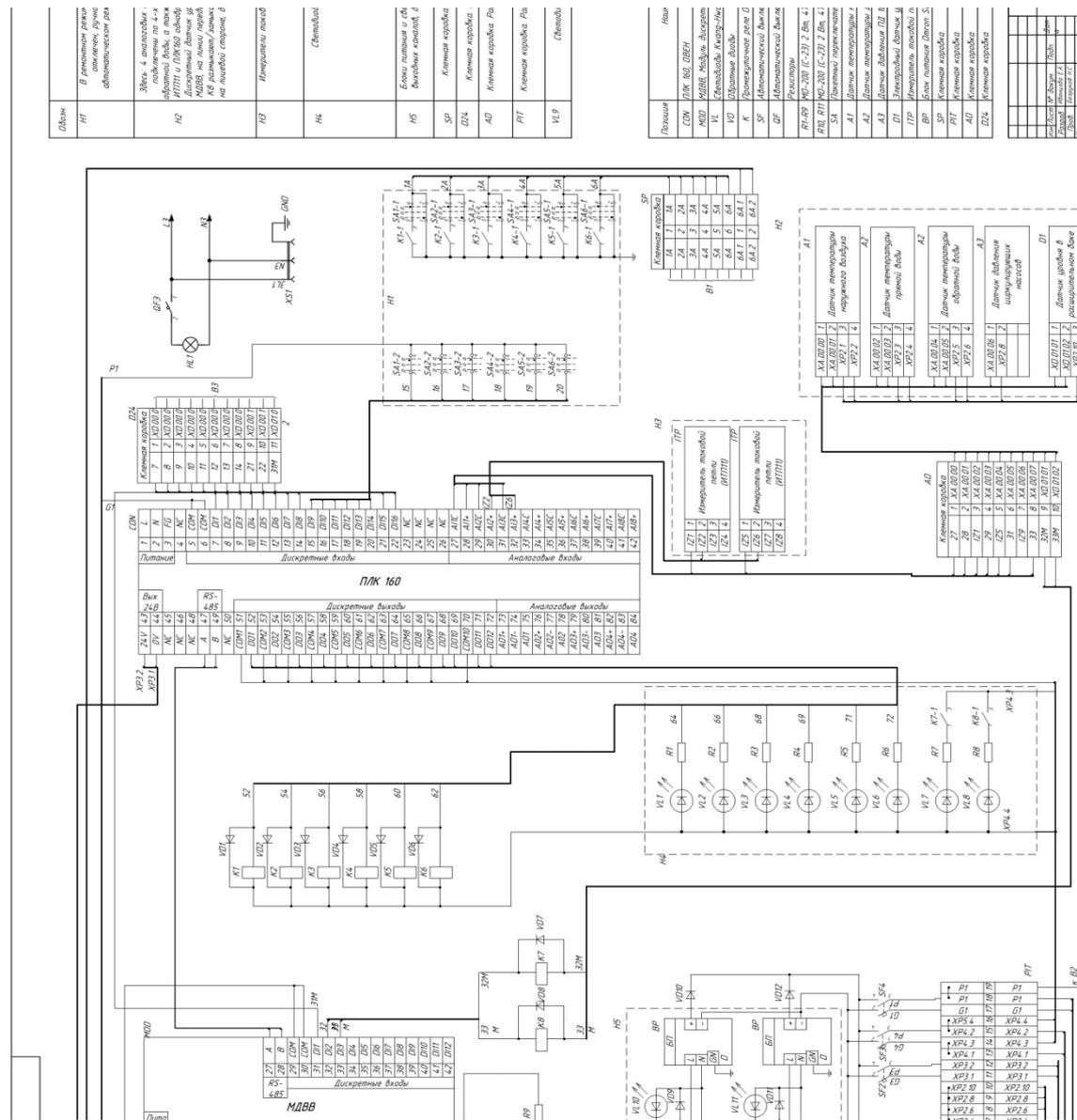
Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ В

					Обозначение	Наименование		Прим.	
					B1, B2	Клемная коробка		2	
					B3	Клемная коробка		1	
					ЭК	Электрокотел	Zota Lux 9	2	
					H	Электронасос	Grundfos	3	
					KV1-KV4	Реле напряжения		4	
					KM1-KM3	Магнитный пускатель	ПМЛ 2100	3	
					KM4,KM5	Кониактор	DILM15-10	2	
					KM6,KM7	Магнитный пускатель	<i>ПМЛ 2100</i>	2	
					KA1-KA4	Реле тока		4	
					TA1-TA6	Трансформатор тока		6	
					SF1-SF6	Автоматические выключатели питания		6	
					QF1-QF6	<i>Автоматические выключатели</i>		6	
					SQ	Концевые выключатели		2	
					SB1, SB2	Кнопка	DECA, SwitchlabInc	2	
					PA1-PA6	Амперметр		6	
					P3	<i>Реверсивная задвижка</i>		1	
					QF7	Выключатель		1	
					HL1	Лампа осветительная		1	
					ВКР.134004.150304.CX				
Из м	Л ис т	№ дкум.	П од п	Да та					

Раз- раб.						Лит.	Лист	Лис- тов
Пров.								
Т.КОНТ								
Н.КОНТ								
УТВ								

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

### Принципиальная схема оборудования ЩАУ



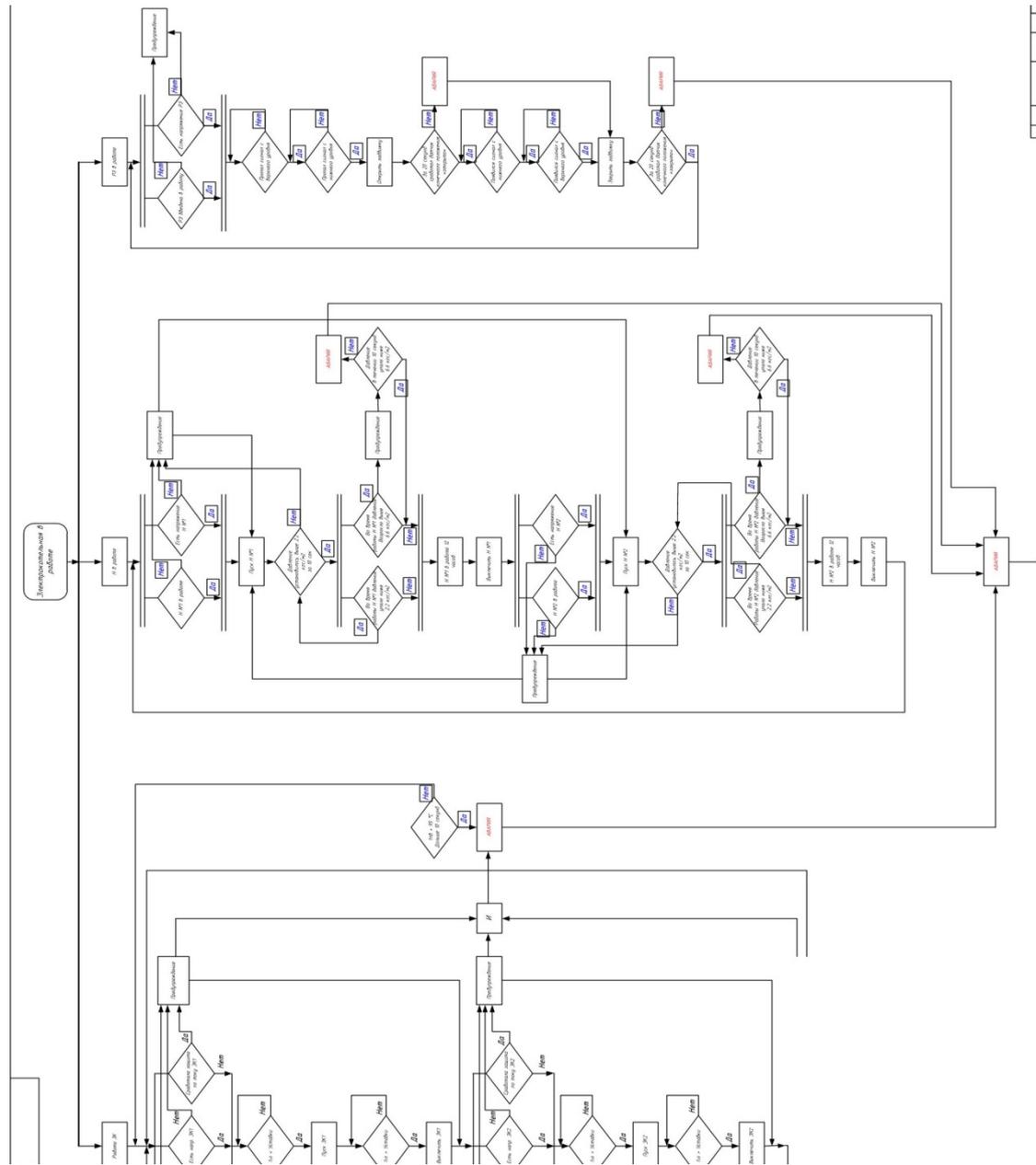
Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Г

	Обозначение	Наименование		Прим.
CON	ПЛК 160	ОВЕН	1	
MOD		<i>ОВЕН</i>	1	
VL	Светодиоды	Kwang-HwaElect. Material	1 1	
VD	Обратные диоды		1 2	
K	Промежуточное реле	OmoronMKS3PI	6	
SF	Автомат.выключатель		4	
QF	Автомат.выключатель		2	
R1-R11	Резисторы	MO-200	1 1	
SA	Пакетный переключатель		6	
A1	Датчик темпер.нар.возд.	ДТС 125	1	
A2	Датчик температуры	ДТС 035	2	
A3	Датчик давления	ПД100	2	
D1	Электродный датчик ур-ня	ДУ.3-1	1	
ITP	Измеритель токовой петли	ИТП11	2	
BP	Блок питания	Omoron S8VS-24024	2	
SP	Клемная коробка		1	
PIT	Клемная коробка		1	
D24	Клемная коробка		1	
		ВКР.134004.150304.CX		

Из м	Л И С Т	№ д ку м.	П О Д П	Да та				
Раз- раб.						Лит.	Лист	Лис- тов
Пров.								
Т.конт								
Н.конт								
УТВ								

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Алгоритм работы



**ПРИЛОЖЕНИЕ Е**

**Управляющая программа**

VAR\_GLOBAL

- AVT\_N1:BOOL;
- AVT\_N2:BOOL;
- AVT\_N3:BOOL;
- AVT\_EK1:BOOL;
- AVT\_EK2:BOOL;
- AVT\_RZ:BOOL;

VV\_RAB\_N1:BOOL;  
VV\_RAB\_N2:BOOL;  
VV\_RAB\_N3:BOOL;  
VV\_RAB\_EK1:BOOL;  
VV\_RAB\_EK2:BOOL;  
VV\_RAB\_RZ:BOOL;  
VV\_EK:BOOL;  
VV\_REM\_N1:BOOL;  
VV\_REM\_N2:BOOL;  
VV\_REM\_N3:BOOL;  
VV\_REM\_EK1:BOOL;  
VV\_REM\_EK2:BOOL;  
VV\_REM\_RZ:BOOL;

VIV\_RAB\_N1:BOOL;  
VIV\_RAB\_N2:BOOL;  
VIV\_RAB\_N3:BOOL;  
VIV\_RAB\_EK1:BOOL;  
VIV\_RAB\_EK2:BOOL;  
VIV\_RAB\_RZ:BOOL;

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Е

VIV\_EK:BOOL;  
VIV\_REM\_N1:BOOL;  
VIV\_REM\_N2:BOOL;  
VIV\_REM\_N3:BOOL;  
VIV\_REM\_EK1:BOOL;  
VIV\_REM\_EK2:BOOL;  
VIV\_REM\_RZ:BOOL;

U\_N1:BOOL;  
U\_N2:BOOL;  
U\_N3:BOOL;  
U\_EK1:BOOL;  
U\_EK2:BOOL;  
U\_RZ:BOOL;

I\_EK1:BOOL;  
I\_EK2:BOOL;

P\_N1:BOOL;  
P\_N2:BOOL;  
P\_N3:BOOL;  
P\_EK1:BOOL;  
P\_EK2:BOOL;  
P\_RZ\_OTKR:BOOL;  
P\_RZ\_ZAKR:BOOL;

EK:BOOL;  
OTKL\_EK:BOOL;

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Е

OTKR: BOOL;

TEMP\_OV\_PLUS:BOOL:=FALSE;  
TEMP\_OV\_MINUS:BOOL:=FALSE;  
TEMP\_NV\_PLUS:BOOL:=FALSE;  
TEMP\_NV\_MINUS:BOOL:=FALSE;  
TEMP\_PV\_PLUS:BOOL:=FALSE;  
TEMP\_PV\_MINUS:BOOL:=FALSE;  
DAV\_PLUS:BOOL:=FALSE;

DAV\_MINUS:BOOL:=FALSE;  
USTAV\_PLUS:BOOL:=FALSE;  
USTAV\_MINUS:BOOL:=FALSE;  
DOWN\_DAV:BOOL:=FALSE;  
UP\_DAV:BOOL:=FALSE;  
TEMP\_PV\_VISOK:BOOL:=FALSE;  
SQ\_RZ\_OTKR:BOOL;  
SQ\_RZ\_ZAKR:BOOL;  
DOWN\_LVL:BOOL;  
UP\_LVL:BOOL;

AN\_DAV:REAL:=4;  
AN\_TEMP\_OV:REAL:=4;  
AN\_TEMP\_NV:REAL:=4;  
AN\_TEMP\_PV:REAL:=4;

DAV:REAL;  
TEMP\_OV:REAL;  
TEMP\_NV:REAL;  
TEMP\_PV:REAL;

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Е

USTAV:REAL:=5;  
TEMP\_Z:REAL;  
UST:REAL;

VIKL\_RAB:BOOL;  
VIS\_TEMP\_PV:BOOL;

PRED\_N\_U\_EK1:BOOL;  
PRED\_N\_U\_EK2:BOOL;

PRED\_N\_U\_N1:BOOL;  
PRED\_N\_U\_N2:BOOL;  
PRED\_N\_U\_N3:BOOL;  
PRED\_N\_U\_RZ:BOOL;  
PRED\_N\_AVT\_EK1:BOOL;  
PRED\_N\_AVT\_EK2:BOOL;  
PRED\_N\_AVT\_N1:BOOL;  
PRED\_N\_AVT\_N2:BOOL;  
PRED\_N\_AVT\_N3:BOOL;  
PRED\_N\_AVT\_RZ:BOOL;  
PRED\_N\_I\_EK1:BOOL;  
PRED\_N\_I\_EK2:BOOL;  
PRED\_DOWN\_DAV:BOOL;  
PRED\_UP\_DAV:BOOL;  
PRED\_RZ\_N\_OTKR:BOOL;  
PRED\_EK1\_REM:BOOL;  
PRED\_EK2\_REM:BOOL;  
PRED\_N1\_REM:BOOL;  
PRED\_N2\_REM:BOOL;  
PRED\_N3\_REM:BOOL;

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Е

PRED\_RZ\_REM:BOOL;  
PRED\_DOWN\_TEMP:BOOL;  
PRED\_DOWN\_TEMP1:BOOL;  
PRED\_DOWN\_TEMP2:BOOL;  
PRED\_DOWN\_LVL:BOOL;  
PRED:BOOL;  
  
AVAR\_N\_U\_EK:BOOL;  
AVAR\_N\_U\_N:BOOL;

```
AVAR_DOWN_DAV:BOOL;  
AVAR_UP_DAV:BOOL;  
AVAR_UP_TEMP:BOOL;  
AVAR_N_I_EK:BOOL;  
AVAR_N_U_N3:BOOL;  
AVAR_RZ_N_ZAKR:BOOL;  
ALARM:BOOL;
```

```
N_T_K:BYTE:=0;
```

```
K1:BOOL;
```

```
K2:BOOL;
```

```
END_VAR
```

```
IF N_T_K=1 THEN
```

```
K1:=TRUE;
```

```
ELSE
```

```
K1:=FALSE;
```

```
END_IF
```

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ E

```
IF N_T_K=2 THEN
```

```
K2:=TRUE;
```

```
ELSE
```

```
K2:=FALSE;
```

```
END_IF
```

```
IF VV_EK=FALSE THEN
```

```
VIV_EK:=TRUE;
ELSIFVV_EK=TRUE THEN
VIV_EK:=FALSE;
END_IF
```

```
IF VV_RAB_EK1=FALSE THEN
VIV_RAB_EK1:=TRUE;
ELSIF VV_RAB_EK1=TRUE THEN
VIV_RAB_EK1:=FALSE;
END_IF
```

```
IF VV_RAB_EK2=FALSE THEN
VIV_RAB_EK2:=TRUE;
ELSIF VV_RAB_EK2=TRUE THEN
VIV_RAB_EK2:=FALSE;
END_IF
```

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Е

```
IFVV_RAB_N1=FALSETHEN
VIV_RAB_N1:=TRUE;
ELSIF VV_RAB_N1=TRUE THEN
VIV_RAB_N1:=FALSE;
END_IF
```

```
IF VV_RAB_N2=FALSE THEN
```

```
VIV_RAB_N2:=TRUE;
ELSIF VV_RAB_N2=TRUE THEN
VIV_RAB_N2:=FALSE;
END_IF
```

```
IF VV_RAB_RZ=FALSE THEN
VIV_RAB_RZ:=TRUE;
ELSIF VV_RAB_RZ=TRUE THEN
VIV_RAB_RZ:=FALSE;
END_IF
```

```
IF VV_RAB_N3=FALSE THEN
VIV_RAB_N3:=TRUE;
ELSIF VV_RAB_N3=TRUE THEN
VIV_RAB_N3:=FALSE;
END_IF
```

#### Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Е

```
IF VV_REM_EK1=FALSE THEN
VIV_REM_EK1:=TRUE;
ELSIF VV_REM_EK1=TRUE THEN
VIV_REM_EK1:=FALSE;
END_IF
```

```
IF VV_REM_EK2=FALSE THEN
```

```
VIV_REM_EK2:=TRUE;
ELSIF VV_REM_EK2=TRUE THEN
VIV_REM_EK2:=FALSE;
END_IF
```

```
IF VV_REM_N1=FALSE THEN
VIV_REM_N1:=TRUE;
ELSIF VV_REM_N1=TRUE THEN
VIV_REM_N1:=FALSE;
END_IF
```

```
IF VV_REM_N2=FALSE THEN
VIV_REM_N2:=TRUE;
ELSIF VV_REM_N2=TRUE THEN
VIV_REM_N2:=FALSE;
END_IF
```

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Е

```
IF VV_REM_RZ=FALSE THEN
VIV_REM_RZ:=TRUE;
ELSIF VV_REM_RZ=TRUE THEN
VIV_REM_RZ:=FALSE;
END_IF
```

```
IF VV_REM_N3=FALSE THEN
```

```
VIV_REM_N3:=TRUE;
ELSIF VV_REM_N3=TRUE THEN
VIV_REM_N3:=FALSE;
END_IF
IF TEMP_PV>97 THEN
VIS_TEMP_PV:=TRUE;
ELSIFTEMP_PV<97 THEN
VIS_TEMP_PV:=FALSE;
END_IF
IF DAV<2 THEN
DOWN_DAV:=TRUE;
END_IF
IF DAV>2 THEN
DOWN_DAV:=FALSE;
END_IF
```

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Е

```
IFDAV>6 THEN
UP_DAV:=TRUE;
END_IF
IF DAV<6 THEN
UP_DAV:=FALSE;
END_IF
```

IF TEMP\_OV<TEMP\_Z-USTAV THEN

EK:=TRUE;

ELSIFTEMP\_OV>=TEMP\_Z THEN

EK:=FALSE;

END\_IF

IF TEMP\_OV<TEMP\_Z-(USTAV+10) THEN

PRED\_DOWN\_TEMP:=TRUE;

ELSIFTEMP\_OV>=TEMP\_Z THEN

PRED\_DOWN\_TEMP:=FALSE;

END\_IF

UST:=TEMP\_Z-USTAV;

#### Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Е

IF USTAV\_PLUS=TRUE THEN

USTAV:=USTAV+0.05;

ELSIFUSTAV\_MINUS=TRUE THEN

USTAV:=USTAV-0.05;

END\_IF

TEMP\_NV:=(AN\_TEMP\_NV-10.6235)\*9.05879;

TEMP\_OV:=(AN\_TEMP\_OV-8)\*12.5;

TEMP\_PV:=(AN\_TEMP\_PV-8)\*12.5;

DAV:=(AN\_DAV-4)\*0.625;

IF DAV\_PLUS=TRUE THEN

AN\_DAV:=AN\_DAV+0.1;

ELSIF DAV\_MINUS=TRUE THEN AN\_TEMP\_OV

AN\_DAV:=AN\_DAV-0.1;

END\_IF

IF TEMP\_NV\_PLUS=TRUE THEN

AN\_TEMP\_NV:=AN\_TEMP\_NV+0.1;

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Е

ELSIF TEMP\_NV\_MINUS=TRUE THEN

AN\_TEMP\_NV:=AN\_TEMP\_NV-0.1;

END\_IF

IF TEMP\_OV\_PLUS=TRUE THEN

AN\_TEMP\_OV:=AN\_TEMP\_OV+0.1;

ELSIF TEMP\_OV\_MINUS=TRUE THEN

AN\_TEMP\_OV:=AN\_TEMP\_OV-0.1;

END\_IF

IF TEMP\_PV\_PLUS=TRUE THEN

AN\_TEMP\_PV:=AN\_TEMP\_PV+0.1;

ELSIFTEMP\_PV\_MINUS=TRUE THEN

AN\_TEMP\_PV:=AN\_TEMP\_PV-0.1;

END\_IF

IF TEMP\_NV=8 THEN

TEMP\_Z:=34;

END\_IF

IF TEMP\_NV=7 THEN

TEMP\_Z:=35;

END\_IF

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Е

IF TEMP\_NV=6 THEN

TEMP\_Z:=36;

END\_IF

IF TEMP\_NV=5 THEN

TEMP\_Z:=37;

END\_IF

IF TEMP\_NV=4 THEN

TEMP\_Z:=38;

END\_IF

IF TEMP\_NV=3 THEN

TEMP\_Z:=39;

END\_IF

IF TEMP\_NV=2 THEN

TEMP\_Z:=39;

END\_IF

IF TEMP\_NV=1 THEN

TEMP\_Z:=40;

END\_IF

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Е

IF TEMP\_NV=0 THEN

TEMP\_Z:=41;

END\_IF

IF TEMP\_NV=-1 THEN

TEMP\_Z:=42;

END\_IF

IF TEMP\_NV=-2 THEN

TEMP\_Z:=43;

END\_IF

IF TEMP\_NV=-3 THEN

TEMP\_Z:=43;

END\_IF

IF TEMP\_NV=-4 THEN

TEMP\_Z:=44;

END\_IF

IF TEMP\_NV=-5 THEN

TEMP\_Z:=45;

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Е

END\_IF

IF TEMP\_NV=-6 THEN

TEMP\_Z:=46;

END\_IF

IF TEMP\_NV=-7 THEN

TEMP\_Z:=47;

END\_IF

IF TEMP\_NV=-8 THEN

TEMP\_Z:=48;

END\_IF

IF TEMP\_NV=-9 THEN

TEMP\_Z:=48;

END\_IF

IF TEMP\_NV=-10 THEN

TEMP\_Z:=49;

END\_IF

IF TEMP\_NV=-11 THEN

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Е

TEMP\_Z:=50;

END\_IF

IF TEMP\_NV=-12 THEN

TEMP\_Z:=50;

END\_IF

```
IF TEMP_NV=-13 THEN  
TEMP_Z:=51;  
END_IF
```

```
IF TEMP_NV=-14 THEN  
TEMP_Z:=52;  
END_IF
```

```
IF TEMP_NV=-15 THEN  
TEMP_Z:=53;
```

```
END_IF
```

```
IF TEMP_NV=-16 THEN  
TEMP_Z:=53;  
END_IF
```

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Е

```
IF TEMP_NV=-17 THEN  
TEMP_Z:=54;  
END_IF
```

```
IF TEMP_NV=-18 THEN  
TEMP_Z:=55;  
END_IF
```

IF TEMP\_NV=-19 THEN

TEMP\_Z:=56;

END\_IF

IF TEMP\_NV=-20 THEN

TEMP\_Z:=56;

END\_IF

IF TEMP\_NV=-21 THEN

TEMP\_Z:=57;

END\_IF

IF TEMP\_NV=-22 THEN

TEMP\_Z:=58;

END\_IF

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Е

IF TEMP\_NV=-23 THEN

TEMP\_Z:=58;

END\_IF

IF TEMP\_NV=-24 THEN

TEMP\_Z:=59;

END\_IF

IF TEMP\_NV=-25 THEN

TEMP\_Z:=60;

END\_IF

IF TEMP\_NV=-26 THEN

TEMP\_Z:=60;

END\_IF

IF TEMP\_NV=-27 THEN

TEMP\_Z:=61;

END\_IF

IF TEMP\_NV=-28 THEN

TEMP\_Z:=61;

END\_IF

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Е

IF TEMP\_NV=-29 THEN

TEMP\_Z:=62;

END\_IF

IF TEMP\_NV=-30 THEN

TEMP\_Z:=63;

END\_IF

```
IF TEMP_NV=-31 THEN  
TEMP_Z:=63;  
END_IF
```

```
IF TEMP_NV=-32 THEN  
TEMP_Z:=64;  
END_IF
```

```
IF TEMP_NV=-33 THEN  
TEMP_Z:=65;  
END_IF
```

```
IF TEMP_NV=-34 THEN  
TEMP_Z:=65;  
END_IF
```

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Е

```
IFTEMP_NV=-35 THEN  
TEMP_Z:=66;  
  
END_IF
```

```
IF TEMP_NV=-36 THEN  
TEMP_Z:=67;  
END_IF
```

IF TEMP\_NV=-37 THEN

TEMP\_Z:=68;

END\_IF

IF TEMP\_NV=-38 THEN

TEMP\_Z:=68;

END\_IF

IF TEMP\_NV=-39 THEN

TEMP\_Z:=69;

END\_IF

IF TEMP\_NV=-40 THEN

TEMP\_Z:=69;

END\_IF

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Е

IFTEMP\_NV=-41 THEN

TEMP\_Z:=70;

END\_IF

RES;

N\_T\_K:=N\_T\_K+1;

IF N\_T\_K=4 THEN

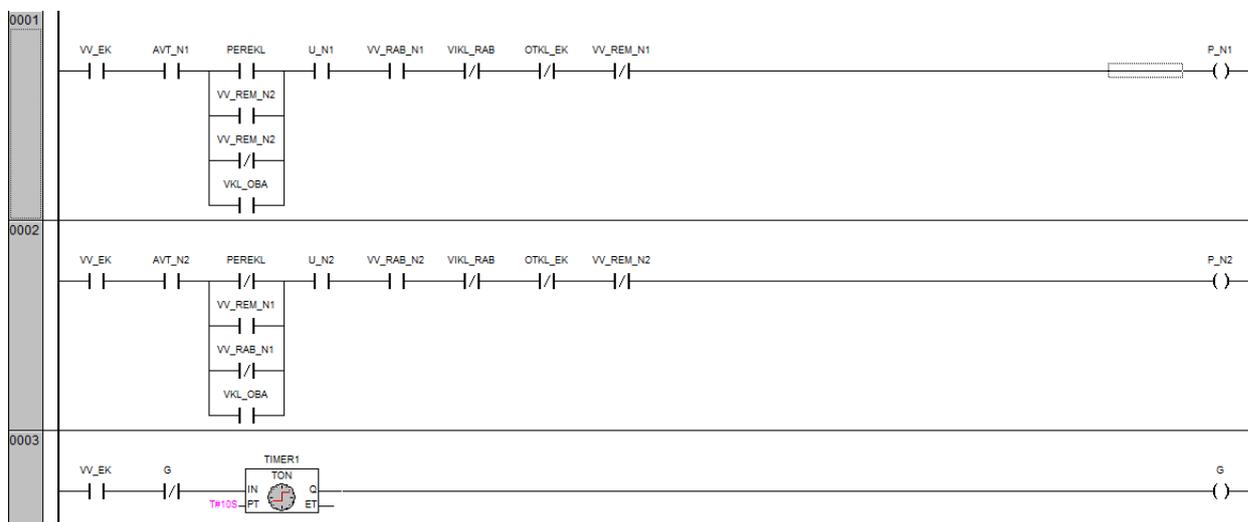
```

N_T_K:=1;
END_IF
PROGRAM RES
VAR
    G: BOOL;
    TIMER1: TON;
    PEREKL: BOOL;
    TIMER2: TON;
    VKL_OBA: BOOL;
    TIMER3: TON;
    RAB_REGIM: BOOL;
    TIMER4: TON;
    TIMER5: TON;
    TIMER6: TON;
    TIMER7: TON;
    TIMER8: TON;
    trig: R_TRIG;
    H:PEREKL;

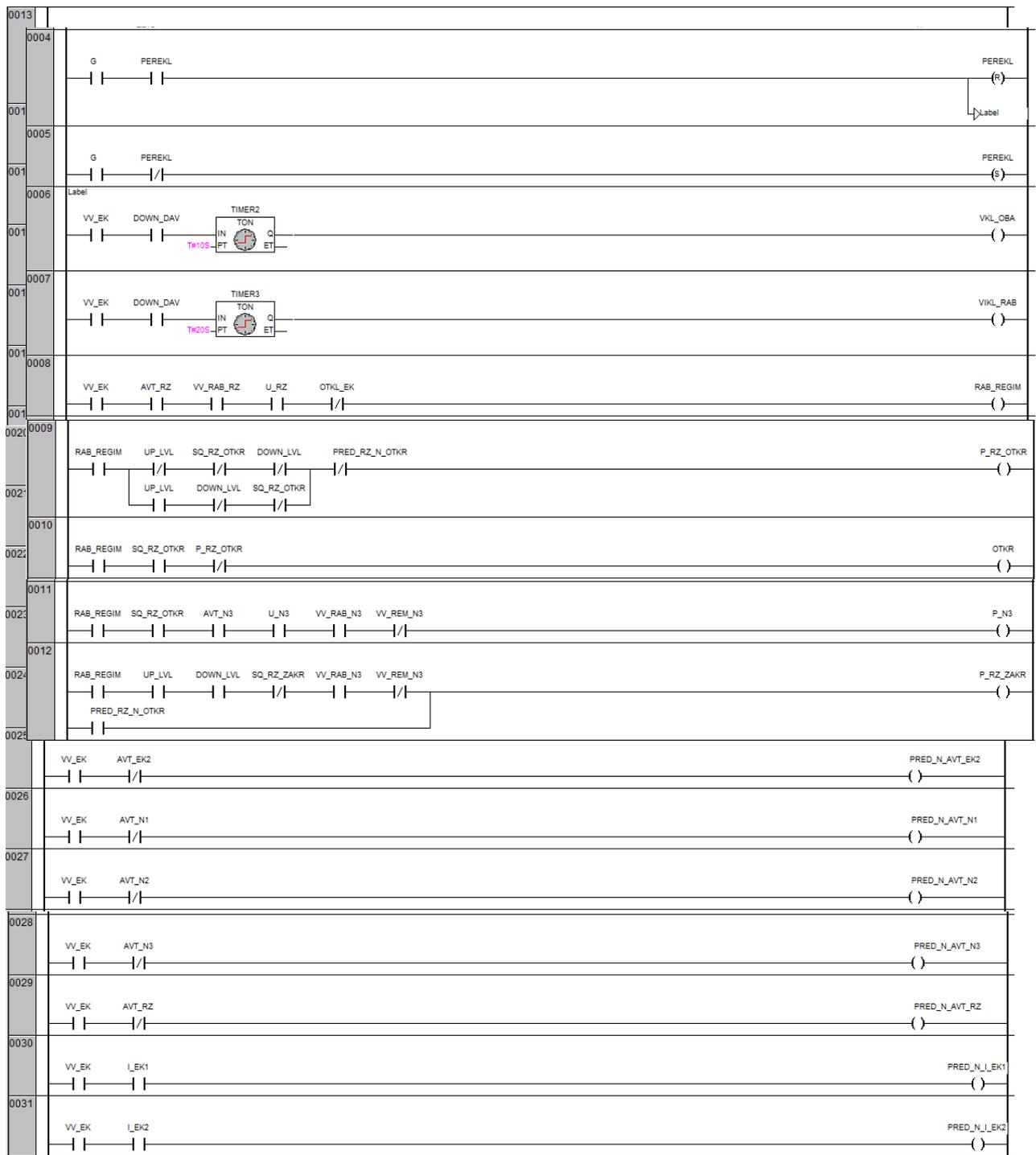
```

### Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Е

END\_VAR



## Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Е



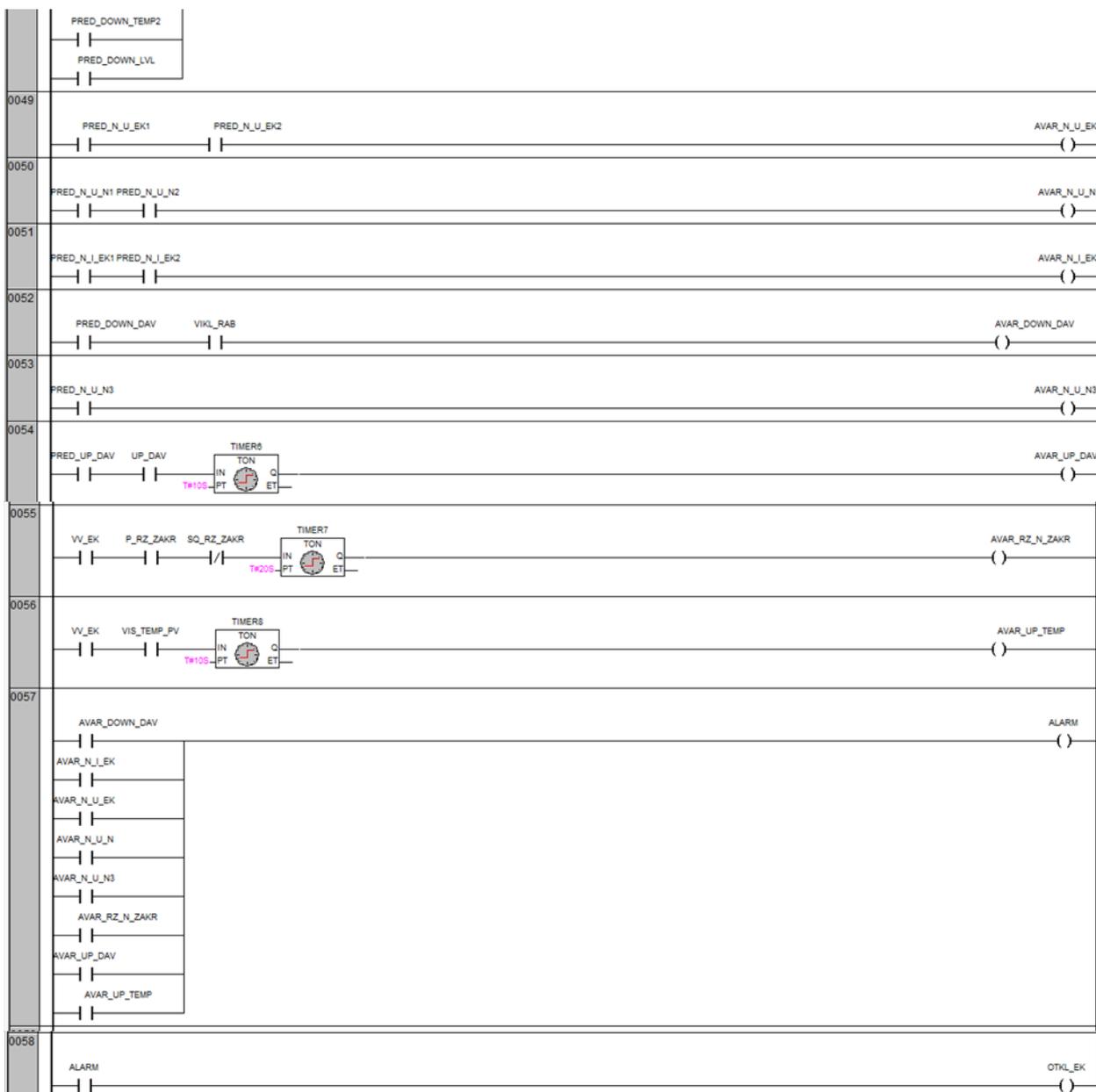
## Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Е



## Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Е

0048	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%; border-right: 1px solid black; padding: 2px;">                 PRED_N_U_EK1                  PRED_N_U_EK2                  PRED_N_U_N1                  PRED_N_U_N2                  PRED_N_U_N3                  PRED_N_U_RZ                  PRED_N_I_EK1                  PRED_N_I_EK2                  PRED_N_AVT_EK1                  PRED_N_AVT_EK2                  PRED_N_AVT_N1                  PRED_N_AVT_N2             </td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">                 PRED_N_AVT_N3                  PRED_N_AVT_RZ                  PRED_DOWN_DAV                  PRED_UP_DAV                  PRED_RZ_N_OTKR                  PRED_EK1_REM                  PRED_EK2_REM                  PRED_N1_REM                  PRED_N2_REM                  PRED_N3_REM                  PRED_RZ_REM                  PRED_DOWN_TEMP1             </td> <td style="padding: 2px;">                 PRED                  ( )             </td> </tr> </table>	PRED_N_U_EK1 PRED_N_U_EK2 PRED_N_U_N1 PRED_N_U_N2 PRED_N_U_N3 PRED_N_U_RZ PRED_N_I_EK1 PRED_N_I_EK2 PRED_N_AVT_EK1 PRED_N_AVT_EK2 PRED_N_AVT_N1 PRED_N_AVT_N2	PRED_N_AVT_N3 PRED_N_AVT_RZ PRED_DOWN_DAV PRED_UP_DAV PRED_RZ_N_OTKR PRED_EK1_REM PRED_EK2_REM PRED_N1_REM PRED_N2_REM PRED_N3_REM PRED_RZ_REM PRED_DOWN_TEMP1	PRED ( )
PRED_N_U_EK1 PRED_N_U_EK2 PRED_N_U_N1 PRED_N_U_N2 PRED_N_U_N3 PRED_N_U_RZ PRED_N_I_EK1 PRED_N_I_EK2 PRED_N_AVT_EK1 PRED_N_AVT_EK2 PRED_N_AVT_N1 PRED_N_AVT_N2	PRED_N_AVT_N3 PRED_N_AVT_RZ PRED_DOWN_DAV PRED_UP_DAV PRED_RZ_N_OTKR PRED_EK1_REM PRED_EK2_REM PRED_N1_REM PRED_N2_REM PRED_N3_REM PRED_RZ_REM PRED_DOWN_TEMP1	PRED ( )		

## Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Е



ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Спецификация

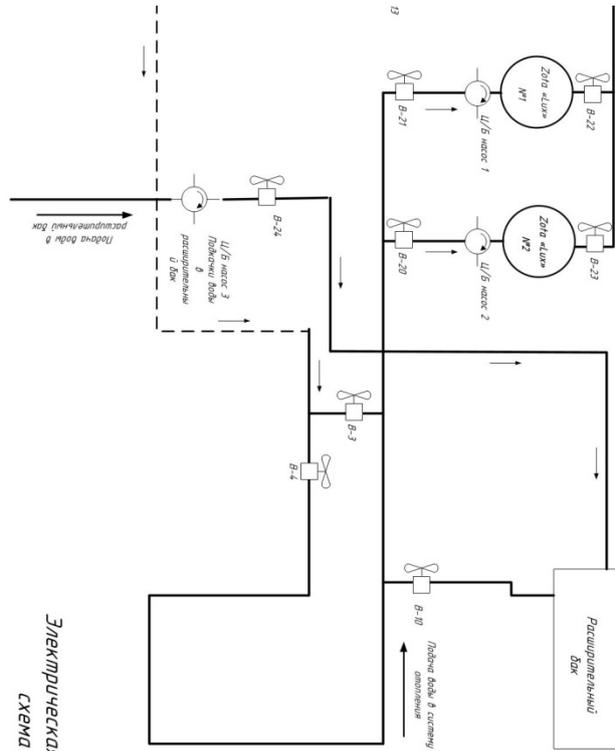
<i>Формат</i>	<i>Зона</i>	<i>Поз.</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Приме чание</i>
				<u>Документация</u>		
<i>A4</i>			<i>ВКР.134004.150304</i>	<i>Пояснительная записка</i>	<i>1</i>	
<i>A1</i>			<i>ВКР.134004.150304.ВО</i>	<i>Лист исходных материалов</i>	<i>1</i>	
<i>A1</i>			<i>ВКР.134004.150304.СХ</i>	<i>Функциональная схема авто- матизации</i>	<i>1</i>	
<i>A1</i>			<i>ВКР.134004.150304.СХ</i>	<i>Принципиальная электриче- ская схема</i>	<i>1</i>	
				<i>оборудования установленно- го в ЦАУ</i>		
<i>A1</i>			<i>ВКР.134004.150304.СХ</i>	<i>Принципиальная электриче- ская схема</i>	<i>1</i>	
				<i>силового оборудования</i>		
<i>A1</i>			<i>ВКР.134004.150304.ВО</i>	<i>Разработка алгоритма про- граммы</i>	<i>1</i>	
<i>A1</i>			<i>ВКР.134004.150304.ВО</i>	<i>SCADA-система электроко- тельной</i>	<i>1</i>	

					<b><i>ВКР.134004.150304.СХ</i></b>				
<i>Изм. Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>						
<i>Разработал</i>	<i>Иванцова Е.А.</i>			<i>Электрическая котельная АПК-2</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Лис- тов</i>		
<i>Проверил</i>	<i>Безруков Н.С.</i>				<i>у</i>	<i>1</i>	<i>2</i>		
<i>Н. контр</i>	<i>Скрипко О.В.</i>					<i>АмГУ гр. 341- об</i>			
<i>Утверждено</i>	<i>Остапенко А.А.</i>								

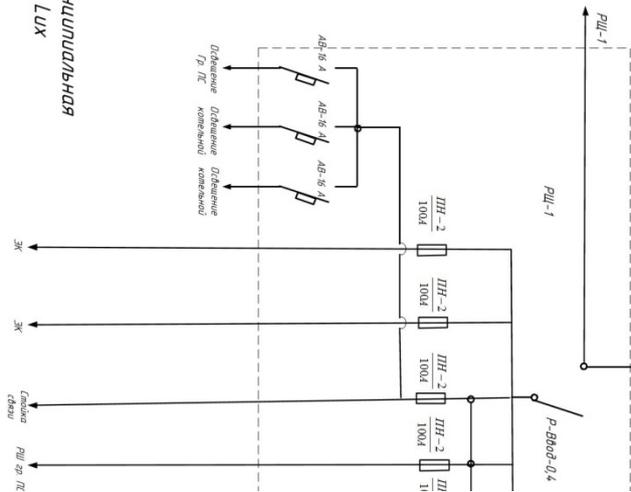
<i>Форма</i>	<i>Зона</i>	<i>Поз.</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Прим - чание</i>
				<u>Прочие изделия</u>		
		1		ПЛК 160, ОВЕН	1	
		2		МДВВ, ОВЕН	1	
		3		Светодиод. Цвет красный Kwang-HwaElect.	1	
		4		Светодиод. Цвет синий Kwang-HwaElect.	2	
		5		Светодиод. Цвет зеленый Kwang-HwaElect.	8	
		6		Измеритель токовой петли. ИТП11	2	
		7		Кнопка DECA, SwitchLabInc	2	
		8		Пакетный переключатель	6	
		9		Промежуточное реле. OmronMK-S3PI	8	
		10		Резисторы		
		11		МО-200 (С-23) 2 Вт, 4,7 кОм	6	
		12		МО-200 (С-23) 2 Вт, 47 кОм	2	
		13		Лампа осветительная	2	

		14			<i>Выключатель</i>	2	
		15			<i>Клемная коробка</i>	3	
		16			<i>Обратный диод</i>	12	
		17			<i>Автоматический выключа- тель</i>	2	<i>Перемен</i>
		18			<i>Автоматический выключа- тель</i>	4	<i>Постоян</i>
		19			<i>Автоматический выключа- тель</i>	2	<i>кот</i>
		20			<i>Автоматический выключа- тель</i>	4	<i>Нас и РЗ</i>
					<i>ВКР.134004.150304.СХ</i>		<i>Лист 2</i>
<i>Из м</i>	<i>Лист</i>	<i>№ до- кум.</i>	<i>Под п</i>	<i>Дата</i>			

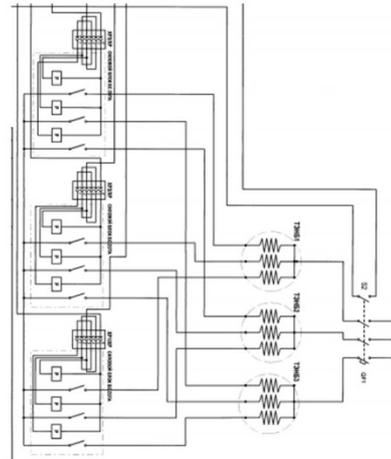
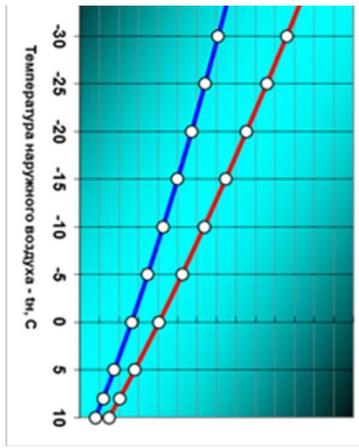
Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Ж



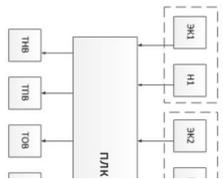
*Электрическая принципиальная  
схема Zota Lux*



**ратурный график отопления**

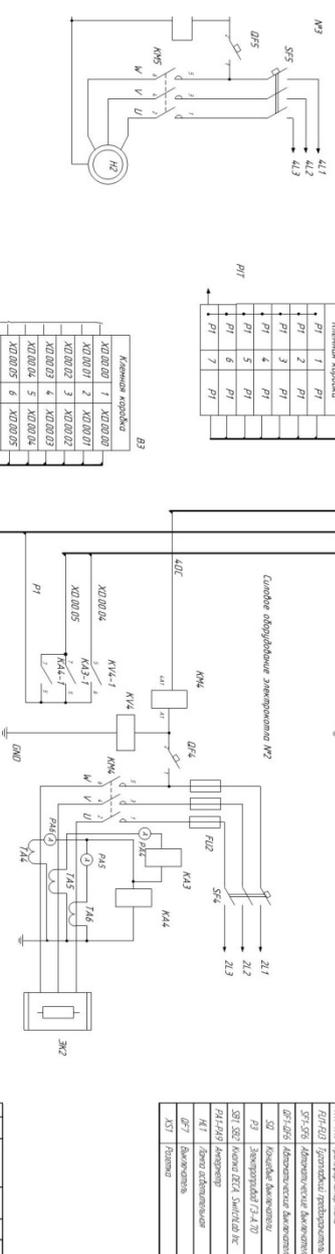
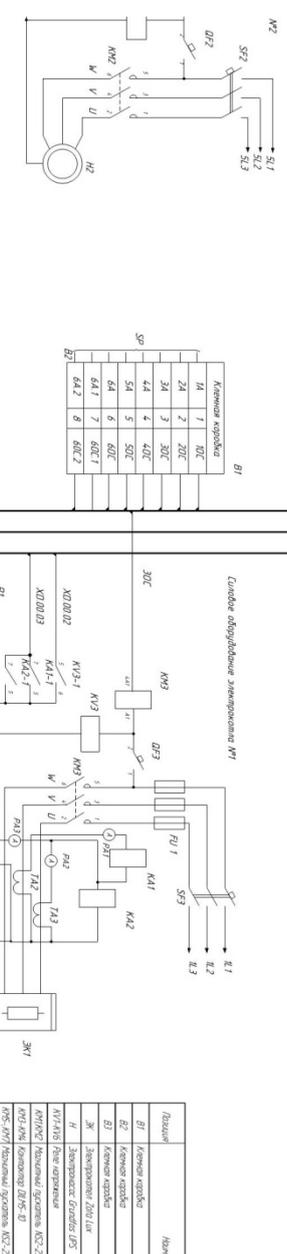
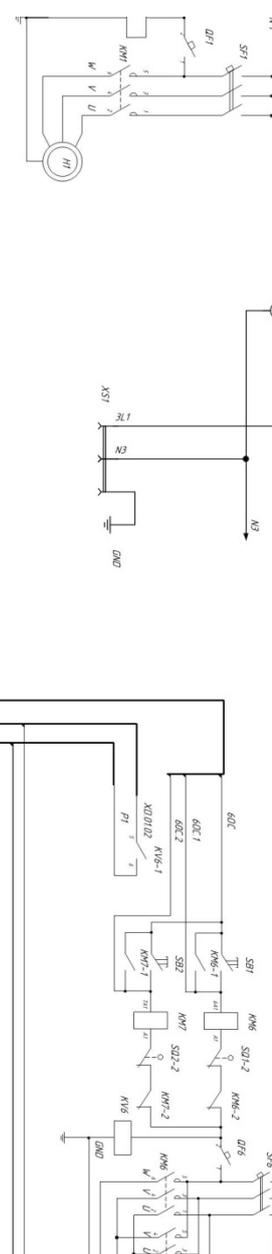


*Структурная  
автоматизация*



№	Наименование	Спецификация	Количество	Примечание
1	Расширительный бак	...	1	
2	Котел №1	...	1	
3	Котел №2	...	1	
4	ТЭН	...	3	
5	ТЭН	...	3	
6	ТЭН	...	3	
7	ТЭН	...	3	
8	ТЭН	...	3	
9	ТЭН	...	3	
10	ТЭН	...	3	
11	ТЭН	...	3	
12	ТЭН	...	3	
13	ТЭН	...	3	
14	ТЭН	...	3	
15	ТЭН	...	3	
16	ТЭН	...	3	
17	ТЭН	...	3	
18	ТЭН	...	3	
19	ТЭН	...	3	
20	ТЭН	...	3	
21	ТЭН	...	3	
22	ТЭН	...	3	
23	ТЭН	...	3	
24	ТЭН	...	3	
25	ТЭН	...	3	
26	ТЭН	...	3	
27	ТЭН	...	3	
28	ТЭН	...	3	
29	ТЭН	...	3	
30	ТЭН	...	3	
31	ТЭН	...	3	
32	ТЭН	...	3	
33	ТЭН	...	3	
34	ТЭН	...	3	
35	ТЭН	...	3	
36	ТЭН	...	3	
37	ТЭН	...	3	
38	ТЭН	...	3	
39	ТЭН	...	3	
40	ТЭН	...	3	
41	ТЭН	...	3	
42	ТЭН	...	3	
43	ТЭН	...	3	
44	ТЭН	...	3	
45	ТЭН	...	3	
46	ТЭН	...	3	
47	ТЭН	...	3	
48	ТЭН	...	3	
49	ТЭН	...	3	
50	ТЭН	...	3	
51	ТЭН	...	3	
52	ТЭН	...	3	
53	ТЭН	...	3	
54	ТЭН	...	3	
55	ТЭН	...	3	
56	ТЭН	...	3	
57	ТЭН	...	3	
58	ТЭН	...	3	
59	ТЭН	...	3	
60	ТЭН	...	3	
61	ТЭН	...	3	
62	ТЭН	...	3	
63	ТЭН	...	3	
64	ТЭН	...	3	
65	ТЭН	...	3	
66	ТЭН	...	3	
67	ТЭН	...	3	
68	ТЭН	...	3	
69	ТЭН	...	3	
70	ТЭН	...	3	
71	ТЭН	...	3	
72	ТЭН	...	3	
73	ТЭН	...	3	
74	ТЭН	...	3	
75	ТЭН	...	3	
76	ТЭН	...	3	
77	ТЭН	...	3	
78	ТЭН	...	3	
79	ТЭН	...	3	
80	ТЭН	...	3	
81	ТЭН	...	3	
82	ТЭН	...	3	
83	ТЭН	...	3	
84	ТЭН	...	3	
85	ТЭН	...	3	
86	ТЭН	...	3	
87	ТЭН	...	3	
88	ТЭН	...	3	
89	ТЭН	...	3	
90	ТЭН	...	3	
91	ТЭН	...	3	
92	ТЭН	...	3	
93	ТЭН	...	3	
94	ТЭН	...	3	
95	ТЭН	...	3	
96	ТЭН	...	3	
97	ТЭН	...	3	
98	ТЭН	...	3	
99	ТЭН	...	3	
100	ТЭН	...	3	



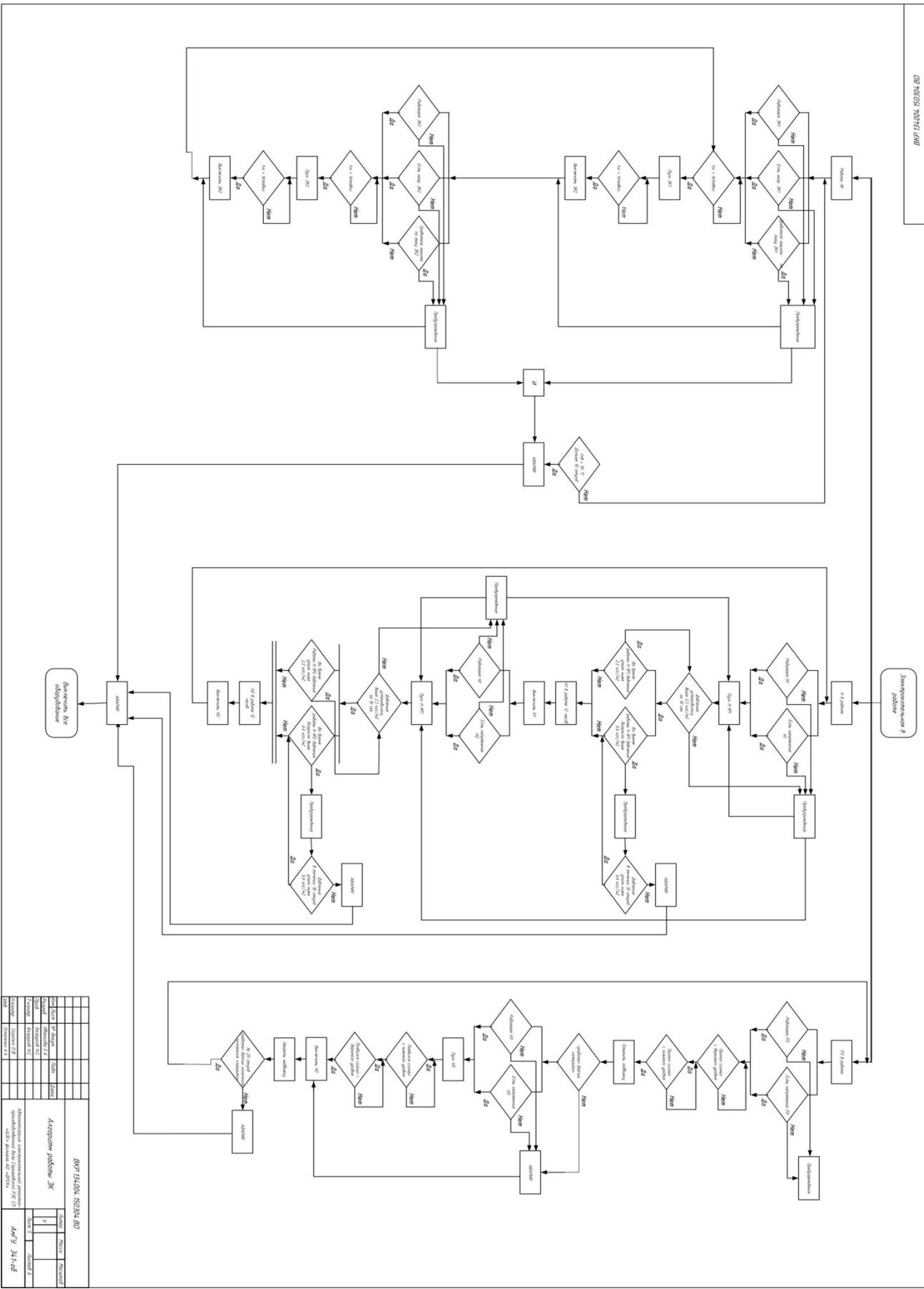


Клеммная колодка	
К1	1
К2	2
К3	3
К4	4
К5	5
К6	6
К7	7
К8	8
К9	9
К10	10
К11	11
К12	12

Клеммная колодка	
К1	1
К2	2
К3	3
К4	4
К5	5
К6	6
К7	7
К8	8
К9	9
К10	10
К11	11
К12	12

Исполн.	Наим.
Б1	Клеммная колодка
Б2	Клеммная колодка
Б3	Клеммная колодка
Ж	Защитное устройство
И	Элементы управления
К1-1, К1-2	Реле времени
К2-1, К2-2	Реле времени
К3-1, К3-2	Реле времени
К4-1, К4-2	Реле времени
К1	Реле времени
К2	Реле времени
К3	Реле времени
К4	Реле времени
Л1, Л2, Л3	Лампы
СФ1, СФ2, СФ3	Выключатели
Т1, Т2, Т3	Термостаты
У1, У2, У3	Устройства
Х1, Х2, Х3	Устройства
Ц1, Ц2, Ц3	Устройства
Ч1, Ч2, Ч3	Устройства
Ш1, Ш2, Ш3	Устройства
Щ1, Щ2, Щ3	Устройства
Э1, Э2, Э3	Устройства





BNP D3404L ES334-BD			
№ п/п	№ документа	Исполнитель	Дата
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10
11	11	11	11
12	12	12	12
13	13	13	13
14	14	14	14
15	15	15	15
16	16	16	16
17	17	17	17
18	18	18	18
19	19	19	19
20	20	20	20
21	21	21	21
22	22	22	22
23	23	23	23
24	24	24	24
25	25	25	25
26	26	26	26
27	27	27	27
28	28	28	28
29	29	29	29
30	30	30	30
31	31	31	31
32	32	32	32
33	33	33	33
34	34	34	34
35	35	35	35
36	36	36	36
37	37	37	37
38	38	38	38
39	39	39	39
40	40	40	40
41	41	41	41
42	42	42	42
43	43	43	43
44	44	44	44
45	45	45	45
46	46	46	46
47	47	47	47
48	48	48	48
49	49	49	49
50	50	50	50
51	51	51	51
52	52	52	52
53	53	53	53
54	54	54	54
55	55	55	55
56	56	56	56
57	57	57	57
58	58	58	58
59	59	59	59
60	60	60	60
61	61	61	61
62	62	62	62
63	63	63	63
64	64	64	64
65	65	65	65
66	66	66	66
67	67	67	67
68	68	68	68
69	69	69	69
70	70	70	70
71	71	71	71
72	72	72	72
73	73	73	73
74	74	74	74
75	75	75	75
76	76	76	76
77	77	77	77
78	78	78	78
79	79	79	79
80	80	80	80
81	81	81	81
82	82	82	82
83	83	83	83
84	84	84	84
85	85	85	85
86	86	86	86
87	87	87	87
88	88	88	88
89	89	89	89
90	90	90	90
91	91	91	91
92	92	92	92
93	93	93	93
94	94	94	94
95	95	95	95
96	96	96	96
97	97	97	97
98	98	98	98
99	99	99	99
100	100	100	100

