

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет энергетический

Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники

Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов
и производств»

Направленность (профиль) программы «Автоматизация технологических
процессов и производств в энергетике»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

И.о. заведующий кафедрой

А. А. Остапенко

«_____» _____ 2016 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Автоматизированная система управления электрической котельной
административно производственного корпуса №2 ПАО «РусГидро» филиала
«Зейская ГЭС»

Исполнитель

студент группы 241 об

(подпись, дата)

С. А. Данилов

Руководитель

доцент, канд. техн. наук

(подпись, дата)

А. Н. Рыбалев

Нормоконтроль

(подпись, дата)

Н. С. Бодруг

Благовещенск 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет энергетический

Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники

ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работе студента Данилова Сергея Андреевича

1. Тема выпускной квалификационной работы: Автоматизированная система управления электрической котельной административно производственного корпуса №2 ПАО «РусГидро» филиала «Зейская ГЭС».

2. Срок сдачи студентом законченной работы 14 июня 2016 года.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: 1) Инструкция по эксплуатации системы управления электрической котельной АПК-2; 2) Инструкция по эксплуатации электрокотельной АПК-2 и системы отопления кабельных туннелей.

4. Содержание выпускной квалификационной работы:

1) Разработка функциональной схемы автоматизации;

2) Разработка полной электрической схемы;

3) Разработка схемы внешних проводок;

4) Разработка плана расположения оборудования и электропроводки;

5) Компоновка щитов управления;

6) Разработка полного алгоритма работы;

7) Разработка управляющей программы;

8) Разработка SCADA-системы.

5. Перечень материалов приложения:

Лист 1: Технологическая схема ЭК АПК-2 «Зейской ГЭС»;

Лист 2: Температурный график отопления 95/70;

Лист 3: Функциональная схема автоматизации ЭК АПК-2 «Зейской ГЭС»;

Лист 4: Принципиальная схема кабельных туннелей 500 и 220 кВ «Зейской ГЭС»;

Лист 5: Принципиальная электрическая схема оборудования, установленного в малогабаритном ЩАУ ЭК АПК-2 «Зейской ГЭС»;

Лист 6: Принципиальная электрическая схема силового оборудования ЭК АПК-2 «Зейской ГЭС»;

Лист 7: Принципиальная электрическая схема питания силового оборудования ЭК АПК-2 «Зейской ГЭС»;

Лист 8: Схема внешних электрических проводок ЭК АПК-2 «Зейской ГЭС»;

Лист 9: План расположения оборудования и внешних электрических проводок ЭК АПК-2 «Зейской ГЭС»;

Лист 10: Установка аппаратов и сборка контактных зажимов в малогабаритном ЩАУ ЭК АПК-2 «Зейской ГЭС»;

Лист 11: Установка аппаратов и сборка контактных зажимов в малогабаритном ЩСО ЭК АПК-2 «Зейской ГЭС»;

Лист 12: Алгоритмическая схема работы ЭК АПК-2 «Зейской ГЭС»;

Лист 13: SCADA-система ЭК АПК-2 «Зейской ГЭС».

б. Дата выдачи задания 7 декабря 2015 года.

Руководитель выпускной квалификационной работы: Рыбалев Андрей Николаевич,

доцент, канд. тех. наук.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 99 с., 35 рисунков, 20 таблиц, 11 приложений, 19 источников.

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

Цель выпускной работы: создание автоматизированной системы управления электрической котельной, расположенной в административно производственном корпусе №2 АО «РусГидро» филиала «Зейской ГЭС», которая отапливает кабельные туннели ОРУ 500 и 220 кВ.

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

- 1) структурная схема;
- 2) функциональная схема автоматизации;
- 3) принципиальная электрическая схема;
- 4) схема внешних проводок;
- 5) план расположения оборудования и внешних электрических проводок;
- 6) компоновочные схемы щитов автоматического управления и силового оборудования;
- 7) полный алгоритм работы;
- 8) управляющая программа;
- 9) SCADA-система.

СОДЕРЖАНИЕ

Нормативные ссылки	7
Список сокращений	9
Введение	10
1 Описание объекта автоматизации	11
1.1 Принцип работы ЭК АПК-2	11
1.2 Обоснование автоматизации	13
1.3 Техническое задание на разработку	13
2 Разработка структурной схемы	14
3 Разработка функциональной схемы автоматизации	16
4 Расчет и выбор технических средств	21
4.1 Выбор средств измерения технологических переменных	21
4.2 Силовое оборудование	25
4.3 Расчет и выбор коммутационного оборудования	27
4.4 Выбор управляющего устройства	31
4.5 Выбор вспомогательной аппаратуры	35
5 Разработка принципиальной электрической схемы	38
5.1 Разработка структурной электрической схемы	38
5.2 Описание работы принципиальной электрической схемы	42
6 Схема и план внешних проводок	45
6.1 Выбор и расчет электрической проводки	45
6.2 Разработка схемы внешних электрических проводок	45
6.3 Разработка плана расположения оборудования и внешних проводок	48
7 Компоновка малогабаритных шкафов	52
7.1 Компоновка ЩАУ	55
7.2 Компоновка ЩСО	59
8 Программная реализация	64
8.1 Разработка полного алгоритма программы	64
8.2 Разработка управляющей программы	65
8.3 Разработка SCADA-системы	74

9 Охрана труда и электробезопасность	87
9.1 Правила устройства и безопасной эксплуатации электрических котлов и электродвигательных	87
Заключение	97
Библиографический список	98
Приложение А Техническое задание	100
Приложение Б Принципиальная схема ТП	113
Приложение В Структурная схема	114
Приложение Г Функциональная схема автоматизации	115
Приложение Д Принципиальная электрическая схема	117
Приложение Е Схема внешних электрических проводов	122
Приложение Ж План расположения оборудования и внешних электрических проводов	124
Приложение З Компоновка ЩАУ	125
Приложение И Компоновка ЩСО	130
Приложение К Алгоритмическая схема	135
Приложение Л Управляющая программа	136

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

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

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

ГОСТ 2.103-68 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 2.121-73 Единая система конструкторской документации. Технологический контроль конструкторской документации;

ГОСТ 2.201-80 Единая система конструкторской документации. Обозначение изделий и конструкторских документов;

ГОСТ 2.301-68 Единая система конструкторской документации. Форматы;

ГОСТ 2.321-84 Единая система конструкторской документации. Обозначения буквенные;

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;

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

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

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

АСУ – Автоматизированная система управления

АСУП – Автоматизированная система управления предприятием

АСУ ТП – Автоматизированная система управления технологическим процессом

ВКР – Выпускная квалификационная работа

ГЭС – Гидроэлектростанция

ДИФВ – Датчики измерения физических величин

КУ – Контур управления

КЭВ – Котел электродный водогрейный

Н – Насос

ОРУ – Открытое распределительное устройство

РЗ – Реверсивная задвижка

РБ – Расширительный бак

СУ – Сигналы управления

СЗ – Сигналы защит

ТНВ – Температура наружного воздуха

ТОВ – Температура обратной воды

ТП – Технологический процесс

ТСА – Техническая система автоматизации

ФСА – Функциональная схема автоматизации

ЩАУ – Щит автоматического управления

ЩСО – Щит силового оборудования

ЭК АПК-2 – Электрокотельная административно производственного корпуса №2

ЭК – Электрокотел

ВВЕДЕНИЕ

В данной работе рассматривается создание автоматизированной системы управления электрической котельной, расположенной в городе Зея, Зейской ГЭС, г. Зея в АПК-2. Электрокотельная предназначена для отопления кабельных туннелей ОРУ 500/220. В качестве теплоносителя используется вода с температурой 70/95°C, нагреваемая тремя электродными котлами КЭВ - 100/0,4. Подача воды в систему осуществляется двумя центробежными моноблочными электронасосами. Система отопления водяная двухтрубная, разводка осуществлена в правое и левое крыло кабельных туннелей. Постоянное отопление кабельных туннелей важно, поэтому элементы котельной резервированы, в случае отказа одного из объектов в работу должен вступить другой элемент.

Электрическая котельная представляет собой комплекс технологически связанных тепловых энергоустановок, расположенных в обособленных производственных зданиях, встроенных, пристроенных или надстроенных помещениях с котлами, водонагревателями (в том числе установками нетрадиционного способа получения тепловой энергии) и котельно-вспомогательным оборудованием, предназначенный для выработки теплоты.

В общем случае под автоматизацией понимают применение технических средств и систем управления, частично или полностью освобождающих человека от непосредственного участия в процессах получения, преобразования, передачи или использования энергии, материалов или информации. Цель автоматизации – повышение производительности и эффективности труда, улучшение качества продукции, устранение человека от работы в условиях, опасных для здоровья.

Кабельный туннель – подземное горизонтальное или наклонное, полностью закрытое протяженное сооружение с расстоянием от пола до потолка (балок, плит перекрытия) не менее 1800 мм для проходных и от 1500 до 1750 мм для полупроходных туннелей.

1 ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

В данной работе рассматривается электрокотельная расположенная в Амурской области, городе Зея, филиале ОАО «РусГидро» «Зейская ГЭС» в административно производственном корпусе №2. Электрокотельная отапливает кабельные туннели ОРУ-500 кВ и ОРУ-220 кВ.

Объектами существующей АСУ ТП являются:

- котлы электродные водогрейные КЭВ 100/0,4, в количестве 3 шт.;
- насосы Иртыш ЦМЛ 50/140-3/2, в количестве 2 шт.;
- многооборотный электроприводреверсивной задвижки ГЗ-А.70, в количестве 1 шт.

1.1 Принцип работы ЭК АПК-2

Электрокотельная АПК-2 работает по температурному графику 95/70, который изображен на рисунке 1.

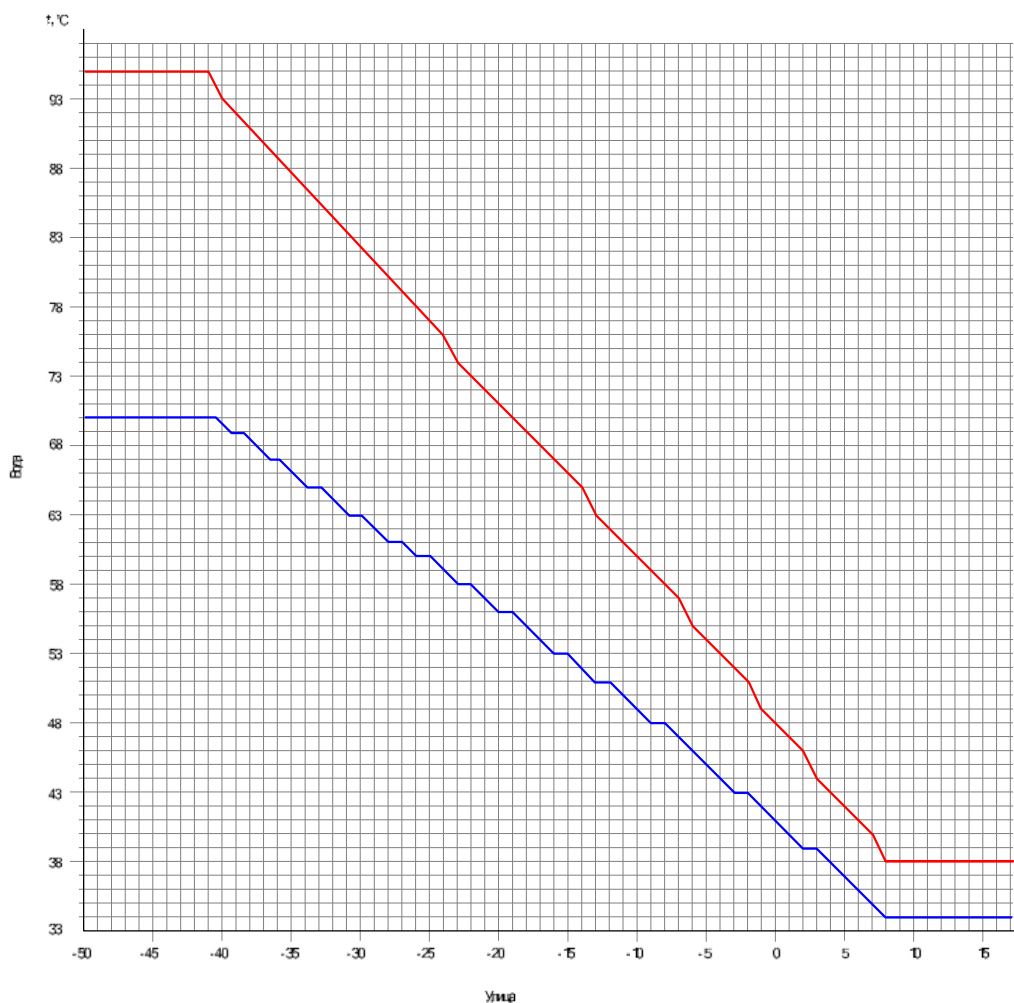


Рисунок 1 – Температурный график 95/70

По оси х отложена температура на улице, по оси У изображена температура теплоносителя. Красным и синим цветом, показана зависимость прямой и обратной воды от температуры наружного воздуха, соответственно.

На рисунке 2 изображена принципиальная схема ЭК АПК-2. Рассмотрим оборудование и принцип его работы. Работа электродных водогрейных котлов основана на прямом нагреве воды электрическим током, который протекает через движущийся в котле поток воды, представляющий активное сопротивление.

Электронасосы предназначены для подачи воды в трубопроводы системы отопления. Электронасос состоит из насоса и двигателя, смонтированных совместно через проставку.

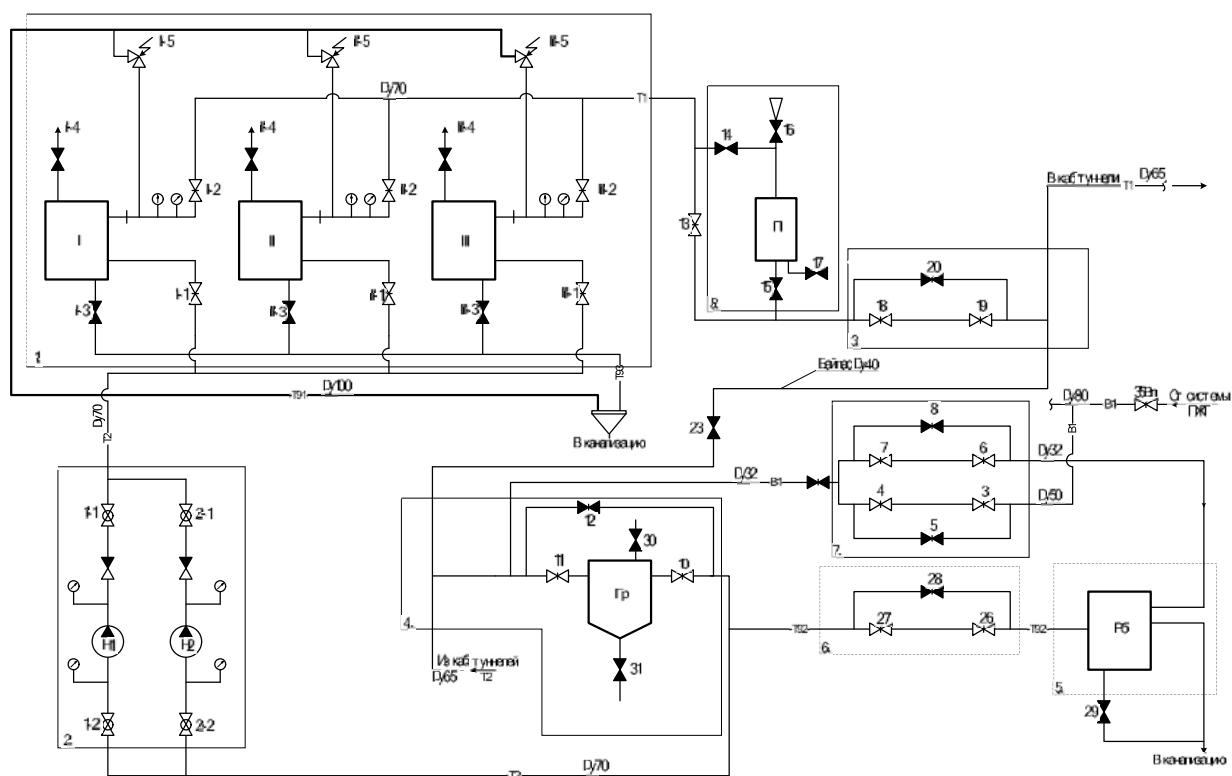


Рисунок 2 – Принципиальная схема ЭК АПК-2

На электродкотлах установлены клапаны предохранительные рычажные и служит для защиты от превышения давления в них более чем на 10% от разрешенного. Кроме выше перечисленного в электродкотельной установлено следующее оборудование:

- расширительный бак с поплавковым клапаном, позволяющий регулировать количество воды, необходимое для подпитки;

- грязевик, предназначенный для сбора шлака и грязи;
- ёмкость для подщелачивания воды;
- запорная арматура.

Приборы контроля:

- термометры манометрические конденсационные показывающие, сигнализирующие ТКП-160Сг-М2-УХЛ2, предназначенные для контроля температуры воды на выходе из эл. котла;

- электроконтактные манометры ЭКМ1-У, предназначенные для контроля давления воды в напорном трубопроводе и на выходе из эл. котла;

- манометры и ртутные термометры общего назначения.

1.2 Обоснование разработки

Необходимость автоматизации ЭК АПК-2 продиктованы следующими факторами:

- модернизация оборудования;
- модернизация системы управления;
- отсутствие ремонтного оборудования;
- отсутствие системы автоматического поддержания уровня воды в РБ;

1.3 Техническое задание на разработку

Техническое задание является одним из важнейших этапов проектирования. Техническое задание для ВКР разработано согласно требованиям ГОСТ 34.602-89 «Техническое задание на создание автоматизированной системы». Техническое задание приведено в Приложение А.

2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

Структурная схема согласно ГОСТ 2.702-2011 – это схема, определяющая основные функциональные части системы автоматизации, их назначение и взаимосвязи. Для автоматических систем часто составляют структурные схемы.

Структурная схема автоматизации предназначена для определения системы контроля и управления ТП данного объекта и установление связей между щитами и пультами управления, агрегатами, операторскими рабочими постами. Структурная схема является основным проектным документом, в котором устанавливаются оптимальные каналы административно-технического и операторского управления. В них отражаются особенности ТП и ТСА при создании локальных систем контроля и автоматизации.

Структурная схема в общем виде отражает используемый комплекс технических средств автоматизации, принцип взаимодействия технологического объекта с устройством управления и оперативным персоналом.

Структурная схема системы управления электроротельной построена исходя из анализа контуров регулирования отдельных технологических параметров. Можно выделить три контура управления, такие как:

- 1) контур управления электроротельными (КУ1);
- 2) контур управления насосами (КУ2);
- 3) контур управления реверсивной задвижкой (КУ3).

В КУ1 необходимо поддерживать температуру обратной воды (ТОВ) в зависимости от температуры наружного воздуха (ТНВ). Кроме того, измеряется температура прямой воды (ТПВ), в случае превышения, ею 95 °С, происходит отключения всего оборудования.

В КУ2 необходимо поддерживать давление в обратном трубопроводе (ДОТ). Если давление упало ниже 2,2 кгс/м², включается дополнительный насос. Если давление поднялось выше 6,6 кгс/м², отключается все оборудование электроротельной.

В КУ3 необходимо при отсутствии сигнала с датчиканижнего уровня расположенного в расширительном баке (УРБ), открыть реверсивную задвижку и закрыть при появлении сигнала с датчикаверхнего уровня.

Электрические сигналы с датчиков поступают в ЩАУ на управляющее устройство, с ЩСО поступают сигналы защиты по току и сигналы о наличии напряжения (СЗ). После обработки входных сигналов формируются сигналы управления (СУ) в соответствии управляющей программой.

Помимо этого на структурной схеме изображен канал связи с АСУП. Структурная схема изображена на рисунке 1.

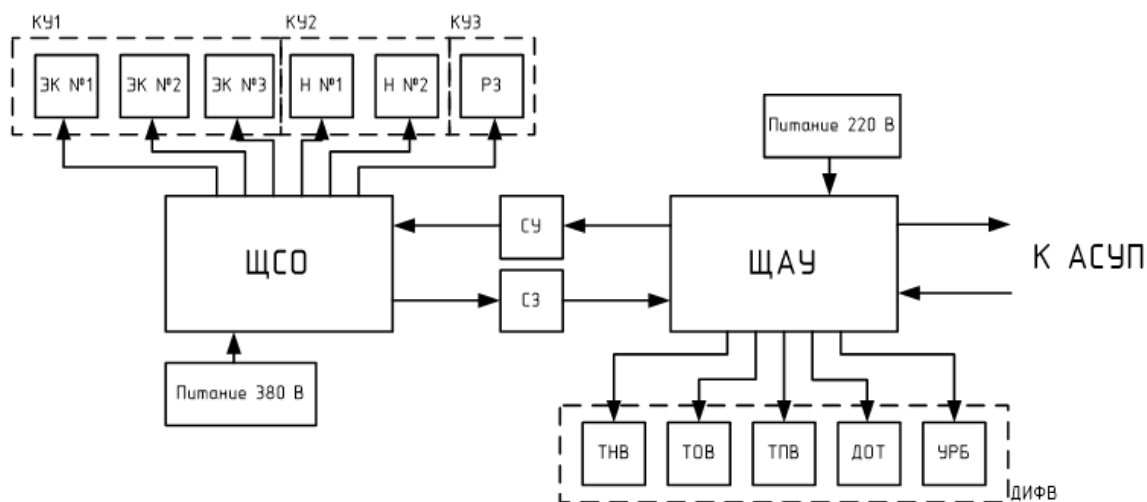








Рисунок 3 – Структурная схема автоматизации

3 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

Функциональная схема автоматизации является одним из основных проектных документов, определяющих функциональную структуру и объем автоматизации технологических установок и отдельных агрегатов промышленного объекта. Она представляет собой чертеж, на котором схематически условными обозначениями изображены: технологическое оборудование; коммуникации; органы управления и средства автоматизации (приборы, регуляторы, вычислительные устройства) с указанием связей между технологическим оборудованием и элементами автоматики, а также связей между отдельными элементами автоматики. Вспомогательные устройства, такие, как редукторы фильтры для воздуха, источники питания, соединительные коробки и другие монтажные элементы, на ФСА не показываются.

В таблице 1 показаны обозначения устройств на функциональной схеме.

Таблица 1 – условные обозначения

Обозначение	Наименование
1	2
	Магнитный пускатель(Контактор)
	Переключатель пакетный
	Первичный измерительный преобразователь для измерения температуры температуры
	Первичный измерительный преобразователь преобразователь для давления
	Первичный измерительный преобразователь уровня
	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:

а) Аналоговых датчиков:

- температуры наружного воздуха;
- температуры воды в прямом трубопроводе;
- температуры воды в обратном трубопроводе;
- давления, установленного в обратном трубопроводе.

б) Дискретного датчика:

- электродного датчика уровня.

Измеренные и контролируемые величины

- температура наружного воздуха. Электродная вводится в работу при температуре воздуха 8 °С и меньше;
- температура воды в прямом трубопроводе. При температуре больше 95 °С в электродной должно отключиться силовое оборудование;
- температура воды в обратном трубопроводе. Регулирование температуры осуществляется по обратной воде, с плавающей уставкой, путем включения и отключения электродов;
- давление. При давлении выше 6,6 кгс/см² в электродной должно отключиться силовое оборудование, при давлении ниже 2,2 кгс/см² включается дополнительный насос;
- электродный датчик уровня. При отсутствии сигнала с нижнего уровня, открывается реверсивная задвижка, и заполняется расширительный бак до верхнего уровня.

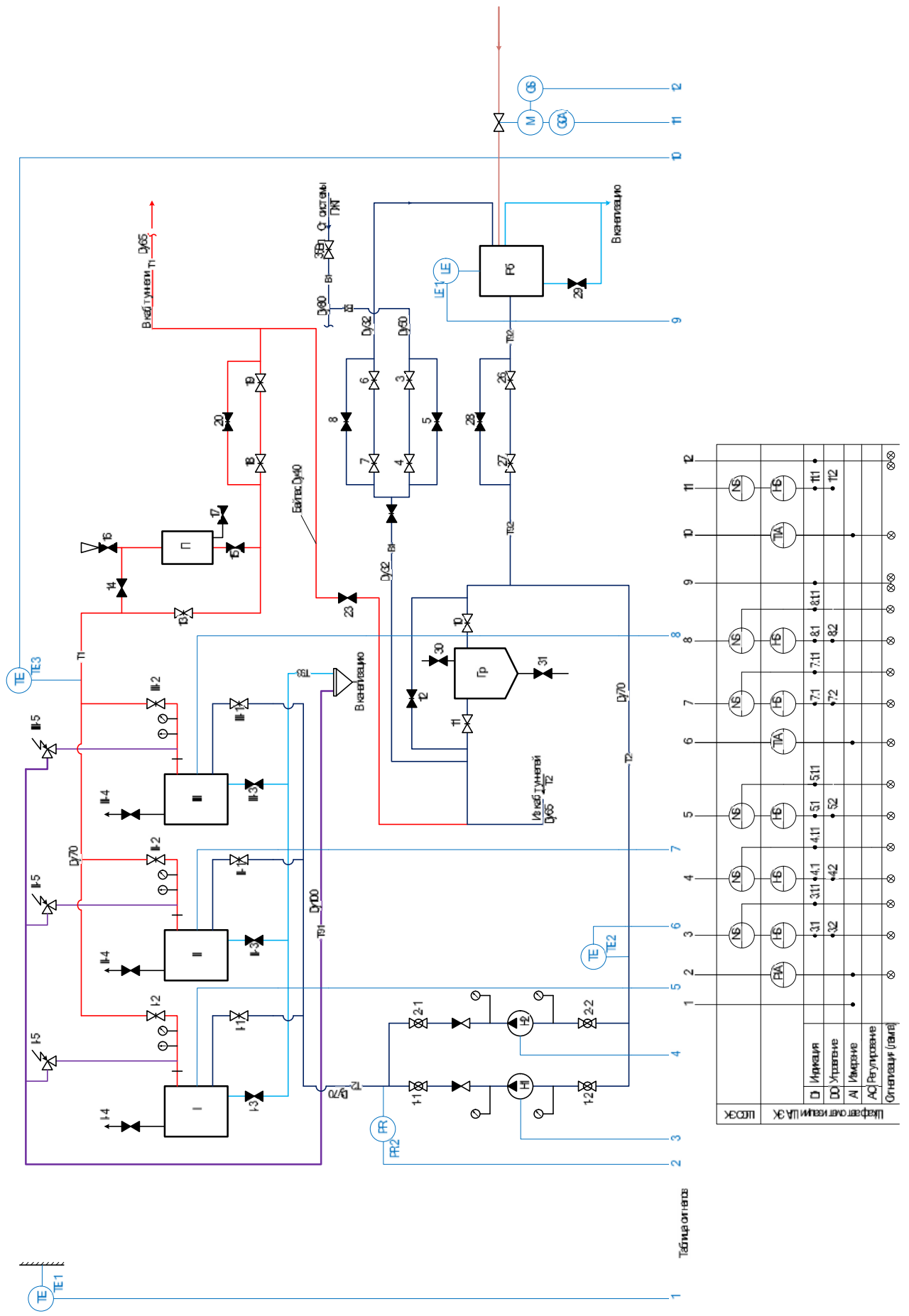


Рисунок 4 – Функциональная схема автоматизации

В случае выхода из строя контроллер силовое оборудование нужно перевести с автоматического режима в режим «отключено». В дальнейшем в соответствии с температурным графиком и результатами измерений, отображаемыми на лицевой двери ЩАУ, произвести включение одного котла и насоса путем поворота переключателя в положение «Ремонтное».

В таблице 2 описаны сигналы измерения физических величин и управления ТП

Таблица 2 – Сигналы управления и измерения

Номер сигнала	Описание сигнала контроля и управления
1	2
1	Температура наружного воздуха
2	Давление насосов отопления
3	Циркуляционный насос Н1
3.1	Положение переключателя на щите
3.1.1	Насос 1 включен
3.2	Управление двигателя Н1 (включение)
4	Циркуляционный насос Н2
4.1	Положение переключателя на щите
4.1.1	Насос 2 включен
4.2	Управление двигателя Н2 (включение)
5	Электрический котел 1
5.1	Положение переключателя на щите
5.1.1	Электродкотел 1 включен
5.2	Управление котлом 1 (включение)
6	Температура воды в обратном трубопроводе
7	Электрический котел 2
7.1	Положение переключателя на щите
7.1.1	Электродкотел 2 включен
7.2	Управление котлом 2 (включение)
8	Электрический котел 3
8.1	Положение переключателя на щите
8.1.1	Электродкотел 3 включен
8.2	Управление котлом 3 (включение)
9	Уровень воды в РБ

Продолжение таблицы 2

1	2
10	Температура обратной воды
11	Реверсивная задвижка
11.1	Положение переключателя на щите
11.2	Управление двигателем РЗ (включение)
12	Концевые выключатели

4 РАСЧЕТ И ВЫБОР ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

4.1 Выбор средств измерения технологических переменных

Чтобы получить полную информацию об объекте при автоматизации технологического процесса, используют измерительные преобразователи.

Объектом автоматизации является ЭК АПК-2, имеющая несколько потоков информации, которую необходимо измерить, преобразовать в унифицированный вид и передать на устройство управления.

Три канала температуры:

- канал температуры наружного воздуха;
- канал температуры прямой воды;
- канал температуры обратной воды.

Температуру воды в трубопроводе целесообразно измерять погружным термосопротивлением.

К ИП температуры в трубопроводе предъявлены следующие требования:

- унифицированный токовый выход, 4... 20мА;
- диапазон измерения, 0... 150°С;
- класс точности должен, 5%;

К ИП температуры наружного воздуха предъявлены следующие требования:

- унифицированный токовый выход, 4... 20мА;
- диапазон измерения, -50... 50°С;
- класс точности должен, 5%;

Для измерения температуры воды в трубопроводе выбрано термосопротивление ТСПТ 101 [3]. Этот ИП предназначен для измерения температуры жидких и газообразных, нейтральных и агрессивных сред, по отношению к которым датчик является коррозионостойким. Технические характеристики термосопротивления ТСПТ 101 представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики ТСПТ 101

Параметр	Значение
Исполнение термопреобразователя	ТСПТ 101
Диапазон измерения, °С	-50...150
Выходной сигнал, мА	4-20
Предел допускаемой основной погрешности, %	0.25
Зависимость выходного сигнала от температуры	линейная
Материал защитной арматуры	12Х18Н10Т
Напряжение питания, В	18-42
Длина монтажной части, мм	50
Схема подключения	4 проводная

Для измерения температуры наружного воздуха выбран термометр сопротивления ТСПТ 104 [3]. Этот ИП предназначен для измерения температуры воздуха в различных помещениях. Технические характеристики термосопротивления ТСПТ 104 представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические характеристики ТСПТ 104

Параметр	Значение
1	2
Исполнение термопреобразователя	ТСПТ 104
Диапазон измерения, °С	-60...85
Выходной сигнал, мА	4-20
Предел допускаемой основной погрешности, %	0.25
Зависимость выходного сигнала от температуры	линейная
Материал защитной арматуры	12Х18Н10Т
Напряжение питания, В	18-42

1	2
Длина монтажной части, мм	60
Схема подключения	4 проводная

Схема внешних электрических подключений датчиков температуры прямой, обратной воды и наружного воздуха показаны на рисунке5.

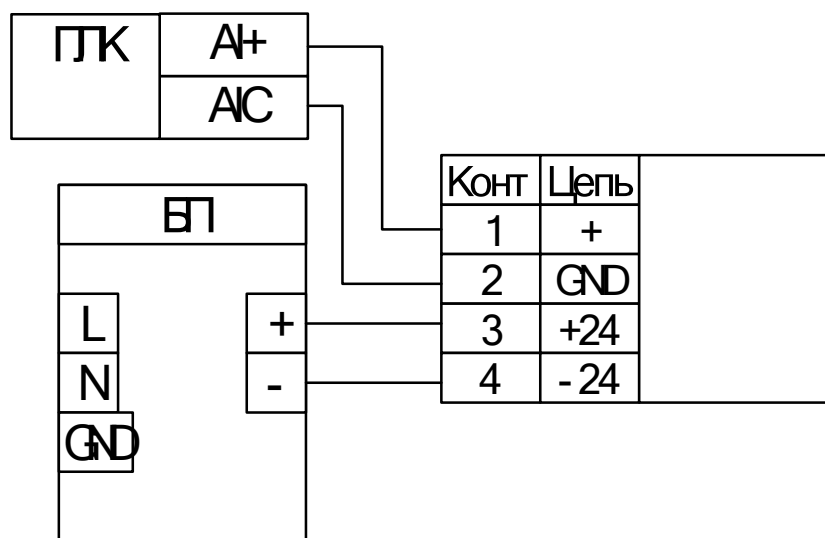


Рисунок 5 – Схема внешних электрических подключений по четырех проводной схеме

К ИПДавления в трубопроводе предъявлены следующие требования:

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

Для измерения давления выбран ИП давления общепромышленный CER-1 [2]. Технические характеристики представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Технические характеристики CER-1

Параметр	Значение
1	2
Диапазон измерения, бар	0-10
Выходной сигнал, мА	4-20

1	2
Предел допускаемой основной погрешности, %	0.2
Рабочая температура, °С	-20...100
Материал защитной арматуры	AISI316
Напряжение питания, В	7-32
Схема подключения	2 проводная

Схема внешних электрических подключений датчика абсолютного давления представлена на рисунке 6.

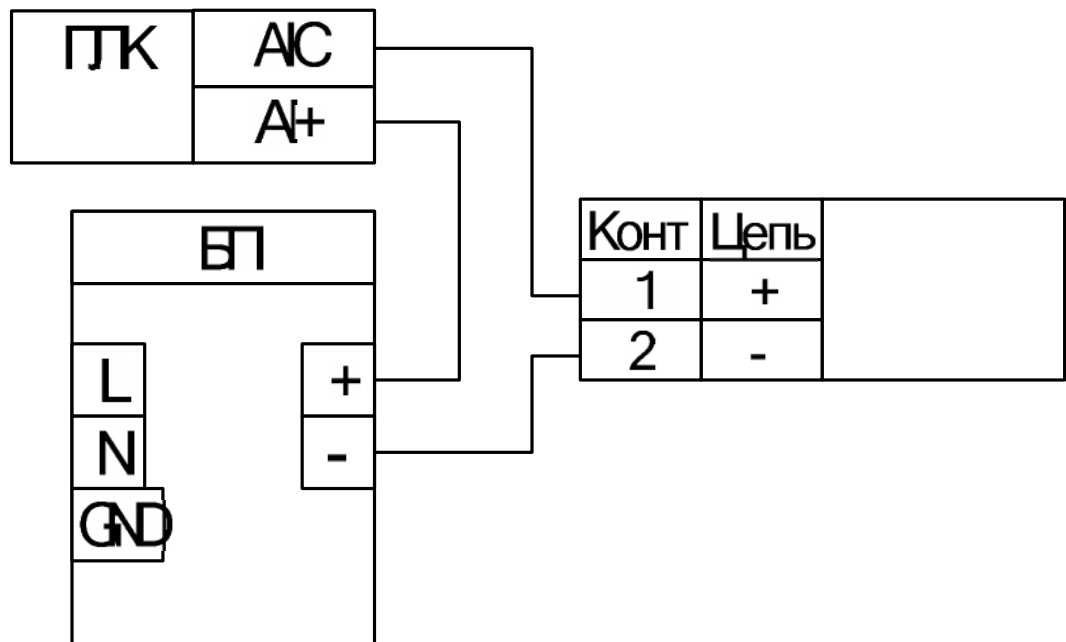


Рисунок 6 – Схема внешних электрических подключений по двух проводной схеме

Так же нужно осуществлять контроль уровня 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 контроля 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 7.

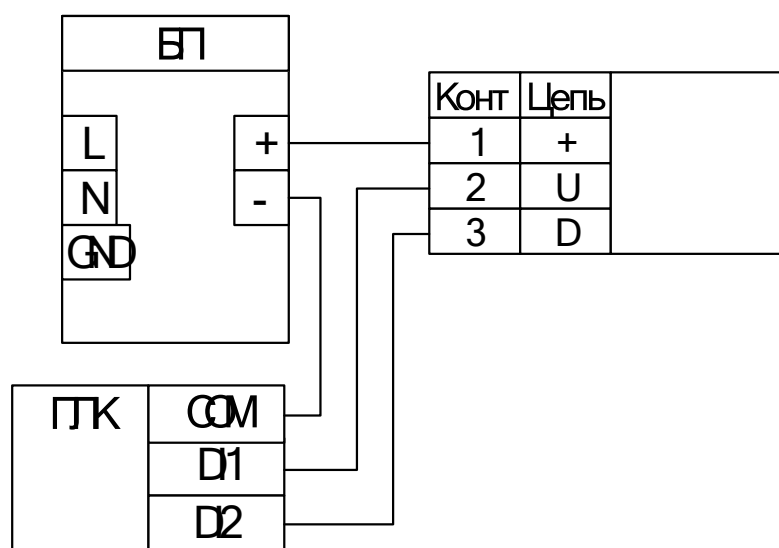


Рисунок 7 – Схема внешних электрических подключений датчика уровня

4.2 Силовое оборудование

Для нагрева теплоносителя в ЭК АПК-2 установлены три водогрейных электродных котла типа КЭВ 100/0,4. Работа электродных водогрейных котлов основана на прямом нагреве воды электрическим током, который протекает через движущийся в котле поток воды, представляющий активное сопротивление.

Корпус электродкотла, выполняемый из стандартной трубы, имеет входной и выходной патрубки для нагреваемой воды. Нагрев воды осуществляется при движении ее между плоскими электродными пластинами,

связанными в один многопластинчатый пакет стяжной шпилькой. Электродные пластины изолированы друг от друга и от стяжной шпильки фторопластовыми втулками.

Переменный трехфазный ток подводится к пластинам по трем токоведущим шпилькам, изолированным от днища эл. котла проходными изоляторами. Каждый эл. котел снабжен воздушным и дренажным вентилем [7].

Характеристики КЭВ 100/0,4 представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Характеристики КЭВ 100/0,4

Мощность номинальная, кВт	100
Теплопроизводительность номинальная, Гкал/час	0,086
Диапазон регулирования мощности, %	100-25
Напряжение, кВ	0,4
Температура воды, °С:	
на входе в котел, Твх.	70
на выходе из котла, Твых.	95
Рабочее давление, кгс/см ² :	
максимальное	6
минимальное	1
Расход воды, м ³ /час	3,45

В электрочувствительной установлены два электронасоса марки Иртыш ЦМЛ 50/140-3/2. Электронасосы предназначены для подачи воды в трубопроводы системы отопления. Электронасос состоит из насоса и двигателя, смонтированных совместно через проставку. Направление вращения вала - по часовой стрелке, если смотреть со стороны двигателя. Ротор электродвигателя является одновременно валом насоса на котором устанавливается рабочее колесо и скользящее торцовое уплотнение [7].

Технические характеристики электронасоса Иртыш ЦМЛ 50/140-3/2 представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические характеристики электронасоса Иртыш ЦМЛ

Тип насоса	горизонтальный, консольный с опорой на корпусе
Марка насоса	Иртыш ЦМЛ 50/140-3/2
Номинальная подача м3/час (л/сек)	20 (5,55)
Полный напор м.вод.ст.	24
Число оборотов об/мин	2830
Мощность электродвигателя кВт	3,0
Диаметр входного патрубка мм	50
Диаметр выходного патрубка мм	50
Диаметр рабочего колеса мм	140
КПД %	54

4.3 Расчет и выбор коммутационного оборудования

Выбор магнитного пускателя для электронасоса марки Иртыш ЦМЛ

Рассчитаем номинальный ток обмотки статора двигателя:

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

где P – мощность двигателя, 3кВт;

U – напряжение питающей сети, 380В.

$$I_{НОМ} = \frac{3000}{380 \cdot \sqrt{3}} = 5 \text{ А}. \quad (2)$$

К пускателю электродвигателя предъявим следующие требования:

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

Для включения в сеть двигателя применим магнитный пускатель ПМЛ-2100 со следующими характеристиками [8]:

- напряжение питания, ~380В, 50Гц;
- максимальный ток контактов, 25А;
- степень защиты, IP00;

На рисунке 8 показана электрическая схема подключения контактов к трех фазной цепи и к контактам катушки.

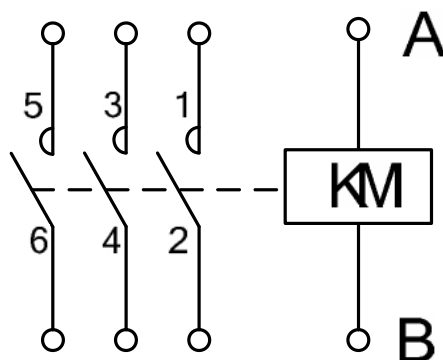


Рисунок 8 – Схема подключения

Выбор контактора пускателя для электродвигателя типа КЭВ 100/0,4

Рассчитаем номинальный ток:

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

где P – мощность котла, 100,0кВт;

U – напряжение питающей сети, 380В.

$$I_{НОМ} = \frac{100000}{380 \cdot \sqrt{3}} = 151 \text{ А}. \quad (4)$$

К пускателю электродвигателя предъявим следующие требования:

напряжение питания катушки, ~220В;

номинальный ток контактов, не менее 160А.

Для включения в сеть электродвигателя применим контактор 6033 со следующими характеристиками [9]:

напряжение питания: ~380В, 50Гц;

максимальный ток контактов: 250А;

степень защиты: IP00;

На рисунке 8 показана электрическая схема подключения контактов к трех фазной цепи и к контактам катушки.

Выбор магнитного пускателя для реверсивной задвижки

Рассчитаем номинальный ток обмотки статора двигателя:

$$I_{НОМ} = \frac{P}{U \cdot \sqrt{3}}, \quad (5)$$

где P – мощность двигателя, 0,18кВт;

U – напряжение питающей сети, 380В.

$$I_{НОМ} = \frac{180}{380 \cdot \sqrt{3}} = 0.3 \text{ А.} \quad (6)$$

К пускателю электродвигателя предъявим следующие требования:
напряжение питания катушки, В ~220;

номинальный ток контактов, не менее 5А.

Для включения в сеть двигателя применим магнитный пускатель ПМЛ-1220 со следующими характеристиками [8]:

напряжение питания: ~380В, 50Гц;

максимальный ток контактов: 10 А;

степень защиты: IP00;

На рисунке 8 показана электрическая схема подключения контактов к трех фазной цепи и к контактам катушки.

Исходя из характеристик силового оборудования, произведем выбор автоматических выключателей:

1) для электродвигателей был выбран автоматический выключатель А3716Ф. Предназначенный для проведения тока в нормальном режиме и отключения тока при коротких замыканиях, перегрузках, недопустимых снижениях напряжения, а также до 3 оперативных включений и отключений электрических цепей в час. Автоматический выключатель рассчитан для эксплуатации в электроустановках с номинальным рабочим напряжением до 380/660В переменного тока частоты 50, 60 Гц, до 380 В переменного тока частоты 400 Гц и постоянного тока до 220/440 В [10].

Характеристики автоматического выключателя А3716Ф:

- тип привода ручной;
- номинальный ток 160 А;
- число полюсов 3;
- Ф означает нетокоограничивающий выключатель;
- климатическое исполнение УЗ.

2) для электронасоса марки Иртыш ЦМЛ 50/140-3/2 выбран автоматический выключатель АЕ2046 предназначенный для установки в электрических цепях напряжением до 660 В переменного тока частотой 50-60 Гц и до 220 В

постоянного тока для защиты электрических цепей от перегрузок и токов короткого замыкания, в том числе для встраивания в комплексные устройства, для защиты, пуска и остановки асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором, для оперативных включений и отключения для указанных цепей с частотой до 30 включений в час [11].

Технические характеристики автоматического выключателя АЕ2046 представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Технические характеристики автоматического выключателя АЕ2046

Параметр	Значение
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 IEK.

Характеристики автоматического выключателя А3716Ф:

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

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

Было выбрано промежуточное реле Omron MKS3PI [13]. Схема подключения представлена на рисунке 9.

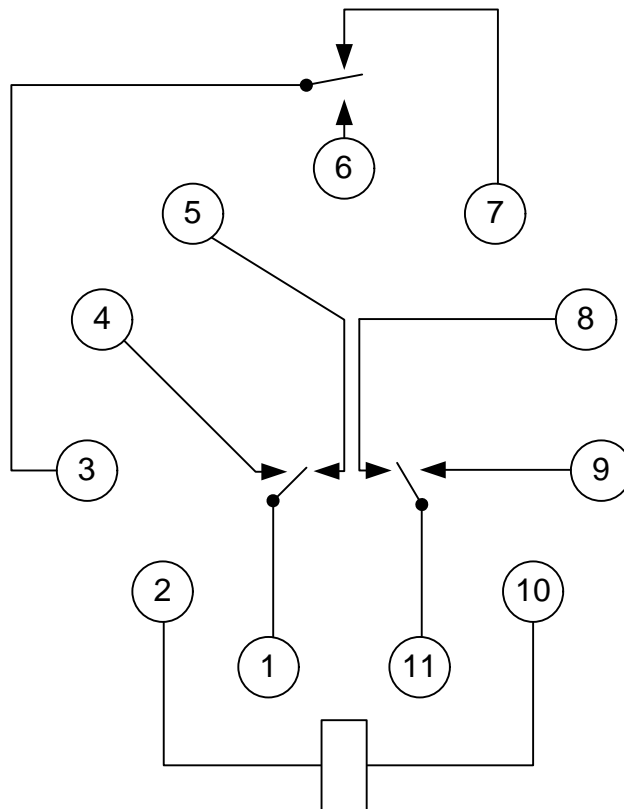


Рисунок9 – Схема подключения

4.4 Выбор управляющего устройства

Для управления работой электрической котельной выберем ПЛК, 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 (версии 2.3.9.9). При этом поддерживаются все языки программирования, указанные в МЭК 61131-3[16].

В таблице 10 приведены характеристики контроллера ПЛК 160.

Таблица 10 – Технические характеристики ПЛК160

Параметр	Значение
1	2
Напряжение питания, В	от 22 до 28 постоянного тока (номинальное 24 В).от 90 до 264 переменного тока (номинальное 110/220 В) частотой от 47 до 63 Гц (номинальное значение 50 Гц)
Параметры встроенного источника питания	Выходное напряжение 24 ± 3 В, ток потребления не более 400 мА
Количество дискретных входов	16

Продолжение таблицы 10

1	2
Напряжение питания дискретных входов, В	24 ± 3

Количество релейных выходных каналов	12
Количество аналоговых входов	8
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
RS-485	1
Ethernet 100 Base-T	1
RS-232	1
RS-232-Debug	1
USB-Device	1

На рисунке 10 показано расположение контактов для подключения внешних цепей

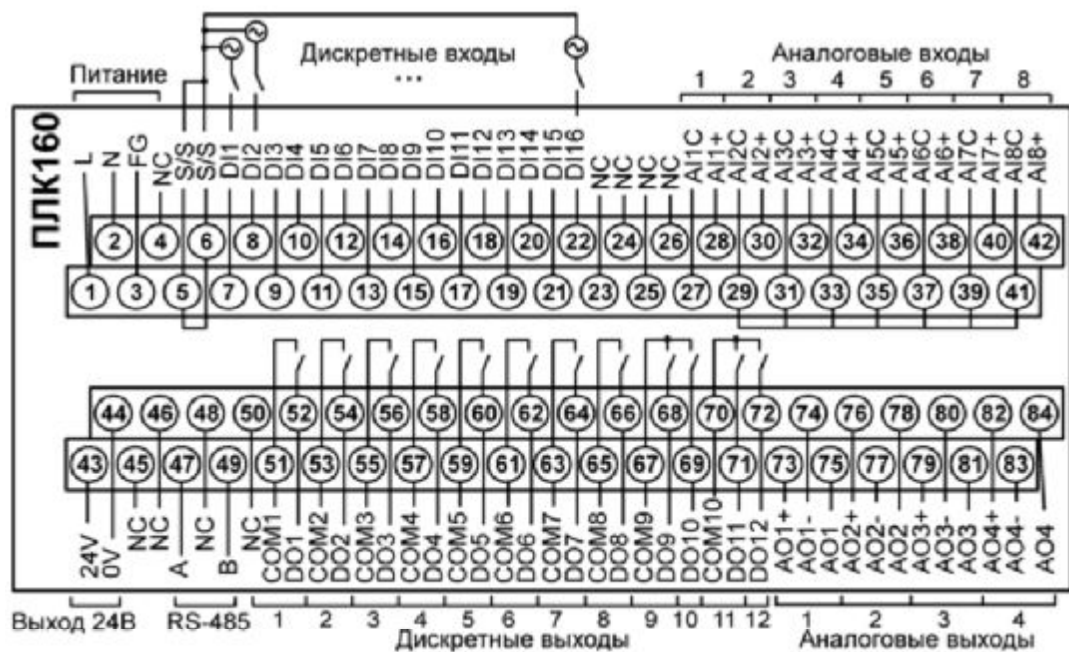


Рисунок 10 – Схема расположения контактов

Схема внешних подключений показана на рисунке 11.

24V	43	Вх	24В	1	L				
0V	44				2	N			
NC	45	RS	485	3	FG				
NC	46				4	NC			
NC	48				5	COM			
A	47				6	COM			
B	49	Дискретные входы	ГТК 100	7	D1				
NC	50				8	D2			
COM1	51				9	D3			
DO1	52				10	D4			
COM2	53				11	D5			
DO2	54				12	D6			
COM3	55				13	D7			
DO3	56				14	D8			
COM4	57				15	D9			
DO4	58				16	D10			
COM5	59				17	D11			
DO5	60				18	D12			
COM6	61	Аналоговые входы	ГТК 100	19	D13				
DO6	62				20	D14			
COM7	63				21	D15			
DO7	64				22	D16			
COM8	65				23	NC			
DO8	66				24	NC			
COM9	67				25	NC			
DO9	68				26	NC			
COM10	69				Аналоговые входы	ГТК 100	27	A1C	
COM10	70							28	A1+
DO11	71							29	A2C
DO12	72							30	A2+
AO1+	73	31	A3C						
AO1-	74	32	A3+						
AO1	75	33	A4C						
AO2+	76	34	A4+						
AO2-	77	35	A5C						
AO2	78	36	A5+						
AO3+	79	37	A6C						
AO3-	80	38	A6+						
AO3	81	39	A7C						
AO4+	82	40	A7+						
AO4-	83	41	A8C						
AO4	84	42	A8+						

Рисунок 11 – Схема внешних подключений

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

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

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

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

МДВВ позволяет непосредственно управлять дискретными выходами и подключенными к ним исполнительными механизмами через сеть RS-485. Бла-

годаря 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 12.

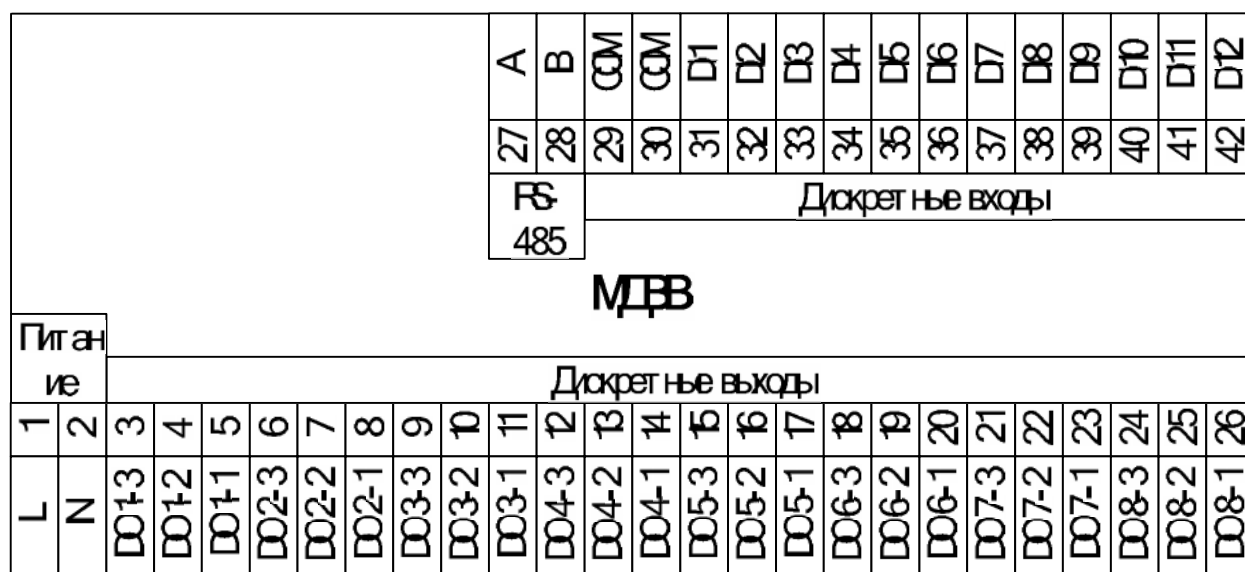


Рисунок 12 – Схема внешних подключений МДВВ

Таким образом, используя промышленный контроллер с его техническим и программным обеспечением, можно осуществить управление всем технологическим процессом.

4.5 Выбор вспомогательной аппаратуры

В случае некорректной работы управляющей программы, выхода из строя контроллера или иной ситуации, при которой в случае необходимости не будет

сформирован управляющий сигнал для реверсивной задвижки, необходимо предусмотреть возможность ручного управления. Для этого следует установить на лицевую сторону дверцы ЩАУ две кнопки для открытия и закрытия реверсивной задвижки.

Была выбрана кнопка DECA, SwitchLabInc[18], технические характеристики представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Технические характеристики DECA

Параметр	Значение
Функциональное назначение	кнопка на панель
Рабочее напряжение, В	250
Рабочий ток, А	5
Фиксация	есть
Производитель	DECA, SwitchLabInc.
Конфигурация контактов	DPST
Подсветка	есть
Сопротивление изолятора не менее, МОм	1000

Для индикации аварии, питания и включения оборудования, потребуются светодиоды Kwang-HwaElect. Material[18].

Технические параметры:

- диаметр корпуса 8.5 мм;
- номинальное напряжение 2 В.
- максимальный ток 5 мА

Расчет резистора для светодиода в цепи питания 220 В:

$$R = \frac{U_{пит} - U}{I} = \frac{220 - 2}{0.05} = 43600 \text{ Ом} \quad (7)$$

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[18].

Расчет резистора для светодиода в цепи питания 24 В:

$$R = \frac{U_{пит} - U}{I} = \frac{24 - 2}{0.05} = 4400 \text{ Ом} \quad (8)$$

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, металлооксидный[18].

Для питания датчиков, катушек реле, контроллера, выбираем блок питания фирмы OmronS8VS-24024, мощностью 180 Вт, исходя из потребляемой мощности (примем 5 Вт на элемент), которая составляет приблизительно 100 Вт[19].

5 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

В соответствии с ГОСТ 2.702-2011, ГОСТ 2.709-89, ГОСТ 2.710-81, ГОСТ 2.721-74 была разработана принципиальная электрическая схема.

Схема была разделена на три составляющие части:

- 1) электрическое оборудование, установленное в ЩАУ;
- 2) электрическое оборудование, установленное в ЩСО;
- 3) питание силового оборудования.

Принципиальная электрическая схема приведена в приложении Д.

5.1 Разработка структурной электрической схемы

На принципиальной схеме изображают все электрические элементы или устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, все электрические связи между ними, а также электрические элементы (соединители, зажимы и т. п.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

На структурной электрической схеме должны быть изображены все устройства и элементы, входящие в состав изделия, их входные и выходные элементы (соединители, платы, зажимы и т.п.), а также соединения между этими устройствами и элементами, которые на схеме изображаются в виде прямоугольников или упрощенных внешних очертаний.

Структурная электрическая схема – последовательность соединения электрических модулей в общей цепи включения.

Проектирование электрической схемы будем вести с учетом выбранных компонентов, структурной и функциональных схем автоматизации.

Имеется четыре измерительных канала, которые выдают унифицированные токовые сигналы (аналоговые). Так же имеется один дискретный канал, с датчика уровня. Для каждого датчика требуется напряжение питания.

Для нормального протекания технологического процесса были предусмотрены защиты:

- на всем силовом оборудовании, есть реле напряжения, для оповещения ПЛК о том, что оборудование получило питание, чтобы программа не давала сигнал включения отключенному оборудованию;

- для защиты электродвигателей от превышения тока, на линиях питания, целесообразно поставить реле тока.

Принципиальная электрическая схема оборудования расположенного в ЦАУ показана на рисунке 13.

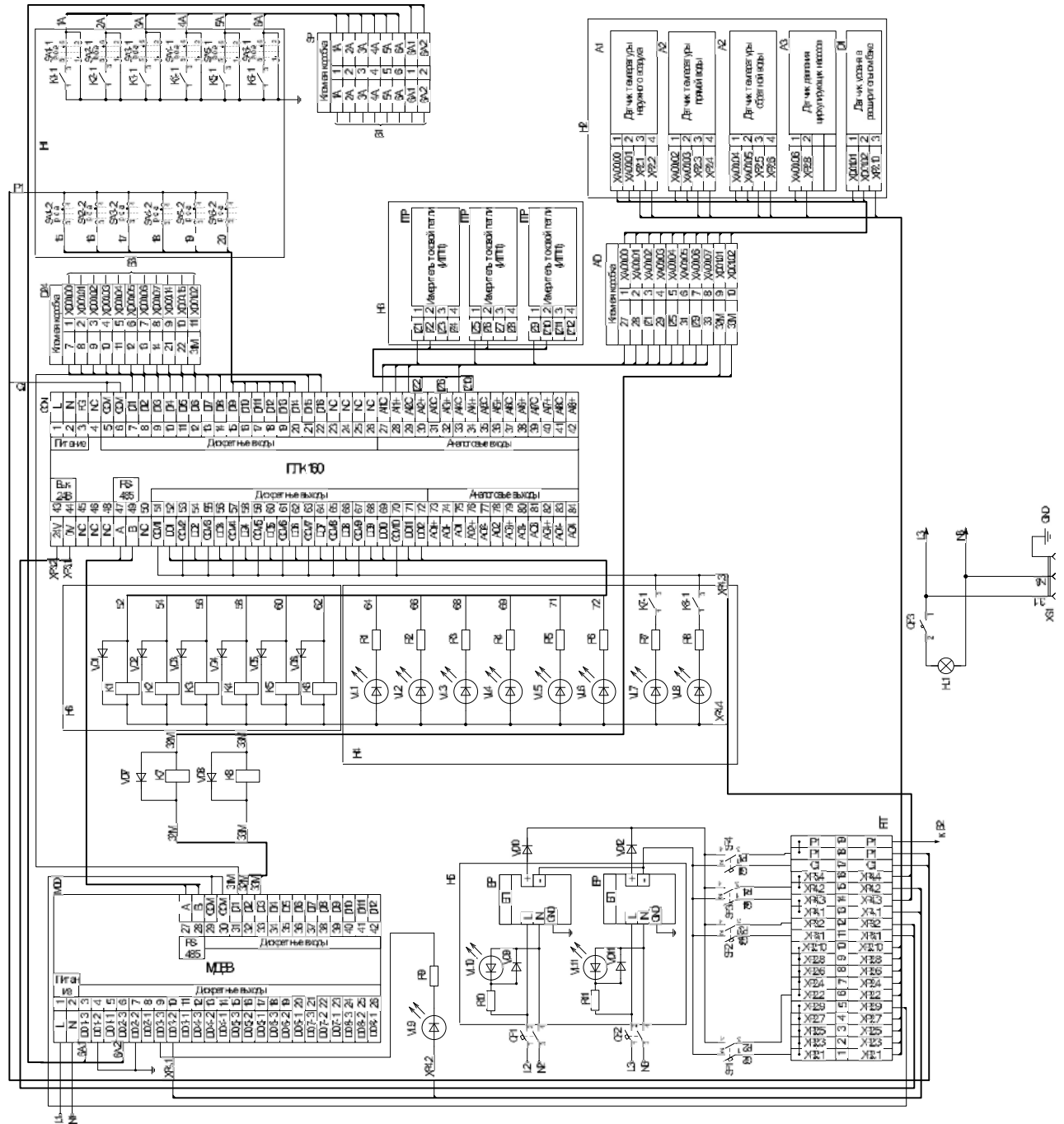


Рисунок 13 – Принципиальная электрическая схема

На рисунке 13 использованы следующие обозначения:

A1 – ИП температуры наружного воздуха;

A2 – ИП температуры прямой и обратной воды;

A3 – ИП давления;

AD – клемная коробка, через нее датчики подключены к ПЛК;

BP – блок питания;

CON – программируемый логический контроллер, ПЛК160 ОВЕН;

D1 – электродный датчик уровня;

D24 – клемная коробка, через нее контакты реле подключены к ПЛК;

ITP – измерители токовой петли, ИТП 11;

K – промежуточное реле;

MOD – модуль дискретных входов/выходов, МДВВ;

PIT – клемная коробка, размножение питания 24 В;

R – резистор;

SA – пакетный переключатель;

SF – автоматический выключатель;

SP – клемная коробка, через нее подаются управляющие сигналы от ЩАУ к ЩСО;

VD – обратный диод;

VL – светодиод;

QF – автоматический выключатель.

Питания датчиков, реле, светодиодов, ПЛК 160 осуществляется от блоков питания 24 В. Питание блоков питания и МДВВ осуществляется от сети 220 В частотой 50 Гц.

Принципиальная электрическая схема силового оборудования изображена на рисунке 14.

На рисунке 14 использованы следующие обозначения:

B1 – клемная коробка, к ней приходят сигналы управления с клемной коробки SP;

В2 – клемная коробка, через нее приходит плюс на контакты реле тока и напряжения;

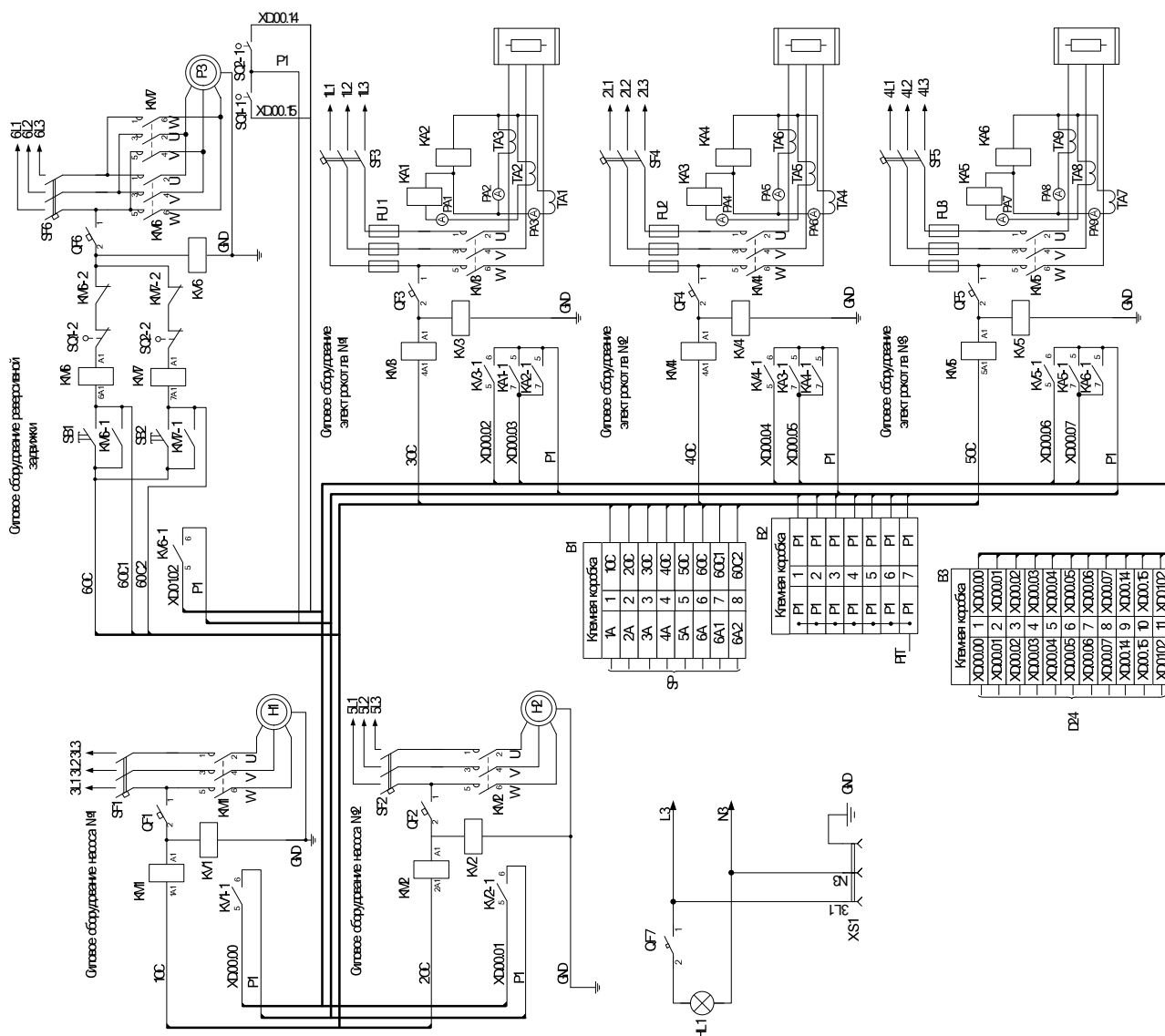


Рисунок 14 – Принципиальная электрическая схема силового оборудования

В3 – клемная коробка, через нее передаются сигналы о сработавшем реле;

КА – реле тока;

KM1, KM2– магнитный пускатель ПМЛ-2100;

KM6, KM7 – магнитный пускатель ПМЛ-1220;

KM3-KM5 – контактор КТ6033;

KV – реле напряжения;

SB – кнопка;

SF – автоматический выключатель;

SQ – концевой выключатель;

ТА – трансформатор тока;

FU – тугоплавкий предохранитель;

QF – автоматический выключатель питания катушек;

Н – насос;

РЗ – реверсивная задвижка;

ЭК – электродвигатель.

Питание силового оборудования осуществляется от сети 380 В.

На рисунке 15 изображена принципиальная электрическая схема питания силового оборудования.

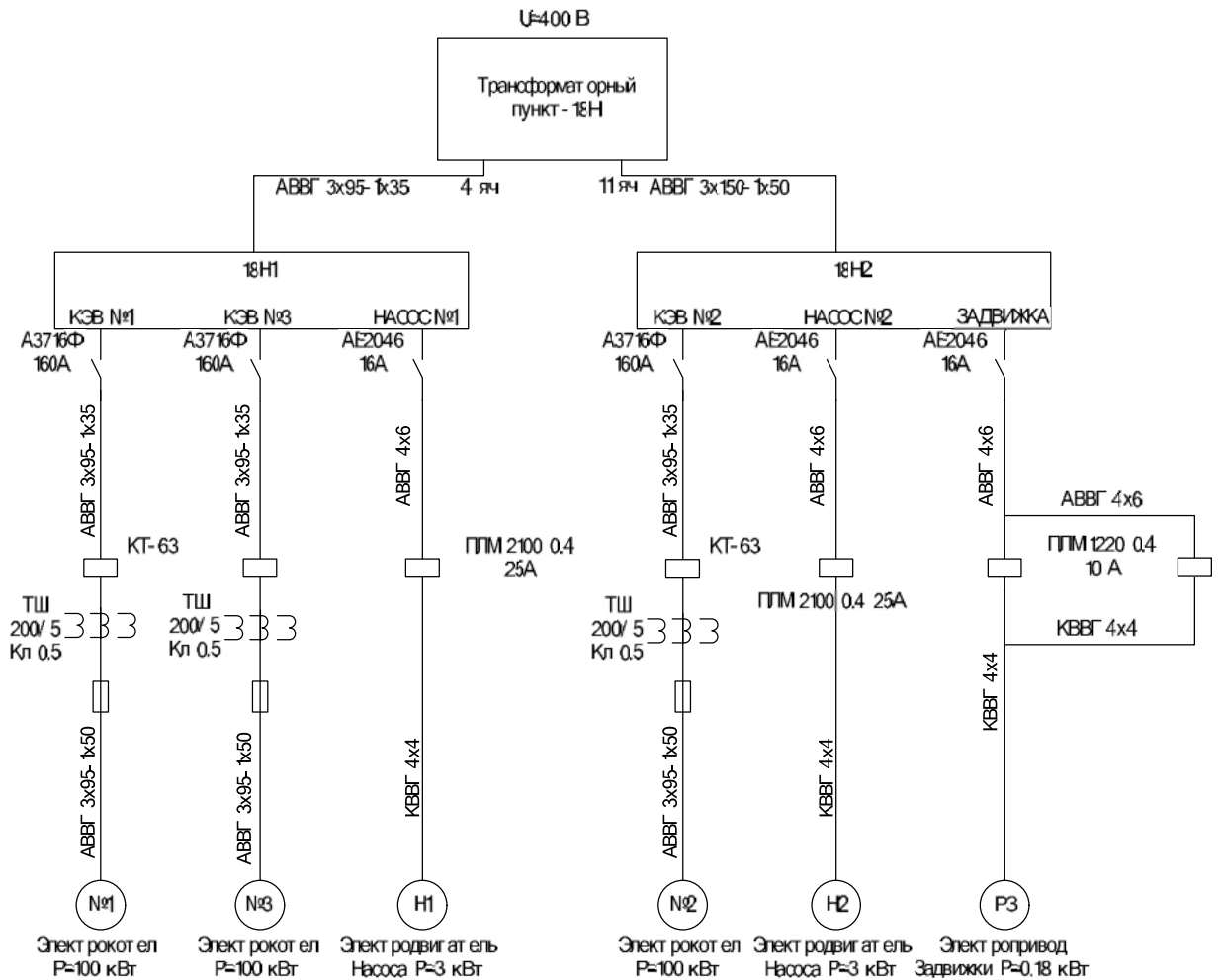


Рисунок 15 – Принципиальная электрическая схема питания силового оборудования

5.2 Описание работы принципиальной электрической схемы

Положение ключей в автоматическом и ремонтном режиме.

Положение ключа на рисунке 13:

- «Р», замкнуты контакты 1-2, ремонтный режим, ПЛК отключен от управления электродвигательной АПК-2, управление электродвигательной в ручном режиме;

- «А», замкнуты контакты 3-4, автоматический режим, на вход ПЛК приходят сигналы о том, что электродвигательная работает в штатном режиме (автоматическом);

- «А», замкнуты контакты 5-6, автоматический режим, обеспечение физического управления электродвигательной в автоматическом режиме. Контакты 5-6 нужны для физического отключения ПЛК от управления в случае некорректной работы программы.

Датчики питаются от источника питания 24 В и непрерывно вырабатывают аналоговый сигнал 4 – 20 мА. ИП температур подключены по 4-х проводной схеме, ИП давления подключен по 2-х проводной схеме. Датчики температуры прямой и обратной воды, а также датчик давления подключены к ИТП11 и ПЛК160 одновременно, для обеспечения индикации величин на ЩАУ. Дискретный датчик уровня воды в расширительном баке передает данные модульно, на линии передачи сигналов установлены реле. Контакты реле К7 и К8 замыкают/размыкают цепь питания светодиодов 7 и 8, установленных на лицевой стороне, дверцы 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», реализуется двухпозиционное регулирование. На входы ПЛК приходят сигналы с реле напряжения, оповещающая какое оборудование включено в питание и может участвовать в работе. Если произошло превышение тока, замыкается контакт на входе контроллера и происходит прекращение подачи управляющего сигнала, несоответствующий электродвигатель. При достижении требуемого программой условия контроллер снимает управляющий сигнал и оборудование останавливается.

Светодиоды установлены на лицевой стороне дверцы ЩАУ. Они предназначены для индикации работы силового оборудования, наличия питания 24 В, уровень в расширительном баке, аварийного режима.

Назначение светодиодов:

- в работе электродвигатель №1;
- в работе электродвигатель №2;
- в работе электродвигатель №3;
- в работе насос №1;
- в работе насос №2;
- в работе реверсивная задвижка;
- питание 1;
- питание 2;
- бак пуст;
- бак заполнен;
- авария.

Для ремонта в ЩАУ и ЩСО расположено ремонтное освещение и розетка.

6 СХЕМА И ПЛАН ВНЕШНИХ ПРОВОДОК

В данной части ВКР в соответствии с РМ 4-6-92, было разработано:

- план расположения оборудования и внешних проводок, приложение Ж;
- схема внешних электрических проводок, приложение Е.

6.1 Выбор и расчет электрической проводки

Для подключения ИП измерения температур был выбран кабель КСПВГ 4х0,5.

Для подключения ИП давления был выбран кабель КСПВГ 2х0,5.

Для подключения электродного датчика уровня был выбран кабель КСПВГ 3х0,5.

Для подключения питания к контактам контактора КТ-6300, был выбран кабель АВВГ 4х95+1х35, контакты контактора, соединены с аппаратурой кабелем АВВГ 4х95+1х50.

Для подвода питания к контактам магнитного пускателя ПМЛ-2100, был выбран кабель АВВГ 4х6, контакты пускателя, соединены с аппаратурой кабелем КВВГ 4х4.

Для монтажных соединений был выбран провод АМП10-0.5.

6.2 Разработка схемы внешних электрических проводок

Для каждой внешней электрической проводки приводят ее техническую характеристику и длину: для проводов - марку, сечение и, при необходимости, расцветку, а также длину. Длину указывают один раз на линии проводки, отходящей непосредственно от первичного прибора, при этом указывают полную длину провода или жгута до места его подключения к зажимам щитов, коробок, приборов. При прокладке в одной защитной трубе нескольких проводов перед маркой проставляют их количество, для кабелей - марку, количество и сечение жил и, при необходимости, количество занятых жил, которые указывают в прямоугольнике, помещаемом справа от обозначения данного кабеля, а также длину кабелей[6]. На рисунке 16 представлен фрагмент обозначения кабеля.



Рисунок 16 – Кабель КВВГ 4x4

При наличии на схеме нескольких кабелей, труб одной марки, одного сортамента, а также запорной арматуры одного типа и, если они расположены рядом, их марку и тип допускается указывать на общей выносной линии рисунков 17[6].

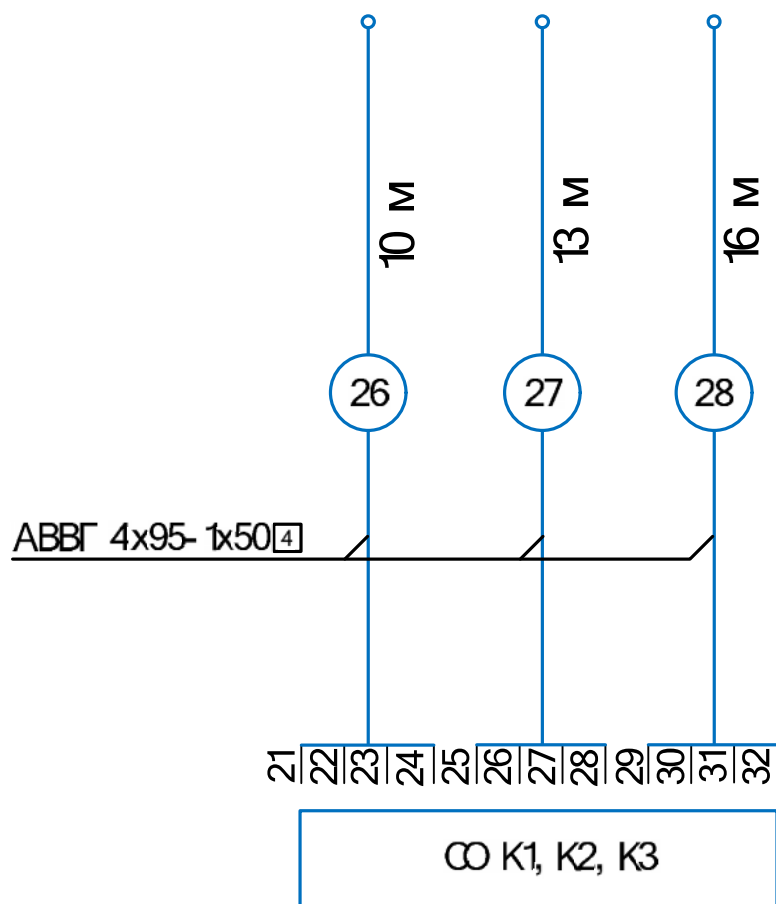


Рисунок 17 – Кабели одного типа

Номера, присвоенные электрическим и трубным проводкам, указывают в окружности, помещаемой в разрыве линии. Диаметры окружностей следует принимать исходя из размеров, записываемых в них номеров, но эти окружности на одном листе схемы должны быть одного диаметра[6].

Допускается, при большой насыщенности чертежа, перечень номеров кабелей и труб выносить на свободное поле чертежа согласно рисунку 18.

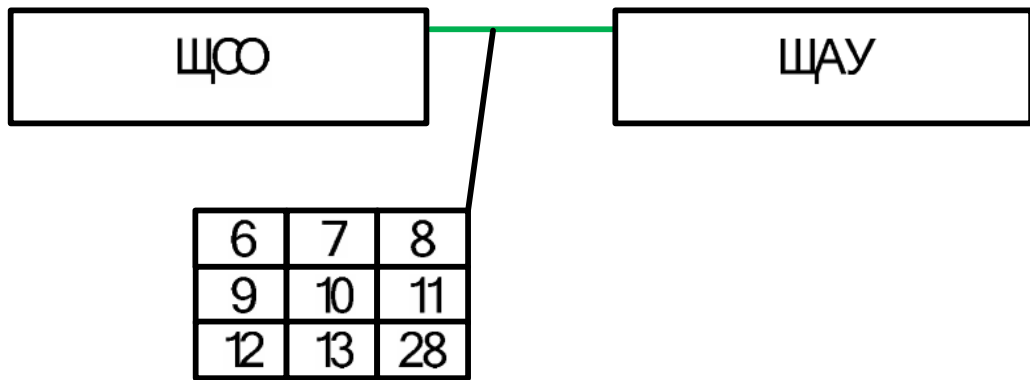


Рисунок 18 – Схема прохождения нескольких кабелей в одном месте

Учитывая выше приведенные требования, была получена схема внешних электрических проводок рисунок 19.

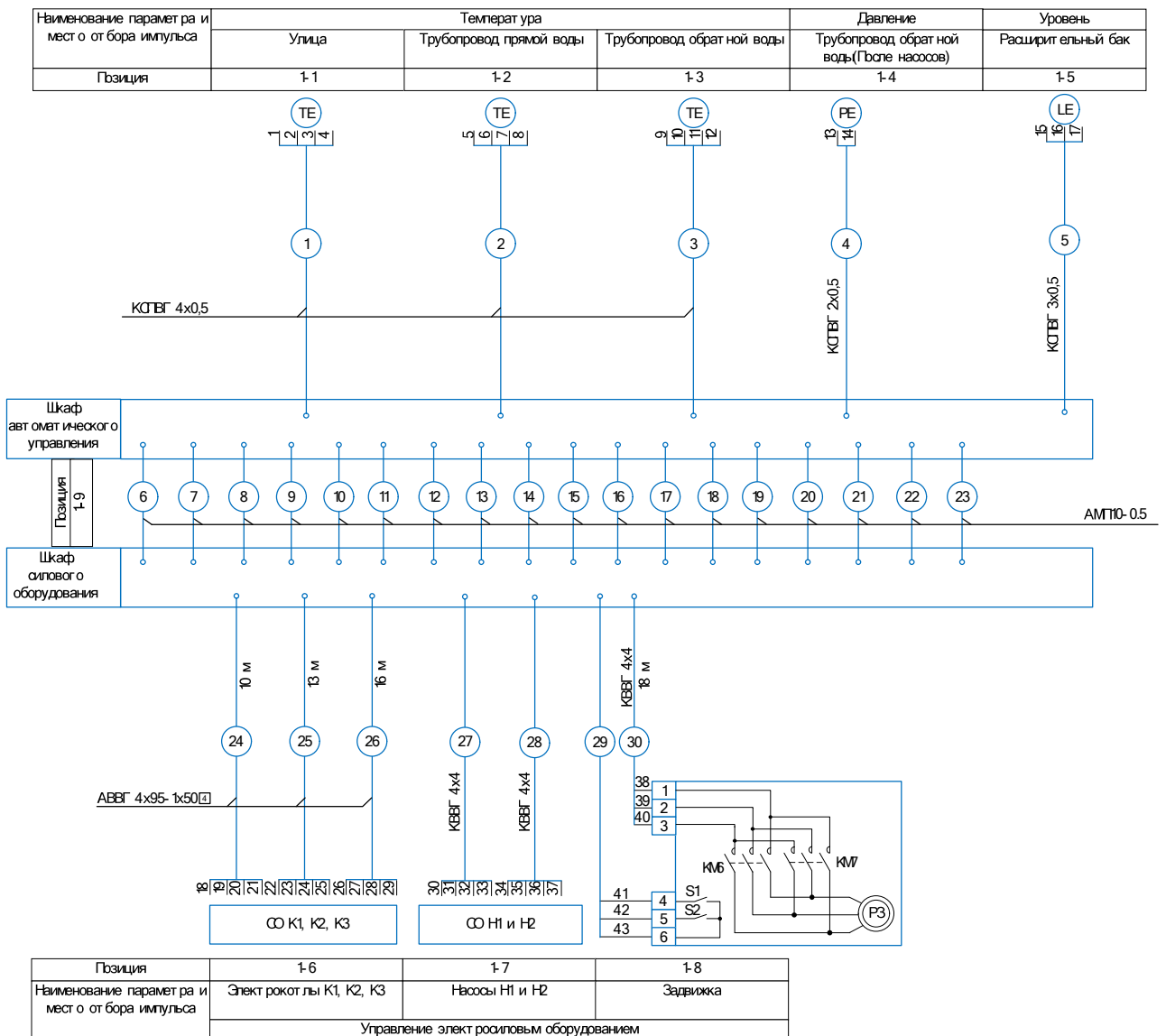


Рисунок 19 – Схема внешних электрических проводок

В таблице 12 представлено соединение и подключение внешних проводов.

Таблица 12 – Соединение и подключение внешних проводов

Кабель	Направление		Направление по планам расположения	Кабель	
	Откуда	Куда		Марка	Длина, м
1	1-1	ЩАУ	1-1	КСПВГ 4x0,5	10
2	1-2	ЩАУ	1-2	КСПВГ 4x0,5	23
3	1-3	ЩАУ	1-3	КСПВГ 4x0,5	14
4	1-4	ЩАУ	1-4	КСПВГ 2x0,5	18
5	1-5	ЩАУ	1-5	КСПВГ 3x0,5	26
6-13	ЩАУ	ЩСО	1-9	АМП10-0.5	2x8
14-23	ЩСО	ЩАУ	1-9	АМП10-0.5	2x10
24	ЩСО	1-6	1-6	АВВГ 3x95+1x50	10
25	ЩСО	1-6	1-6	АВВГ 3x95+1x50	13
26	ЩСО	1-6	1-6	АВВГ 3x95+1x50	16
27	ЩСО	1-7	1-7	КВВГ 4x4	15
28	ЩСО	1-7	1-7	КВВГ 4x4	20
29	ЩСО	1-8	1-8	КВВГ 4x4	17
30	1-8	ЩАУ	1-8	АМП10-0.5	18

6.3 Разработка плана расположения оборудования и внешних проводов

Планы расположения оборудования и проводов в общем случае должны содержать: контуры зданий объекта с расположением технологического, инженерного оборудования и коммуникаций; приборы, щиты, комплексы; внешние проводки (несущие и опорные конструкции для прокладки проводов, потоки и

одиночные электрические и трубные проводки); проходы проводок через стены и перекрытия[6].

В соответствии со схемой внешних электрических проводок был разработан план расположения оборудования и внешних электрических проводок с учётом позиций установки.

На рисунке 20 представлен план расположения оборудования и внешних электрических проводок.

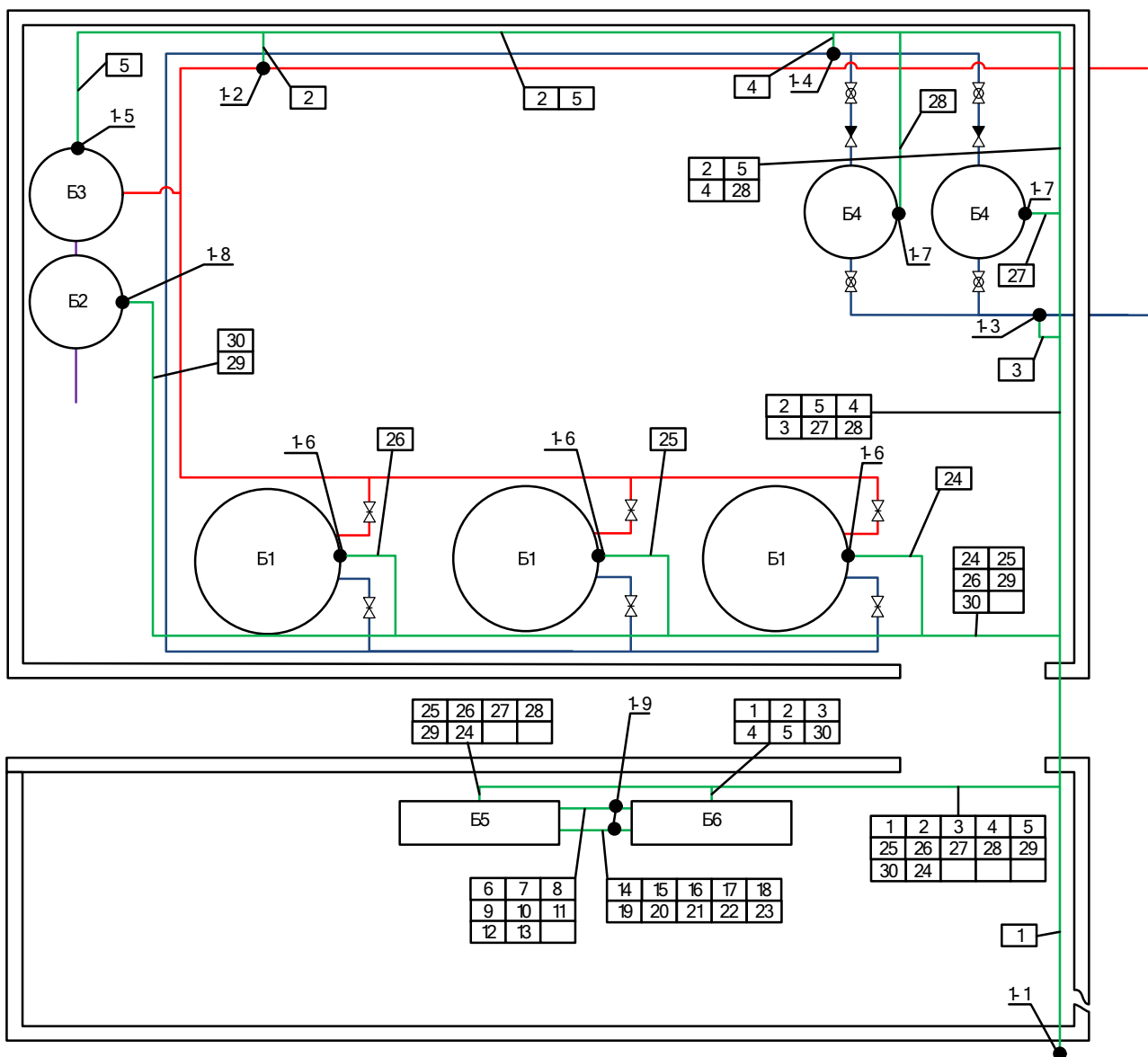


Рисунок 20 – План расположения оборудования и внешних электрических проводок

Условные обозначения на рисунке 20:

Б1 – электродкотел;

Б2 – реверсивная задвижка;

Б3 – расширительный бак;

Б4 – насос

ЩАУ – щит автоматического управления;

ЩСО – щит силового оборудования;

Синим цветом – Трубопровод обратной воды;

Красным цветом – Трубопровод прямой воды;

Зеленым цветом – Кабели, проводка.

Подключение аппаратуры, питания и датчиков кабелями и проводкой представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Подключение к кабелям и проводам

Кабель	Подключение
1	2
1	Датчик температуры наружного воздуха
2	Датчик температуры воды в прямом трубопроводе
3	Датчик температуры воды в обратном трубопроводе
4	Датчик давления в обратном трубопроводе
5	Трех электродный датчик уровня
6	С ПЛК160 к контактору 6033 (Вкл/Выкл ЭК №1)
7	С ПЛК160 к контактору 6033 (Вкл/Выкл ЭК №2)
8	С ПЛК160 к контактору 6033 (Вкл/Выкл ЭК №3)
9	С ПЛК160 к магнитному пускателю ПМЛ 1101 (Вкл/Выкл Н №1)
10	С ПЛК160 к магнитному пускателю ПМЛ 1101 (Вкл/Выкл Н №2)
11	С ПЛК160 включить/отключить питание РЗ
12	С ПЛК160 к магнитному пускателю ПМЛ 1101 открыть РЗ
13	С ПЛК160 к магнитному пускателю ПМЛ 1101 закрыть РЗ
14	Контроль напряжения ЭК №1
15	Контроль напряжения ЭК №2
16	Контроль напряжения ЭК №3

1	2
17	Контроль напряжения Н №1
18	Контроль напряжения Н №2
19	Контроль напряжения РЗ
20	Защита по току ЭК №1
21	Защита по току ЭК №2
22	Защита по току ЭК №3
23	Питания реле
24	С контактора 6033 к ЭК №1
25	С контактора 6033 к ЭК №2
26	С контактора 6033 к ЭК №3
27	С магнитного пускателя ПМЛ 1101 к Н №1
28	С магнитного пускателя ПМЛ 1101 к Н №2
29	Пуск реверсивной задвижки
30	Концевые выключатели

7 КОМПАНОВКА МАЛОГАБАРИТНЫХ ШКАФОВ

В данном разделе ВКР в соответствии с ОСТ 36.13-90, РМ 3-82-90 и РМ 4-51-90, были скомпонованы щиты шкафные малогабаритные:

- щит автоматического управления, приложение З;
- щит силового оборудования, приложение И.

Настоящий стандарт ОСТ 36.13-90 распространяется на щиты, стивы, пультаы и вспомогательные элементы к ним (в дальнейшем именуемые изделиями), предназначенные для применения в системах автоматизации технологических процессов в качестве устройств, на которых устанавливаются электрические, пневматические и гидравлические приборы и аппараты контроля, управления, регулирования и питания[14].

Поясняющие надписи под приборами и аппаратами должны быть четкими и контрастными, выполняться черным цветом в рамках на бумаге, пленке или другой основе белого фона. Поясняющие надписи в табло должны быть четкими и контрастными, выполняться на пленке или другой прозрачной основе. При этом должны обеспечиваться эстетичность, читаемость и сохраняемость надписей в заданных условиях эксплуатации, транспортирования и хранения. Надписи под аппаратами внутри щитов допускается выполнять краской. Содержание надписей должно соответствовать проектной документации[14].

Электрические соединения между установленными в изделиях аппаратами, приборами и сборками контактных зажимов, должны выполняться изолированными проводами с медными жилами, прокладываемыми открыто жгутами или в пластмассовых коробах. Сращивание проводов из 2-х и более кусков не допускается[14].

Рабочее напряжение электрических цепей изделия не должно превышать номинальное напряжение проводов, используемых при монтаже электрических проводок. Концы проводов и сборки контактных зажимов должны иметь маркировку, соответствующую проектной документации. Допускается для коротких, отчетливо просматриваемых проводов наносить маркировку с одного конца

провода. Провода должны прокладываться таким образом, чтобы не затруднять свободный доступ к аппаратам и их выводам[14].

Приступая к компоновке щитов и пультов управления необходимо учитывать, что компоновка щитов и пультов является одним из этапов проектирования системы контроля и управления. Этому предшествует разработка схем автоматизации, являющихся одним из основных технических документов в проектах автоматизации, определяющих назначение и функции, выполняемые системами контроля, регулирования и управления, а также оснащение их приборами и средствами автоматизации[15].

Тумблеры:

- Применяют для реализации функций, требующих два дискретных положения, для выполнения операций быстрого включения, выключения и переключения электрических цепей при необходимости зрительного контроля положения переключателей[15].

Поворотные выключатели и переключатели:

- Поворотные выключатели и переключатели применяют для операций включения-выключения, последовательного переключения и для плавного непрерывного или дискретного регулирования. В состав поворотных выключателей и переключателей входят поворотный регулятор непрерывного действия и приводной элемент;

- Начальные положения однотипных приводных элементов поворотных выключателей и переключателей должны быть одинаково ориентированными на панели;

- Приводные элементы для переключателей дискретного переключения и включения-выключения должны иметь указатель (стрелку, точку, метку и др.), а также надежную фиксацию положения, позволяющие быстро и однозначно определить позицию переключателя;

- На вращающихся приводных элементах переключателей не допускается наносить надписи, за исключением случаев, когда на панели недостаточно места для их размещения[15].

Световые индикаторы

В зависимости от характера информации в цветовом алфавите используют цвета в соответствии с таблицей 14.

Таблица 14 – Характер информации

Категория информации	Рекомендуемый цвет кода	
	Основной	Дополнительный
Предупреждающая информация носит осведомительный характер, содержит сведения об общей обстановке (исключая аварийную) и рекомендации для принятия мер, оставляя за оператором право выбора окончательного решения.	желтый	белый
Предписывающая информация носит командный характер, требует или разрешает выполнение строго определенных действий. К этой категории может быть отнесена и информация проверочного характера, указывающая на исправность или готовность к работе тех или иных устройств.	зеленый	синий
Запрещающая информация носит аварийный характер, накладывает строгие ограничения на выполнение или запрещение тех или иных действий, указывает на неготовность к работе или неисправность того или иного проверяемого объекта.	красный	оранжевый

Желательно иметь возможность снимать лампы с лицевой стороны панели без применения инструментов или каким-либо иным быстрым и удобным способом[15].

7.1 Компоновка ЩАУ

В соответствии с правилами компоновки щитов, выбранной аппаратуры и разработанной принципиальной схемой был скомпонован ЩАУ. На рисунке 21 показан вид спереди.

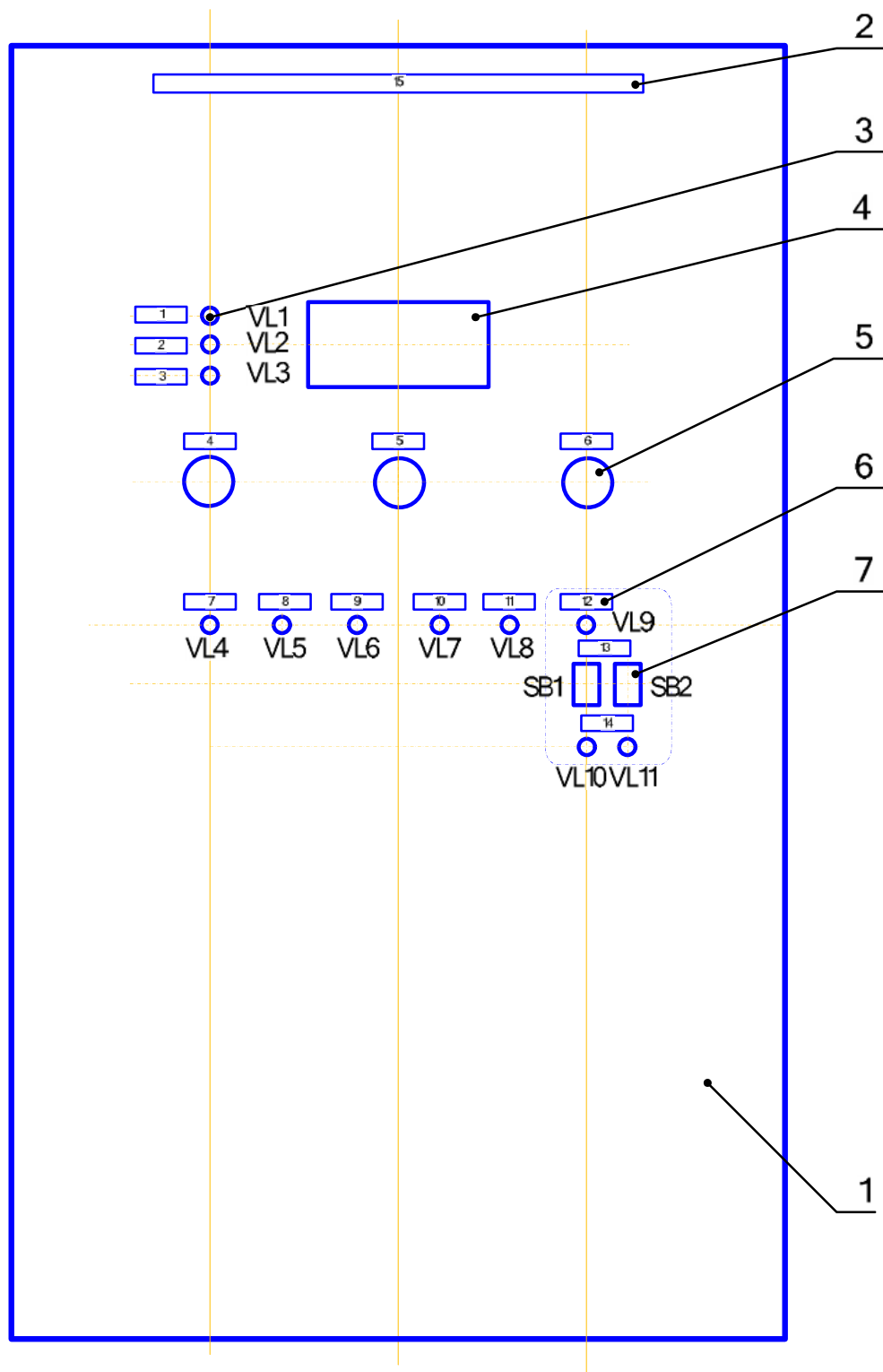


Рисунок 21 – Вид спереди ЩАУ

Позиционные обозначения на рисунке 21:

1 - щит шкафной ЩШМ-I-1000x600x350 УХЛ3.1 ОСТ 36.13-90;

2 - рамка 300x60;

3 - светодиоды:

- красного цвета, 1 шт;

- зеленого цвета, 6 шт;

- синего цвета, 4 шт.

4 - операторская панель;

5 - измеритель токовой петли, ИТП11;

6 - рамка 66x26;

7 - кнопка с фиксацией.

В рамках расположены следующие надписи:

1 - авария;

2 - питание 1;

3 - питание 2;

4 - температура прямой воды;

5 - температура обратной воды;

6 - давление в обратном трубопроводе;

7 - насос 1;

8 - насос 2;

9 - котел 1;

10 - котел 2;

11 - котел 3;

12 - реверсивная задвижка;

13 - открыть/заккрыть;

14 - пуст/полон;

15 - электродкотельная АПК-2.

На рисунке 22 представлена прокладка проводов задней стороне дверцы ЩАУ.

На рисунке 22 обозначено:

1 - резисторы

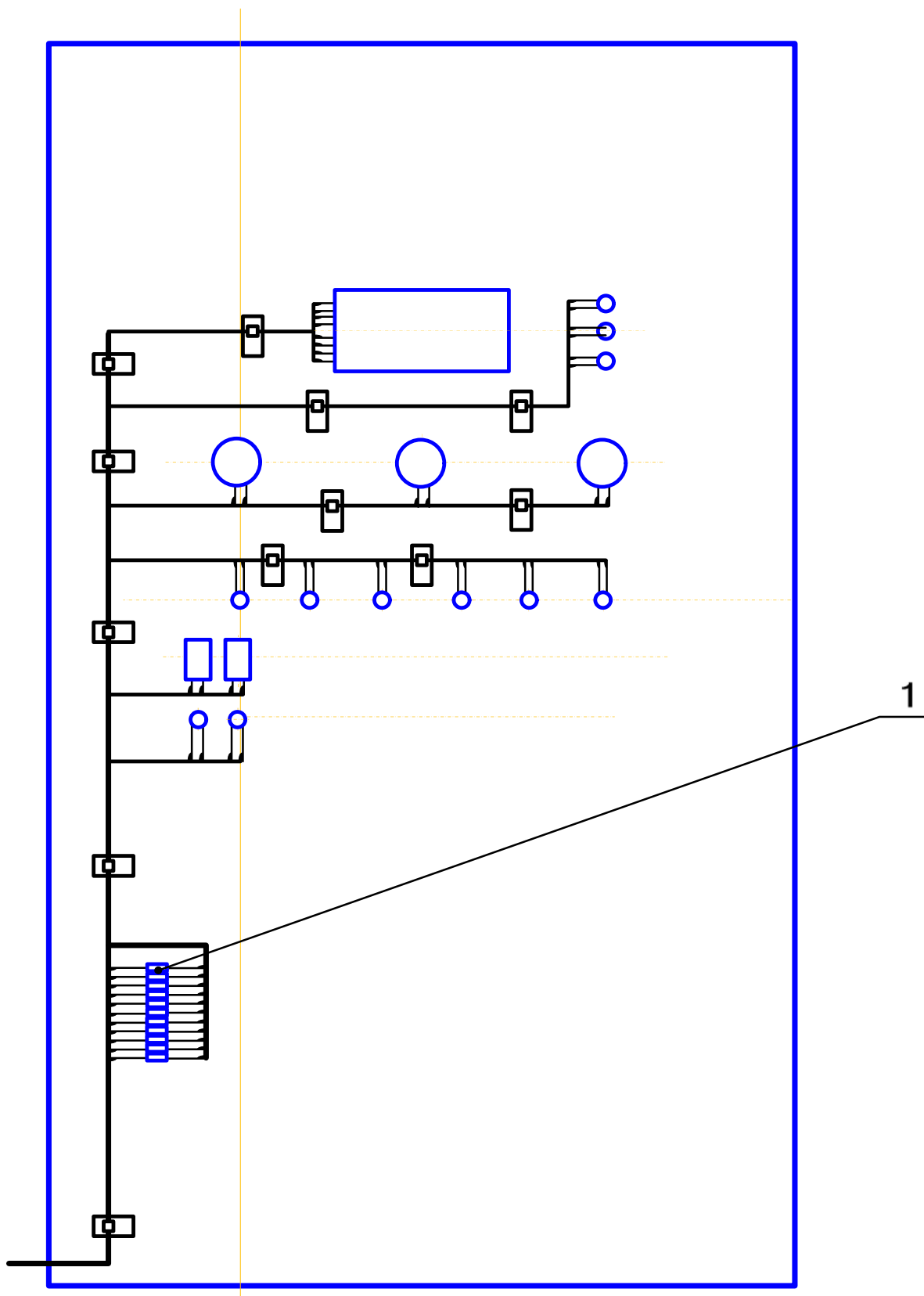


Рисунок 23 – Прокладка проводов на задней стороне дверцы

Компоновка всей аппаратуры расположенной в ЩАУ представлена на рисунке 23.

Обозначения на рисунке 23:

- 1 - программируемый логический контроллер фирмы ОВЕН, ПЛК 160;
- 2 - пластмассовый короб;

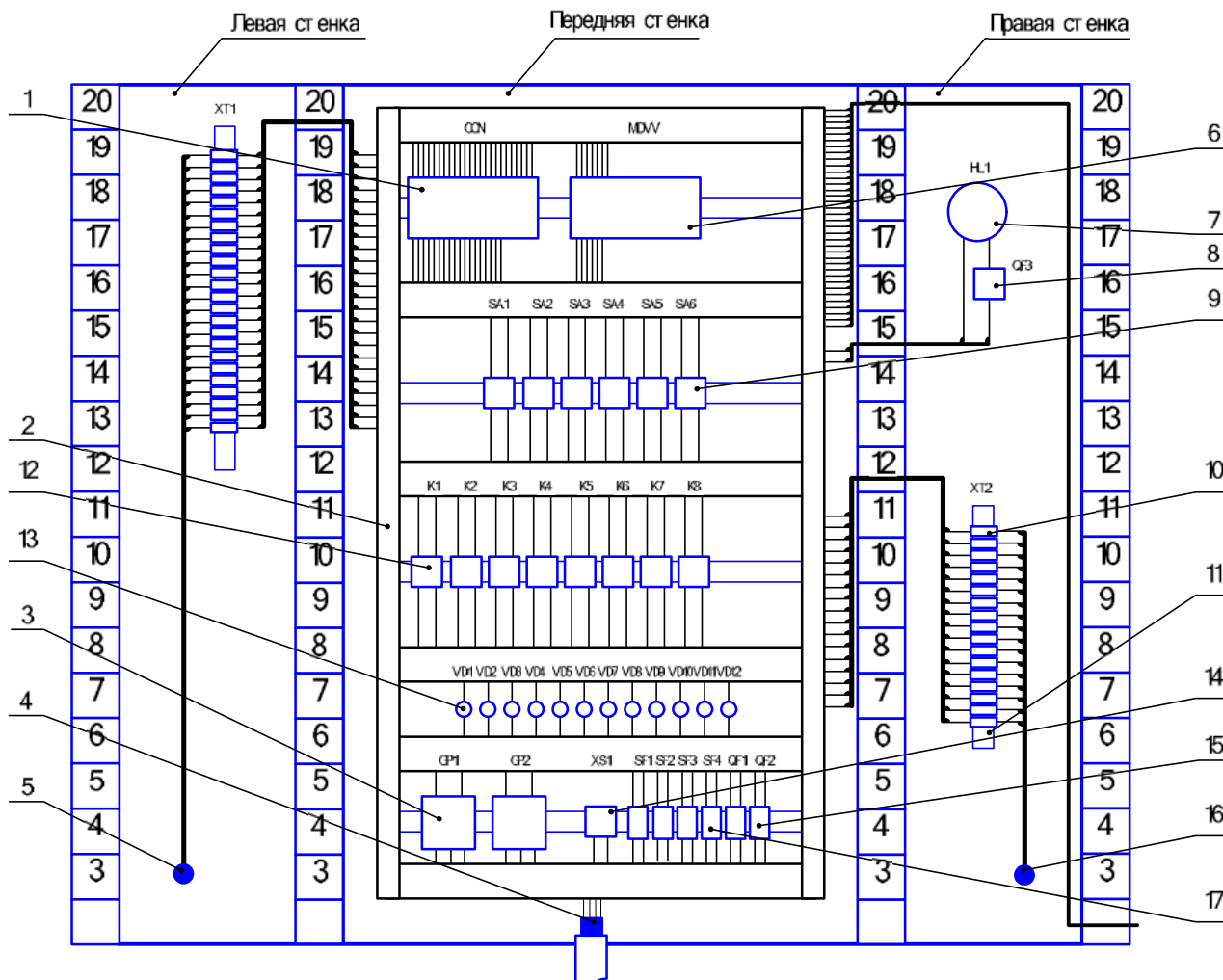


Рисунок 23 – Аппаратура в ЩАУ

- 3 - блок питания;
- 4 - связка кабелей (Питание 220 В);
- 5 - связка кабелей (Входные сигналы с ЩСО);
- 6 - модуль дискретных входов/выходов фирмы ОВЕН, МДВВ;
- 7 - ремонтное освещение;
- 8 - выключатель;
- 9 - пакетный переключатель;
- 10 - клеммная коробка;

- 11 - DIN-рейка;
- 12 - промежуточное реле OmronMK-S3PI;
- 13 - обратный диод;
- 14 - розетка;
- 15 - автоматический выключатель блоков питания;
- 16 - связка кабелей (Сигналы с ДИФВ)
- 17 - автоматический выключатель цепей постоянного тока.

7.2 Компоновка ЩСО

В соответствии с правилами компоновки щитов, выбранной аппаратуры и разработанной принципиальной схемой был скомпонован ЩСО. На рисунке 24 показан вид спереди.

Обозначения, представленные на рисунке 24:

- 1 - щит шкафной ЩШМ-I-1000x600x350 УХЛ3.1 ОСТ 36.13-90;
- 2 - рамка 600x80;
- 3 - рамка 100x60;
- 4 - амперметр;
- 5 - рамка 66x26.

Надписи в рамках:

- 1 - электродвигательная АПК-2;
- 2 - электродвигатель №1;
- 3 - электродвигатель №2;
- 4 - электродвигатель №3;
- 5 - ток фазы А;
- 6 - ток фазы В;
- 7 - ток фазы С;
- 8 - ток фазы А;
- 9 - ток фазы В;
- 10- ток фазы С;
- 11 - ток фазы А;

12 - ток фазы В;

13 - ток фазы С;

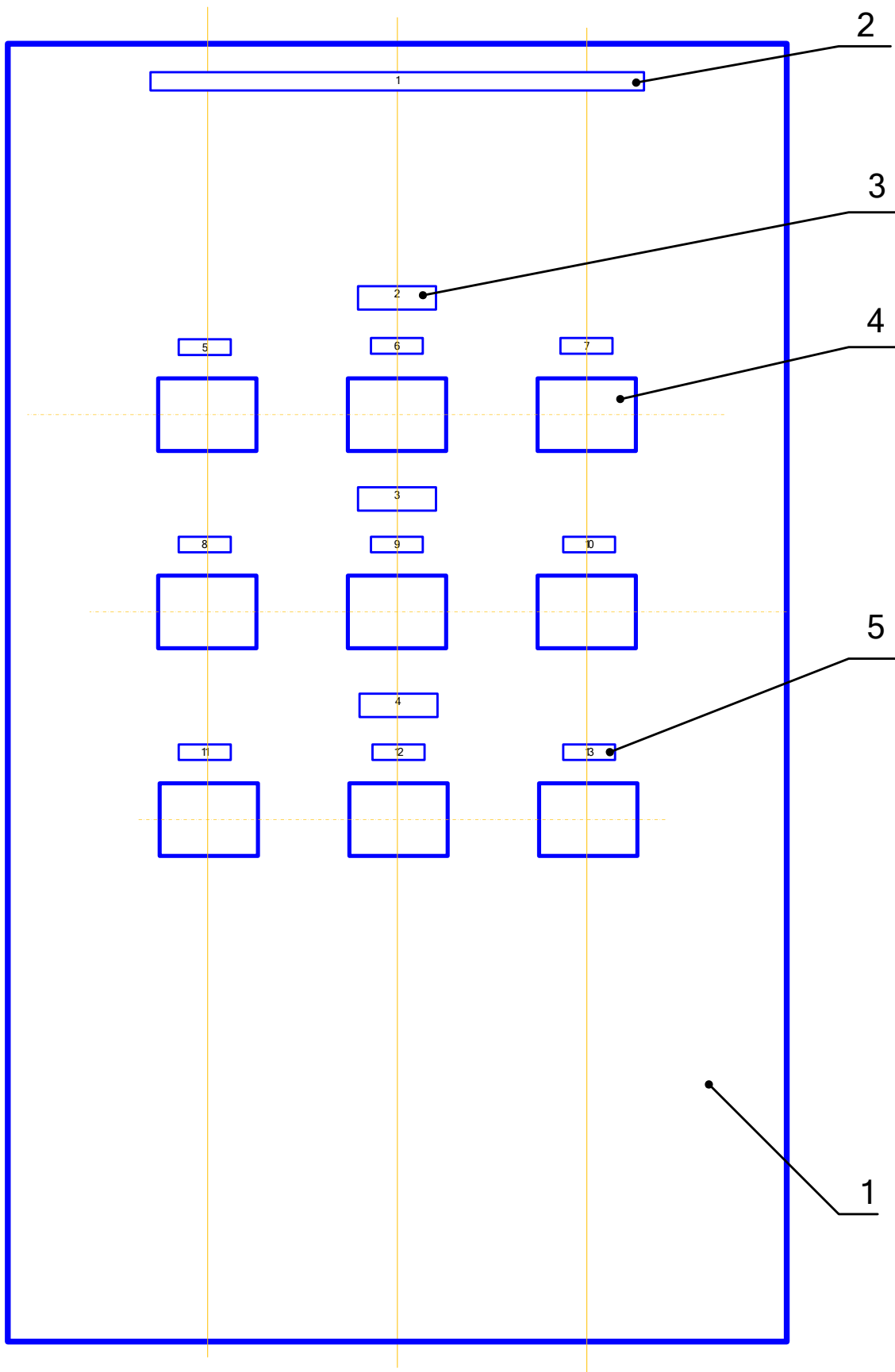


Рисунок 24 – Вид лицевой стороны двери ЩСО

На рисунке 25 представлена прокладка проводов задней стороне дверцы ЩСО.

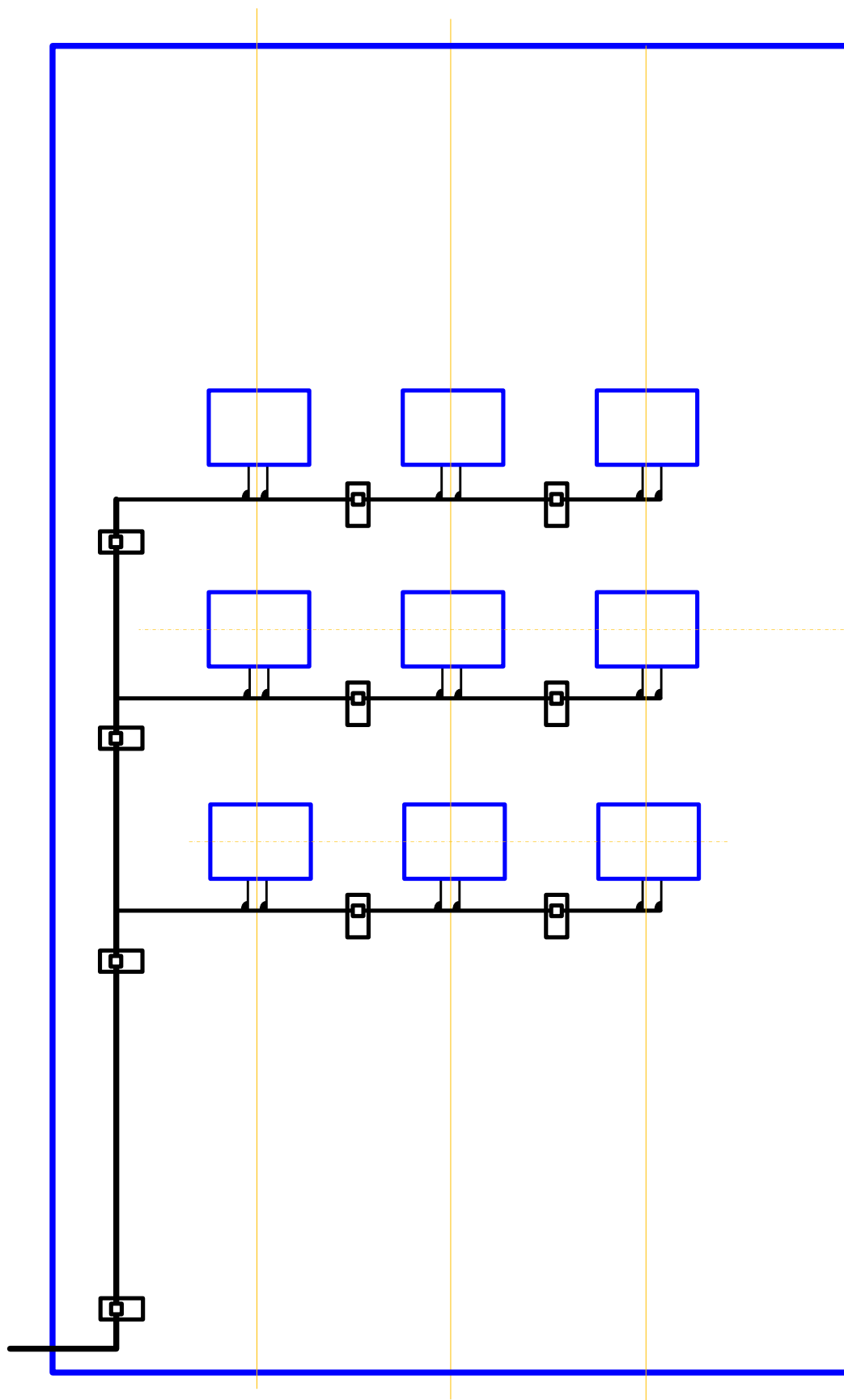


Рисунок 25 – Прокладка проводов на задней стороне дверцы

Компоновка всей аппаратуры расположенной в ЩАУ представлена на рисунке 26.

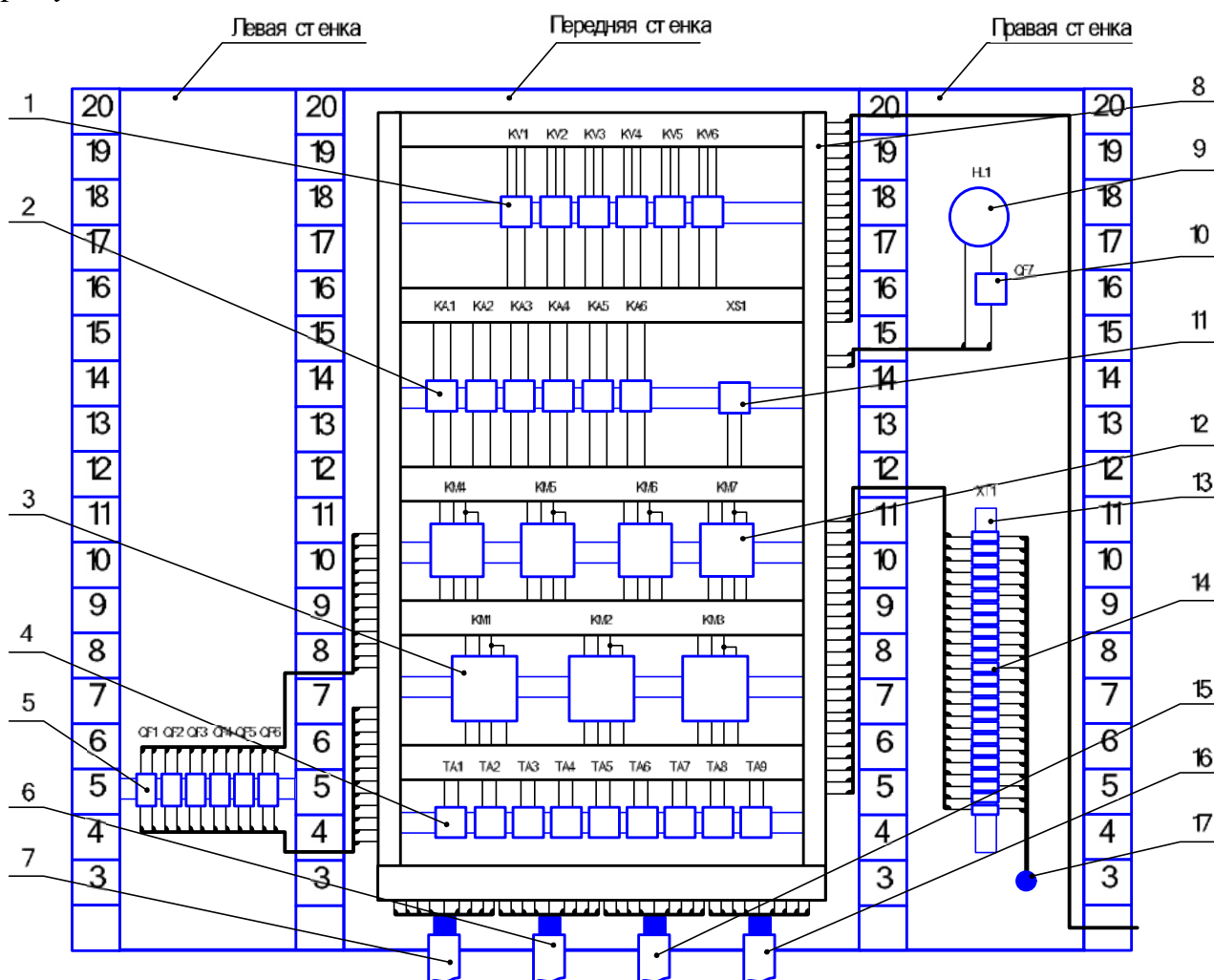


Рисунок 26 – Аппаратура в ЩСО

Обозначения на рисунке 26:

- 1 – реле напряжения;
- 2 – реле тока;
- 3 – контактор 6033;
- 4 – трансформатор тока;
- 5 – автоматический выключатель питания катушек;
- 6 – связка кабелей (Вкл/Выкл Н и РЗ);
- 7 – связка кабелей (Питание Н и РЗ);
- 8 – пластмассовый короб;
- 9 – ремонтное освещение;
- 10 – выключатель;

- 11 – розетка;
- 12 – магнитный пускатель ПМЛ-2100;
- 13 – DIN-рейка;
- 14 – клемная коробка;
- 15 – связка кабелей (Вкл/Выкл ЭК);
- 16 – связка кабелей (Питание ЭК);
- 17 – связка кабелей (Сигналы к ЩАУ).

Скомпонованные щиты автоматического управления и силового оборудования, следует расположить на расстоянии одного метра друг от друга.

Внутри щита необходимо поместить папку со следующей документацией:

- Инструкцией по эксплуатации системы управления электрической котельной АПК-2;
- Принципиальной электрической схемой.

Возле ЩАУ на стене разместить температурный график 70/95. В помещении, где установлены котлы, насосы и прочее гидравлическое оборудование, следует иметь принципиальную схему ЭК АПК-2.

8 ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

8.1 Разработка полного алгоритма программы

Данный пункт ВКР посвящен разработке полного алгоритма управления ЭК АПК-2, в соответствии с ГОСТ19.701-90 [5].

Программа считывает входные параметры:

- наличие напряжения силового оборудования;
- срабатывание защиты 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.

Программа должна реализовать следующие условия работы котлов:

- поочередная работа котлов;
- включение электродвигателя при ($t_{\text{ов.зад}} - t_{\text{уст}}$);
- отключение электродвигателя при ($t_{\text{ов}} = t_{\text{ов.зад}}$);
- возможность нормальной работы программы при выводе из работы двух из трех котлов;
- отключение силового оборудования ЭК АПК-2 при температуре прямой воды больше 95 °С.

Программа должна реализовать следующие условия работы насосов:

- поочередная работа;
- если давление в обратном трубопроводе больше 6,6 кгс/см², в течении 10 секунд, отключить силовое оборудование ЭК АПК-2;
- если давление в обратном трубопроводе меньше 2,2 кгс/см², в течении 10 секунд, включить второй резервный насос;
- если при работе двух насосов, в течении 10 секунд давление не станет больше 2,2 кгс/см² отключить силовое оборудование ЭК АПК-2;

- 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 ЭК АПК-2.

В соответствии с выше изложенными условиями был разработан полный алгоритм программы, представленный в Приложении К.

8.2 Разработка управляющей программы

В программе было использовано множество входных и выходных переменных, для удобства они были разбиты на группы, таблицы 15-19.

Таблица 15 – Перечень входных аналоговых сигналов

Наименование	Описание	Единицы измерения	Предел измерения	Тип сигнала
1	2	3	4	5
ANALOG_TEMP_NAR_V	Температура наружного воздуха	°С	-60...85	(4-20) мА
ANALOG_TEMP_P_V	Температура воды в прямом трубопроводе	°С	-50...150	(4-20) мА

1	2	3	4	5
ANALOG_TEMP_O_V	Температура воды в обратном трубопроводе	°С	-50...150	(4-20) мА
ANALOG_DAV		кгс/см ²	0...10	(4-20) мА

Таблица 16 – Перечень входных дискретных сигналов

Наименование	Описание
1	2
AVT_N_1	Насос 1. Положение переключателя «Автоматический режим»
AVT_N_2	Насос 2. Положение переключателя «Автоматический режим»
AVT_EK_1	Котел 1. Положение переключателя «Автоматический режим»
AVT_EK_2	Котел 2. Положение переключателя «Автоматический режим»
AVT_EK_3	Котел 3. Положение переключателя «Автоматический режим»
AVT_RZ	Реверсивная задвижка. Положение переключателя «Автоматический режим»
U_N_1	Насос 1. Состояние «Есть питание в цепи управления»
U_N_2	Насос 2. Состояние «Есть питание в цепи управления»
U_EK_1	Котел 1. Состояние «Есть питание в цепи управления»

1	2
U_EK_2	Котел 2. Состояние «Есть питание в цепи управления»
U_EK_3	Котел 3. Состояние «Есть питание в цепи управления»
U_RZ	Реверсивная задвижка. Состояние «Есть питание в цепи управления»
I_EK_1	Котел 1. Состояние «Токовая защита»
I_EK_2	Котел 2. Состояние «Токовая защита»
I_EK_3	Котел 3. Состояние «Токовая защита»
DOWN_LEVEL	Расширительный бак. Состояние «Низкий уровень»
UP_LEVEL	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 17 – Перечень входных дискретных сигналов, принимаемых по интерфейсу

Наименование	Пояснение
1	2
PRED_N_U_EK_1	Котел 1. Предупреждение «Нет напряжения»
PRED_N_U_EK_2	Котел 2. Предупреждение «Нет напряжения»
PRED_N_U_EK_3	Котел 3. Предупреждение «Нет напряжения»
PRED_N_U_N_1	Насос 1. Предупреждение «Нет напряжения»
PRED_N_U_N_2	Насос 2. Предупреждение «Нет напряжения»
PRED_N_U_RZ	Реверсивная задвижка. Предупреждение «Нет напряжения»

1	2
PRED_N_AVT_EK_1	Котел 1. Предупреждение «Автоматический режим выключен»
PRED_N_AVT_EK_2	Котел 2. Предупреждение «Автоматический режим выключен»
PRED_N_AVT_EK_3	Котел 3. Предупреждение «Автоматический режим выключен»
PRED_N_AVT_N_1	Насос 1. Предупреждение «Автоматический режим выключен»
PRED_N_AVT_N_2	Насос 2. Предупреждение «Автоматический режим выключен»
PRED_N_AVT_RZ	Реверсивная задвижка. Предупреждение «Автоматический режим выключен»
PRED_N_I_EK_1	Котел 1. Предупреждение «Сработала токовая защита»
PRED_N_I_EK_2	Котел 2. Предупреждение «Сработала токовая защита»
PRED_N_I_EK_3	Котел 3. 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_EK_1_V_REM	Котел 1. Предупреждение «В ремонте»
PRED_EK_2_V_REM	Котел 2. Предупреждение «В ремонте»
PRED_EK_3_V_REM	Котел 3. Предупреждение «В ремонте»
PRED_N_1_V_REM	Насос 1. Предупреждение «В ремонте»
PRED_N_2_V_REM	Насос 2. Предупреждение «В ремонте»
PRED_RZ_V_REM	Реверсивная задвижка. Предупреждение «В ремонте»
PRED	Электрическая котельная. Предупреждение «Не нормальный режим работы»

1	2
AVAR_N_U_EK	Котлы. Авария «Нет напряжения питания в цепи управления котлами»
AVAR_N_U_N	Насосы. Авария «Нет напряжения питания в цепи управления насосами»
AVAR_DOWN_DAV	Давление. Авария «Низкое давление»
AVAR_UP_DAV	Давление. Авария «Высокое давление»
AVAR_UP_TEMP	Температура прямой воды. Авария «Высокая температура»
AVAR_N_I_EK	Котлы. Авария «Сработали токовые защиты»
AVAR_RZ_N_ZAKR	Реверсивная задвижка. Авария «Не закрылась»
ALARM	Электрическая котельная. Авария «Аварийный режим»
OTKR	Реверсивная задвижка. Состояние «Открыта»
USTAV	Уставка. Значение уставки
TEMP_Z	Уставка. Верхняя граница уставки
USTAV_1	Уставка. Нижняя граница уставки

Таблица 18 – Перечень выходных дискретных сигналов

P_N_1	Насос 1. Состояние «Пуск/Отключение»
P_N_2	Насос 2. Состояние «Пуск/Отключение»
P_EK_1	Котел 1. Состояние «Пуск/Отключение»
P_EK_2	Котел 2. Состояние «Пуск/Отключение»
P_EK_3	Котел 3. Состояние «Пуск/Отключение»
P_RZ_OTKR	Реверсивная задвижка. Состояние «Открыть»
P_RZ_ZAKR	Реверсивная задвижка. Состояние «Закрыть»
OTKL_EK	Электрическая котельная. Состояние «Отключить»

Таблица 19 – Перечень выходных дискретных сигналов, передаваемых по интерфейсу

Наименование	Описание
1	2
VVOD_V_RAB_N_1	Насос 1. Состояние «Ввод в работу»
VVOD_V_RAB_N_2	Насос 2. Состояние «Ввод в работу»
VVOD_V_RAB_EK_1	Котел 1. Состояние «Ввод в работу»
VVOD_V_RAB_EK_2	Котел 2. Состояние «Ввод в работу»
VVOD_V_RAB_EK_3	Котел 3. Состояние «Ввод в работу»
VVOD_V_RAB_RZ	Реверсивная задвижка. Состояние «Ввод в работу»
VVOD_EK	Электрическая котельная. Состояние «Ввод в работу»
VVOD_V_REM_N_1	Насос 1. Состояние «Вывод в ремонт»
VVOD_V_REM_N_2	Насос 2. Состояние «Вывод в ремонт»
VVOD_V_REM_EK_1	Котел 1. Состояние «Вывод в ремонт»
VVOD_V_REM_EK_2	Котел 2. Состояние «Вывод в ремонт»
VVOD_V_REM_EK_3	Котел 3. Состояние «Вывод в ремонт»
VVOD_V_REM_RZ	Реверсивная задвижка. Состояние «Вывод в ремонт»
VIVOD_V_RAB_N_1	Насос 1. Состояние «Вывод из работы»
VIVOD_V_RAB_N_2	Насос 2. Состояние «Вывод из работы»
VIVOD_V_RAB_EK_1	Котел 1. Состояние «Вывод из работы»
VIVOD_V_RAB_EK_2	Котел 2. Состояние «Вывод из работы»
VIVOD_V_RAB_EK_3	Котел 3. Состояние «Вывод из работы»
VIVOD_V_RAB_RZ	Реверсивная задвижка. Состояние «Вывод из работы»
VIVOD_V_REM_N_1	Насос 1. Состояние «Вывод из ремонта»
VIVOD_V_REM_N_2	Насос 2. Состояние «Вывод из ремонта»

1	2
VIVOD_V_REM_EK_1	Котел 1. Состояние «Вывод из ремонта»
VIVOD_V_REM_EK_2	Котел 2. Состояние «Вывод из ремонта»
VIVOD_V_REM_EK_3	Котел 3. Состояние «Вывод из ремонта»
VIVOD_V_REM_RZ	Реверсивная задвижка. Состояние «Вывод из ремонта»
USTAV_PLUS	Плавающая уставка. Состояние «Плюс»
USTAV_MINUS	Плавающая уставка. Состояние «Минус»

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

На рисунке 27 представлено окно с имитирующими органами. На данном рисунке представленный нормальный режим работы, при котором состояние кнопок имитируют следующие входные сигналы:

- наличие напряжение в цепи управления насосом 1;
- наличие напряжение в цепи управления насосом 2;
- наличие напряжение в цепи управления котлом 1;
- наличие напряжение в цепи управления котлом 2;
- наличие напряжение в цепи управления котлом 3;
- наличие напряжение в цепи управления реверсивной задвижки;
- насос 1 введен в автоматический режим;
- насос 2 введен в автоматический режим;
- котел 1 введен в автоматический режим;

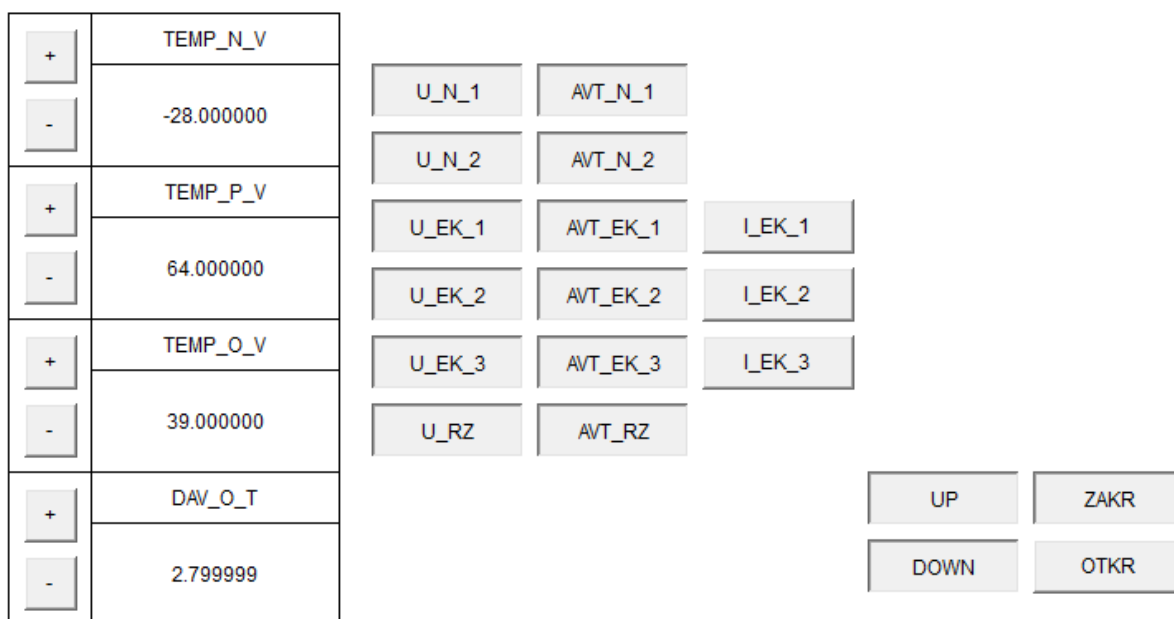


Рисунок 27 – Имитационное окно

- котел 2 введен в автоматический режим;
- котел 3 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;
- ток котла 3 не превышен, контакты реле не замкнуты;
- есть сигналы с верхнего и нижнего датчика уровня;
- есть сигнал с концевого выключателя «закрыто».

Так же на рисунке 27 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 20.

Таблица 20 – Сигналы, имитирующие работу аналоговых измерительных приборов

Наименование	Пояснение
1	2
TEMP_O_V_PLUS	Температура воды в обратном трубопроводе. Увеличить

1	2
TEMP_O_V_MINUS	Температура воды в обратном трубопроводе. Уменьшить
TEMP_P_V_PLUS	Температура воды в прямом трубопроводе. Увеличить
TEMP_P_V_MINUS	Температура воды в прямом трубопроводе. Уменьшить
TEMP_NAR_V_PLUS	Температура наружного воздуха. Увеличить
TEMP_NAR_V_MINUS	Температура наружного воздуха. Уменьшить
DAV_PLUS	Давление, нагнетенное циркуляционными насосами. Увеличить
DAV_MINUS	Давление, нагнетенное циркуляционными насосами. Уменьшить

Изменение входных унифицированных токовых сигналов 4..20 мА, имитируются переменными, представленными в таблице 20. Преобразование токовых сигналов в действительные физические значения показаны на рисунке 29.

```

0142 TEMP_NAR_V:=|ANALOG_TEMP_NAR_V-10.6235|*9.05879;
0143
0144 TEMP_O_V:=|ANALOG_TEMP_O_V-8|*12.5;
0145
0146 TEMP_P_V:=|ANALOG_TEMP_P_V-8|*12.5;
0147
0148 DAV:=|ANALOG_DAV-4|*0.625;

```

Рисунок 29 – Преобразование входного сигнала

TEMP_NAR_V – Температура наружного воздуха;

TEMP_O_V – Температура обратной воды;

TEMP_P_V – Температура прямой воды;

DAV – Давление в трубопроводе.

Действительные физические значения после преобразования записываются в соответствующие переменные, которые, непосредственно участвуют в обрабатываемом 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 Л.

8.3 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 TRACE MODE® 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(OLE for Process Control). Стандарт OPC разработан международной организацией OPC Foundation (<http://www.opcfoundation.org>), членами которой являются более 400

фирм, работающих в области средств автоматизации и измерительной техники. Основателями организации являются фирмы Fisher- Rosemount, Rockwell Software, Opto 22, Intellution и Intuitive Technology. Первая версия стандарта OPC была выпущена в 1998 г. В совет директоров OPC Foundation в 2008 году входили представители Siemens AG, Emerson Process Management, Yokogawa, Honeywell, Rockwell Automation, ICONICS. После появления стандарта OPC практически все SCADA-пакеты были перепроектированы как OPC-клиенты, а каждый производитель аппаратного обеспечения стал снабжать свои контроллеры, модули ввода-вывода, интеллектуальные датчики и исполнительные устройства стандартным OPC- сервером. Благодаря появлению стандартизации интерфейса стало возможным подключение любого физического устройства к любой SCADA, если они оба соответствовали стандарту OPC. Разработчики получили возможность проектировать только один драйвер для всех SCADA-пакетов, а пользователи получили возможность выбора оборудования и программ без прежних ограничений на их совместимость.

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 Microsoft Windows;
- связь с технологией DCOM, исходные коды которой являются закрытыми. Это не позволяет решать вопросы надежности ПО, а также выявлять и уст-

ранять 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.

На рисунке 29 показаны созданные каналы Источники/Приемники, с помощью которых будет осуществляться обмен с OPC-сервером.

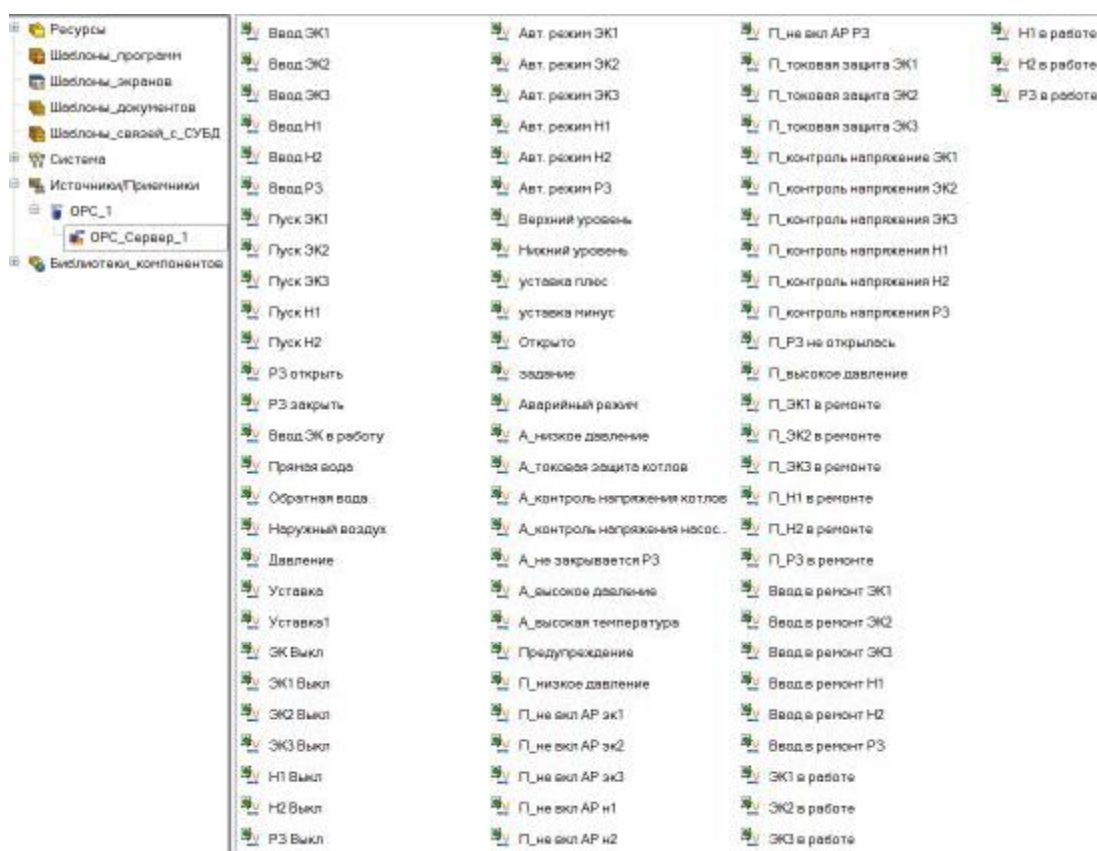


Рисунок 29 – Каналы Источники/Приемники

На рисунке30 представлен главный экран. Здесь предоставляются такие возможности как:

1) Слежение за ТП в реальном времени:

-работающий электродвигатель подсвечивается красным цветом, не работающий серым;

-работающий насос подсвечивается синим цветом, не работающий серым;

- 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 синим цветом.

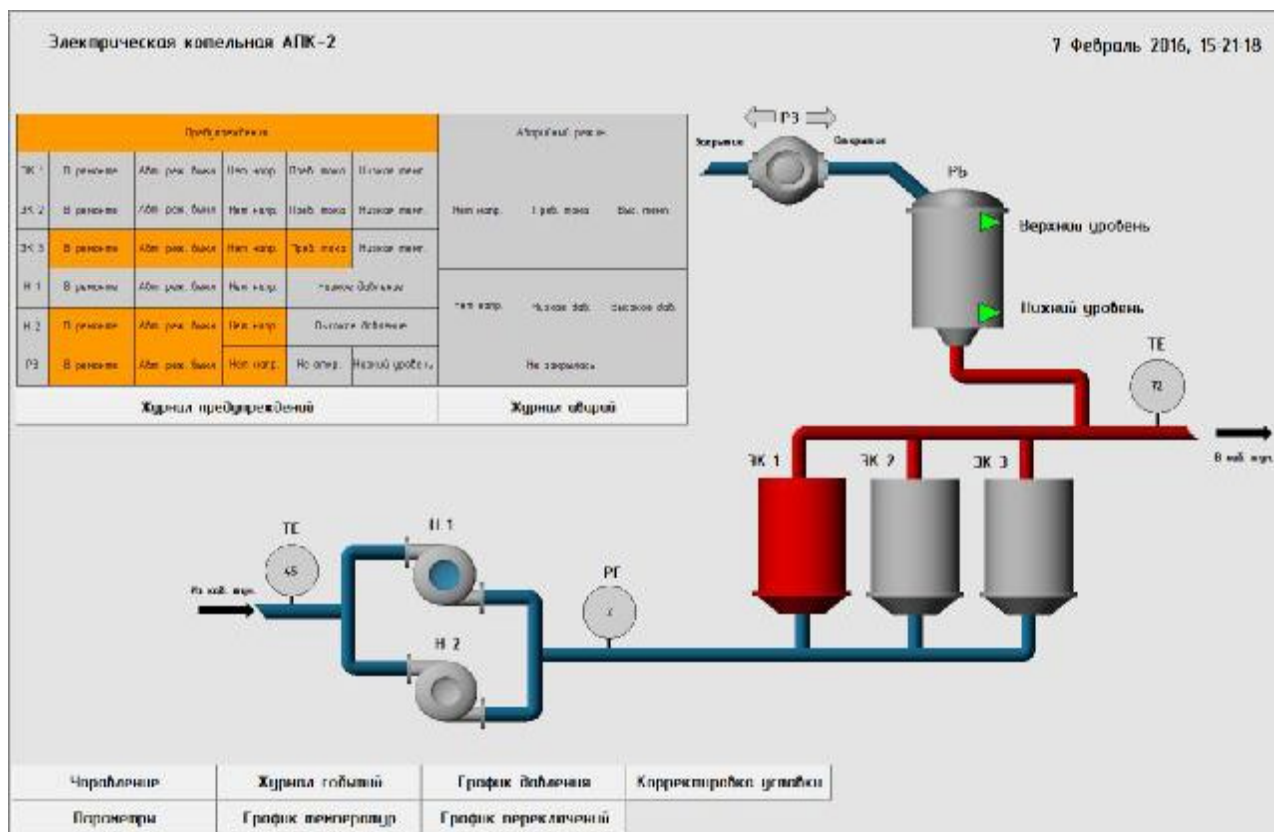


Рисунок30 – Главный экран

-расширительный бак в подсвечивается серым, при закрытой реверсивной задвижки. При открытой реверсивной задвижки расширительный бак подсвечиваются синим цветом. Так же на расширительном баке присутствуют два треугольника, которые отображают сигналы с датчика уровня. Если есть сигнал, треугольник горит зеленым цветом, если нет, серым;

-Кроме того отображаются измеряемые физические величины, такие как, температура в трубопроводе прямой и обратной воды, давление, нагнетенное циркулирующими насосами.

2) Отображение о не нормальном режиме работы ЭК:

-в случае любого не нормального протекания ТП, загорается оранжевым светом окно «предупреждения»;

- во втором столбце таблицы в случае введенного оборудования в ремонт, загорается соответствующая лампа, оранжевым цветом;

- в третьем столбце таблицы в случае не введенного оборудования в автоматический режим, загорается соответствующая лампа, оранжевым цветом;

- в четвертом столбце таблицы в случае отсутствия подаваемого напряжения, на катушки коммутационной аппаратуры, загорается соответствующая, оранжевая лампа;

- в пятом столбце, сработавшее реле максимального тока, загорается соответствующая, лампа оранжевого цвета;

- если в течение десяти секунд давление держится ниже уставки, загорается оранжевая лампа «Низ. дав.»;

- если в течение десяти секунд давление держится выше уставки, загорается оранжевая лампа «Выс. дав.»;

- если после подачи сигнала на открытие реверсивной задвижки, в течение двадцати секунд не поступил сигнал с концевого выключателя, загорается оранжевая лампа «Не откр.»;

- если при подаче сигнала на включение электрокотла, в течение пяти минут температура будет меньше на пять и более 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 электрокотла;

- если приоткрытой задвижки, в течение тридцати минут не поступает сигнал о достижении нижнего уровня, подается сигнал «Низкий уровень» и задвижка закрывается.

3) Отображение аварийного режима:

- в случае возникновения аварии, загорается лампа «Аварийный режим», красного цвета, после чего электрокотельная отключается автоматически;

- если нет сигнала с реле минимального напряжения, установленных в цепях питания катушек контакторов, запускающих электрокотлы, загорается красная лампа «Нет напр.»;

- если нет сигнала с реле минимального напряжения, установленных в цепях питания катушек магнитных пускателей, запускающих насосы, загорается красная лампа «Нет напр.»;

- при поступлении сигналов о срабатывании реле максимального тока, загорается красная лампа «Прев.тока»;

- в случае превышения температуры воды в прямом трубопроводе больше 97 °С, загорается красная лампа «Выс. темп.»;

- если в течении двадцати секунд давление держится ниже уставки, загорается красная лампа «Низ. дав.»;

- если в течении двадцати секунд давление держится выше уставки, загорается красная лампа «Выс. дав.»;

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

4) Кнопки для перехода в другие окна.

На рисунке 31 показано окно управления, в которое можно перейти с помощью кнопки «управление», расположенной в главном окне рисунок.

Здесь дана инструкция по управлению электрокотельной.

На представленном рисунке 31 присутствуют тринадцать органов управления:

- ЭК1 – ввод/вывод электрического котла №1;
- ЭК2 – ввод/вывод электрического котла №2;
- ЭК3 – ввод/вывод электрического котла №3;
- Н1 – ввод/вывод насоса циркуляционного №1;
- Н2 – ввод/вывод насоса циркуляционного №2;
- РЗ – ввод/вывод реверсивной задвижки;
- ЭК – ввод/вывод электрической котельной.

Пошаговая инструкция управления ЭК АПК-2:

- 1) Ввод в работу оборудования:
 - а) Необходимо убедиться, что оборудование введено в автоматический режим управления;
 - б) Произвести переключение переключателей необходимого оборудования, в положение включено;
 - в) Произвести переключение переключателя 'ЭК' в положение включено.
- 2) Вывод из работы оборудования:
 - а) Произвести переключение переключателя 'ЭК' в положение выключено;
 - б) Произвести переключение переключателей введенного в работу оборудования, в положение выключено.



Ввод электрического оборудования в ремонт



Назад

Рисунок 31 – Окно управления

Ввод оборудования в ремонт:

- ЭК1 – ввод/вывод электрического котла №1;
- ЭК2 – ввод/вывод электрического котла №2;
- ЭК3 – ввод/вывод электрического котла №3;
- Н1 – ввод/вывод насоса циркуляционного №1;
- Н2 – ввод/вывод насоса циркуляционного №2;
- Р3 – ввод/вывод реверсивной задвижки;

Для каждого оборудования, предусмотрены сигнализационные окна зеленого цвета:

- «Включено»;
- «Выключено»;

- «Автоматический режим»;
- «В работе»;
- «В ремонте».

На рисунке 32 показано окно параметров, в которое можно перейти с помощью кнопки «Параметры», расположенной в главном окне рисунок.

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

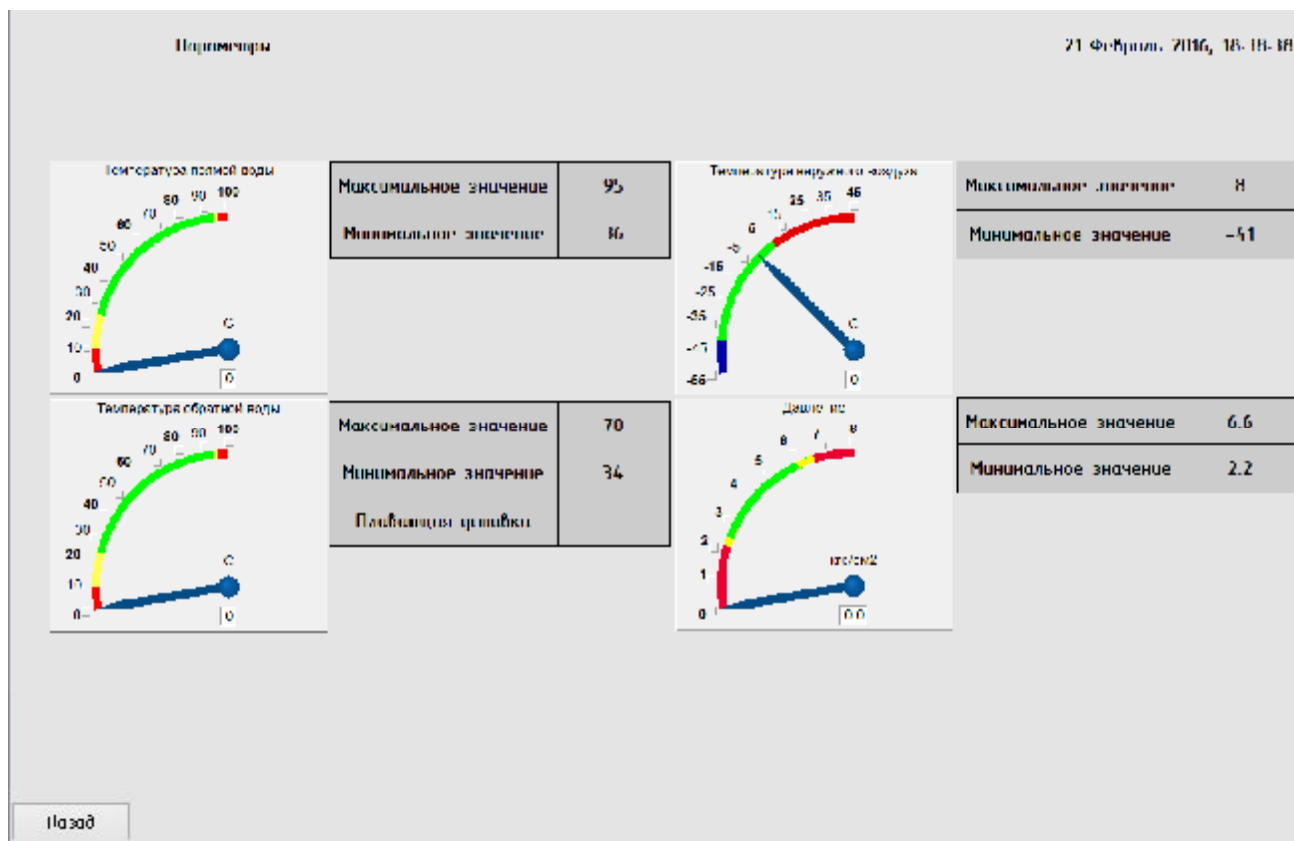


Рисунок 32 – Окно физических величин и уставок

Значения уставки:

- температуры воды в прямом трубопроводе от 36 °С до 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, 2,2-6,6 кгс/см².

На рисунке 33 представлено окно коррекции уставки, с помощью кнопок плюс и минус, устанавливается нужное значение.

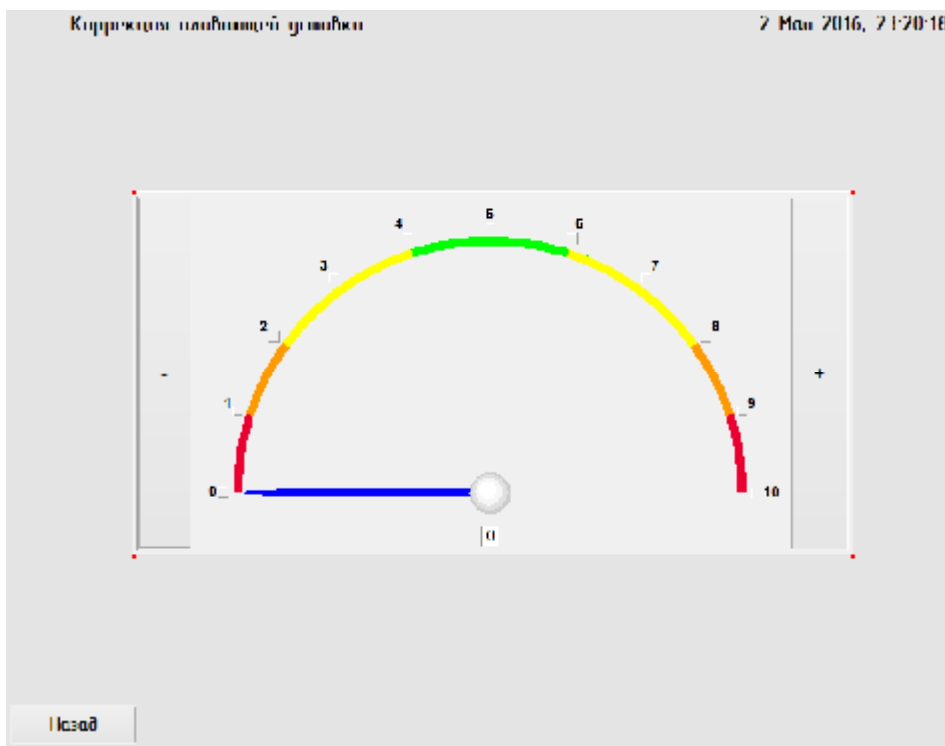


Рисунок 33 – Коррекция уставки

На рисунке 34 показан 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.

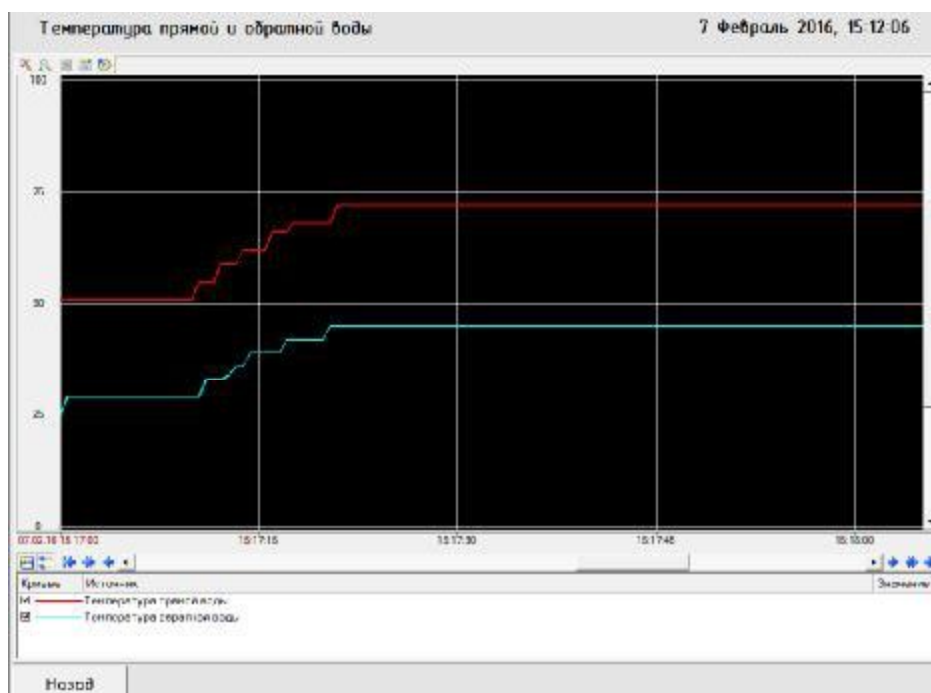


Рисунок 34 – Архивный тренд температур

На рисунке 35 представлен архивный тренд, на котором показана зависимость давления в трубопроводе от времени.

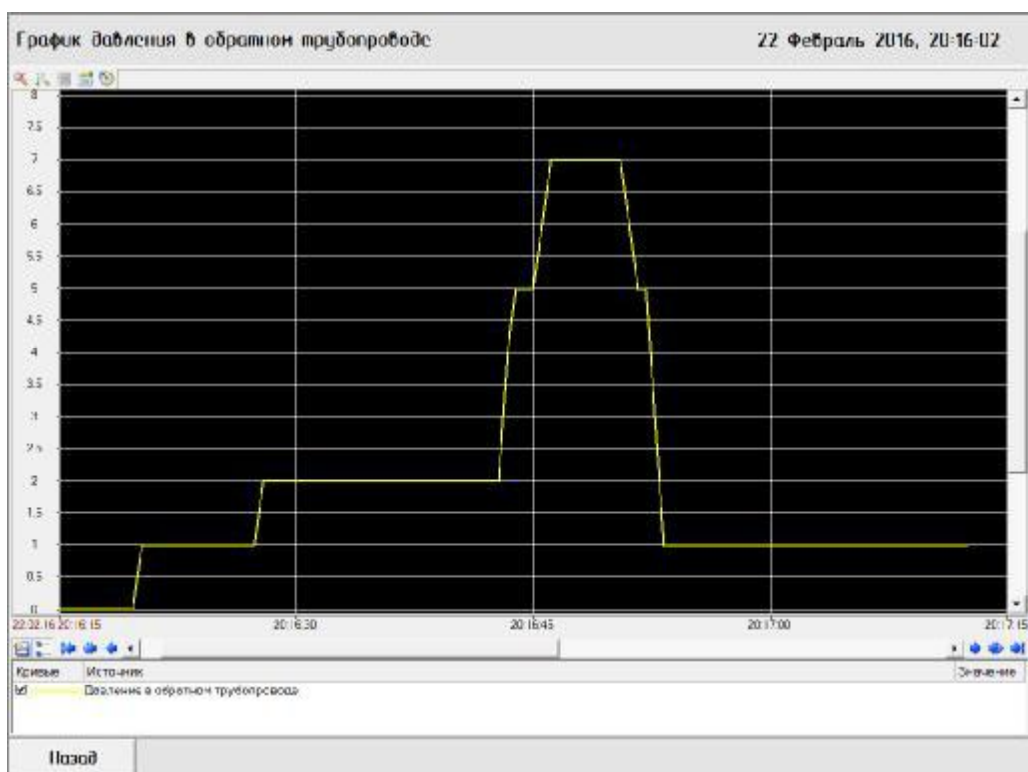


Рисунок 35 – Архивный тренд давления

В разработанной SCADA-системе предусмотрены: журнал событий, журнал аварий и журнал предупреждений. Они предназначены для регистрации, времени возникновения и исчезновения любого события.

Журнал событий регистрирует время возникновения и исчезновения следующих событий:

- «Пуск первого насоса»;
- «Пуск второго насоса»;
- «Пуск первого электродотла»;
- «Пуск второго электродотла»;
- «Пуск третьего электродотла»;
- «Открытие задвижки»;
- «Закрытие задвижки»;
- «Ввод электродотельной в работу»;
- «Ввод в работу первого насоса»;
- «Ввод в работу второго насоса»;

- «Ввод в работу первого электродкотла»;
- «Ввод в работу второго электродкотла»;
- «Ввод в работу третьего электродкотла»;
- «Ввод в работу реверсивную задвижку»;
- «Первый насос в автоматическом режиме»;
- «Второй насос в автоматическом режиме»;
- «Первый электродкотел в автоматическом режиме»;
- «Второй электродкотел в автоматическом режиме»;
- «Третий электродкотел в автоматическом режиме»;
- «Реверсивная задвижка в автоматическом режиме».

Журнал аварий регистрирует время возникновения и время исчезновения аварийных режимов:

- «Низкое давление». Оповещает о том, при включенных одновременно двух насосов в течении 20 секунд, давление не поднялось ниже допустимого значения;

- «Высокое давление». Оповещает о том, что давление в трубопроводе, в течении 20 секунд держалось выше максимально допустимого значения;

- «Токовая защита котлов». Оповещает о том, что предусмотренная максимальная токовая защита всех трех котлов сработалаа, следовательно, нет рабочего электродкотла;

- «Контроль напряжения котлов». Оповещает о том, что в цепи питания катушек контакторов нет напряжения а, следовательно, нет рабочего электродкотла;

-«Контроль напряжения насосов». Оповещает о том, что в цепи питания катушек магнитных пускателей нет напряжения а, следовательно, нет рабочего насоса;

- «Не закрывается РЗ». Оповещает о том, что после подачи сигнала на закрытие задвижки, в течение 20 секунд, не был получен сигнал с концевого выключателя «закрыто», следовательно, может произойти пере наполнение расширительного бака, что приведет к дальнейшему затоплению помещения;

- «Высокая температура». Оповещает о том, что произошло превышение допустимого значения температуры в прямом трубопроводе.

Журнал предупреждений регистрирует время возникновения и время исчезновения ненормальных режимов работы:

- «Первый электродкотел не введен в автоматический режим»;

- «Второй электродкотел не введен в автоматический режим»;

- «Третий электродкотел не введен в автоматический режим»;

- «Первый насос не введен в автоматический режим»;

- «Второй насос не введен в автоматический режим»;

- «Реверсивная задвижка не введена в автоматический режим»;

- «Контроль напряжения ЭК1». Предупреждает о том, что в цепи питания катушки контактора нет напряжения, следовательно, первый электродкотел не может участвовать в работе;

- «Контроль напряжения ЭК2». Предупреждает о том, что в цепи питания катушки контактора, нет напряжения, следовательно, второй электродкотел не может участвовать в работе;

- «Контроль напряжения ЭК3». Предупреждает о том, что в цепи питания катушки контактора, нет напряжения, следовательно, третий электродкотел не может участвовать в работе;

- «Контроль напряжения Н1». Предупреждает о том, что в цепи питания катушки магнитного пускателя, нет напряжения, следовательно, первый насос не может участвовать в работе;

- «Контроль напряжения Н2». Предупреждает о том, что в цепи питания катушки магнитного пускателя, нет напряжения, следовательно, второй насос не может участвовать в работе;

- «Контроль напряжения РЗ». Предупреждает о том, что в цепи питания катушек магнитных пускателей, нет напряжения, следовательно, реверсивная задвижка не может участвовать в работе;

- «Первый электродкотел введен в ремонт»;

- «Второй электродкотел введен в ремонт»;

- «Третий электродвигатель введен в ремонт»;
- «Первый насос введен в ремонт»;
- «Второй насос введен в ремонт»;
- «Реверсивная задвижка введена в ремонт»;
- «Токовая защита ЭК1». Предупреждает о том, что сработало реле максимального тока;
- «Токовая защита ЭК2». Предупреждает о том, что сработало реле максимального тока;
- «Токовая защита ЭК3». Предупреждает о том, что сработало реле максимального тока;
- «Низкое давление». Оповещает о том, что в течении 10 секунд давление держалось ниже допустимого, после этого подается сигнал на включение дополнительного насоса;
- «Высокое давление». Оповещает о том, что в течении 10 секунд давление держалось выше допустимого;
- «РЗ не открылась». Оповещает о том, что после подачи управляющего сигнала на открытия задвижки, в течении 20 секунд, не был получен сигнал с концевого выключателя «открыто», после этого снимается сигнал на открытие и подается сигнал на закрытие задвижки.

9 ОХРАНА ТРУДА И ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

9.1 Правила устройства и безопасной эксплуатации электрических котлов и электродогревательных

Общие положения:

- конструкция котла и его основных частей должна обеспечивать надежность, долговечность и безопасность его эксплуатации на расчетных параметрах в течение расчетного ресурса безопасной работы котла (элемента), принятого в технических условиях (техническом задании), а также возможность технического освидетельствования, очистки, промывки, ремонта и эксплуатационного контроля металла. Внутренние устройства котлов, препятствующие осмотру и проведению дефектоскопии, должны выполняться съемными. Организация - изготовитель обязана в инструкции по монтажу и эксплуатации указать порядок снятия и установки этих устройств;

- конструкция котла должна обеспечивать равномерный прогрев его элементов при пуске и нормальном режиме работы, а также свободное тепловое расширение отдельных элементов котла;

- конструкция котла должна предусматривать возможность удаления воздуха из всех элементов, находящихся под давлением, в которых могут образовываться воздушные пробки при заполнении водой и пуске;

- устройства вводов питательной, сетевой воды и подачи в котел химикатов должны исключать местное охлаждение стенок корпуса котла, для чего необходимо предусматривать защитные устройства. Допускается конструкция вводов воды беззащитных устройств, если это обосновано расчетами на прочность;

- котлы и их элементы должны быть оборудованы устройствами, обеспечивающими возможность их продувки;

- конструкция котла должна исключать (в пределах допустимых изменений режима работы) возможность возникновения электрических разрядов и электрических дуг;

- системы управления, защиты и контроля работы котла должны обеспечивать возможность автоматического поддержания заданного теплового режима, регулирования мощности в установленных пределах, а также автоматическое отключение котла в аварийных ситуациях;

- теплоизоляцию котла и его элементов необходимо выполнять из материалов с малым удельным весом и низкой теплопроводностью. Температура наружной поверхности изоляции не должна превышать 55 °С при температуре окружающей среды не более 25°С;

- электрическое оборудование и заземление (зануление) корпуса электрического котла следует выполнять в соответствии с нормативной документацией (далее по тексту НД);

- электрическая изоляция узла ввода электрода в котел (электроизоляционный узел) должна соответствовать уровню номинального напряжения с учетом возможности осаждения накипи на его поверхности, обладать необходимой механической прочностью и термической стойкостью;

- способ подключения шин и кабелей к электродным котлам должен исключать передачу механических нагрузок на изоляторы электрического ввода;

- конструкция блока электронагревательных элементов должна обеспечивать полное погружение активной части элементов в нагреваемую среду и исключать касание их друг с другом;

- блок электронагревательных элементов должен быть доступен для осмотра, профилактики и ремонта;

- крепежные устройства электронагревательных элементов должны обеспечивать герметичность их соединения с корпусом котла или съемным фланцем при рабочих давлении и температуре;

- токовводы электрических котлов должны быть закрыты кожухом, обеспечивающим в помещениях с нормальной средой степень защиты предусмотренную НД;

Предохранительные устройства:

- каждый элемент котла, внутренний объем которого ограничен запорными органами, должен быть защищен предохранительными устройствами, автоматически предотвращающими повышение давления в нем сверх допустимого путем выпуска рабочей среды в атмосферу или утилизационную систему.

В качестве предохранительных устройств допускается применять:

А) рычажно-грузовые предохранительные клапаны прямого действия;

Б) пружинные предохранительные клапаны прямого действия;

В) предохранительные устройства с разрушающимися мембранами (мембранные предохранительные устройства - МПУ);

Г) другие защитные устройства, применение которых согласовано с Госгортехнадзором России.

- диаметр условного прохода рычажно-грузовых и пружинных предохранительных клапанов должен быть не менее 20 мм;

При установке двух клапанов допускается уменьшение их условного прохода до 15 мм для котлов паропроизводительностью до 0,2 т/ч и давлением до 0,8 МПа (8 кгс/см²);

- количество предохранительных клапанов и их пропускная способность должны быть выбраны на основании расчетов;

- предохранительный клапан должен поставляться организацией-изготовителем с паспортом и инструкцией по эксплуатации;

В паспорт наряду с другими сведениями должны быть указаны коэффициент расхода клапана, а также площадь, к которой этот коэффициент отнесен.

Каждая предохранительная мембрана должна иметь заводское клеймо с указанием давления срабатывания и допускаемой рабочей температуры эксплуатации.

Паспорт выдается на всю партию однотипных мембран, направляемых одному потребителю.

- методы регулирования предохранительных клапанов на котлах и давление начала их открытия должны быть указаны организацией-изготовителем в инструкции по монтажу и эксплуатации котла;

- предохранительные клапаны должны защищать котлы от превышения в них давления более чем на 10 % расчетного (разрешенного);

Превышение давления при полном открытии предохранительных клапанов выше чем на 10 % расчетного может быть допущено лишь в том случае, если это предусмотрено расчетом на прочность котла.

- предохранительные устройства должны устанавливаться на патрубках или трубопроводах, непосредственно присоединенных к котлу;

- для водогрейных котлов, работающих на общий отводящий трубопровод, имеющий запорное устройство на выходе из котельной, разрешается вместо установки предохранительных клапанов на каждом котле предусматривать обводы запорных устройств с обратным клапаном. При этом на общем отводящем трубопроводе до запорного устройства необходимо устанавливать не менее двух предохранительных устройств, диаметры которых определяются по расчету, но не менее 50 мм каждый;

- диаметры обводов и обратных клапанов должны определяться по расчету и быть не менее 40 мм - для котлов мощностью до 250 кВт и 50 мм - для котлов большей мощности;

- при установке на одном патрубке (трубопроводе) нескольких предохранительных клапанов площадь поперечного сечения патрубка (трубопровода) должна быть не менее 1,25 суммарной площади сечения клапанов, установленных на нем;

- отбор среды от патрубка или трубопровода, соединяющего предохранительное устройство с защищаемым элементом, не допускается;

- установка арматуры между корпусом котла и предохранительным клапаном, а также за предохранительным клапаном запрещается;

- предохранительные клапаны должны быть размещены в доступных и безопасных для обслуживания местах;

- конструкция грузового или пружинного клапана должна предусматривать устройство для проверки исправности действия клапана во время работы котла путем принудительного его открытия;

- конструкция пружинных клапанов должна исключать возможность затяжки пружины сверх установленной величины, а также предусматривать защиту пружины от недопустимого нагрева и непосредственного влияния среды, оказывающей вредное действие на материал пружины.

Мембранные предохранительные устройства устанавливаются:

- в месте рычажно-грузовых и пружинных предохранительных клапанов, когда эти клапаны не могут быть применены из-за их инерционности или других причин;

- параллельно с предохранительными клапанами для увеличения пропускной способности системы сброса давления. Необходимость и место установки мембранных предохранительных устройств и их конструкцию определяет автор проекта.

Предохранительные устройства должны иметь отводящие трубопроводы, предохраняющие персонал от ожогов при срабатывании клапанов. Эти трубопроводы должны быть защищены от замерзания и в местах возможного скопления конденсата оборудованы дренажными устройствами для его удаления.

Установка запорных устройств на дренажах не допускается.

Водоотводящая труба от предохранительных клапанов водогрейного котла должна быть присоединена к линии свободного слива воды.

В электростанции на каждом электростанции установлен клапан предохранительный рычажный диаметром 40 мм, типа 17ИЗбр1 и служит для защиты от превышения давления в них более чем на 10% от разрешенного, т.е. $P=6,6 \text{ кгс/см}^2$, который полностью соответствует требованиям к предохранительным устройствам.

Манометры:

- на каждом котле должен быть установлен манометр, показывающий давление рабочей среды. Он может быть установлен на штуцере корпуса котла или на трубопроводе до запорной арматуры;

- на каждом котле должен быть установлен манометр на питательной линии перед органом, регулирующим питание котла. Если в котельной размещено

несколько котловпаропроизводительностью менее 2 т/ч каждый, допускается установка одногоманометра на общей питательной линии;

- прииспользовании водопроводной сети взамен второго питательного насоса непосредственной близости от котла на этой водопроводной сети должен быть установлен манометр;

- в электрокотельной с водогрейными котлами на отводящих и подводящих трубопроводахдолжны быть установлены манометры для контроля давления в системетеплоснабжения; манометры устанавливаются также на линии подпиточной воды,кроме случаев подачи подпиточной воды в сосуд (питательный или расширительныйбак), сообщающийся с атмосферой;

- манометрыдля измерения давления в котлах должны иметь класс точности не ниже: 2,5 – прирабочем давлении в корпусе до 2,5 МПа (25 кгс/см²); 1,5 – прирабочем давлении в корпусе свыше 2,5 МПа (25 кгс/см²);

- манометрдолжен выбираться с такой шкалой, чтобы предел рабочего давления находился во второй трети ее;

- на шкалеманометра должна быть нанесена красная черта против деления, соответствующегодопускаемому рабочему давлению в котле, при этом для сниженных манометровнеобходимо учитывать добавочное давление от веса столба жидкости;

Взамен краснойчерты допускается прикреплять к корпусу манометра металлическую пластинку,окрашенную в красный цвет и плотно прилегающую к стеклу манометра.

- манометрдолжен быть установлен так, чтобы его показания были отчетливо видныобслуживающему персоналу, при этом шкала его должна находиться в вертикальнойплоскости или с наклоном вперед под углом до 30°. Номинальный диаметрманометров, устанавливаемых на высоте до 2 м от уровня площадки наблюдения заманометром, должен быть не менее 100 мм, от 2 до 3 м - не менее 150 мм, от 3 до5 м - не менее 250 мм;

- передкаждым манометром должны быть установлены трехходовой кран или другоеаналогичное устройство для продувки, проверки и отключения ма-

нометра, а передманометром, предназначенным для измерения давления пара, кроме того, - сифонная трубка диаметром не менее 10 мм;

Манометры нельзя применять в случаях, когда: отсутствует пломба или клеймо с отметкой о проведении поверки:

А) просрочен срокповерки;

Б) стрелка манометрапри его отключении не доходит до нулевого деления шкалы на величину,превышающую половину допускаемой погрешности для данного прибора;

В) разбито стеклоили имеются другие повреждения, которые могут отразиться на правильности показаний.

В электростанционной установлены электроконтактные манометры ЭКМ1-У, предназначенные для контроля давления воды в напорном трубопроводе и на выходе из электрических котлов, что полностью соответствует данным требованиям.

Управление, контроль и приборы для измерения температуры:

- каждыйкотел должен быть оснащен необходимыми коммутирующей аппаратурой, приборамиавтоматического управления, контроля, защиты и сигнализации, конструктивнооформленными в виде выносного или встроенного пульта управления;

- учетэлектроэнергии и электрические измерения в электростанционных должны выполнятьсяв соответствии с действующей НД. Ток каждого котла следует измерять в каждой изтрех фаз. При наличии защиты от перекоса фаз допускаются измерения тока в одной фазе;

- объемтехнологического контроля должен соответствовать требованиям Строительных Норм и Правил;

- электростанционные с электрическими котлами должны быть оснащены средствамиопределения удельного электросопротивления питательной (сетевой) воды;

- в котельных с водогрейными котлами суммарной мощностью более 1 МВт прибор дляизмерения температуры среды должен быть регистрирующим;

- на каждом паровом котле с электронагревательными элементами сопротивления должно быть предусмотрено автоматическое отключение электропитания при понижении уровня воды ниже предельно допустимого положения.

В электрокотельной установлены термометры манометрические конденсационные показывающие, сигнализирующие ТКП-160Сг-М2-УХЛ2, предназначенные для контроля температуры воды на выходе из электрического котла, что полностью соответствует данным требованиям.

Питательные и циркуляционные насосы:

- питание котлов может быть групповым с общим для подключения котлов питательным трубопроводом или индивидуальным - только для одного котла;

Включать котлы в одну группу по питанию можно при условии, что разница рабочих давлений в разных котлах не превышает 15 %.

Питательные насосы, присоединяемые к общей магистрали, должны иметь характеристики, допускающие их параллельную работу.

Для питания котлов водой разрешается применение:

- А) центробежных и поршневых насосов с электрическим приводом;
- Б) центробежных и поршневых насосов с паровым приводом;
- В) паровых инжекторов;
- Г) насосов с ручным приводом;
- Д) водопроводной сети.

Водопроводная сеть может использоваться только в качестве резервного источника питания котлов при условии, что минимальное давление воды в водопроводе перед регулирующим органом питания котла превышает расчетное или разрешенное давление в котле не менее чем на 0,15 МПа (1,5 кгс/см²).

Пароструйный инжектор приравнивается к насосу с паровым приводом.

- в котельных с водогрейными котлами должно быть установлено не менее двух циркуляционных сетевых насосов. Напор и производительность насосов выбираются таким расчетом, чтобы при выходе из строя самого мощного

насоса, оставшийся мог обеспечить нормальную работу системы теплоснабжения;

На корпусе каждого насоса или инжектора должна быть прикреплена табличка, на которой указываются следующие данные:

- А) наименование организации-изготовителя или ее товарный знак;
- Б) заводской номер;
- В) номинальная подача при номинальной температуре воды;
- Г) число оборотов в минуту для центробежных насосов или число ходов в минуту для поршневых насосов;
- Д) номинальная температура воды перед насосом;
- Е) максимальный напор при номинальной подаче.

После каждого капитального ремонта насоса должно быть проведено его испытание для определения подачи и напора. Результаты испытаний оформляются актом.

- напор, создаваемый насосом, должен обеспечивать питание котла водой при рабочем давлении за котлом с учетом гидростатической высоты и потери давления в котле, регулирующем устройстве и в тракте питательной воды;

Проектная (конструкторская) организация должна выбирать насос с такими характеристиками, чтобы обеспечить непрерывность питания котла при рабочем давлении, в том числе и в случае срабатывания предохранительных клапанов до их полного открытия.

При групповом питании котлов напор насоса должен выбираться с учетом указанных выше требований, а также необходимости обеспечения питания котла с наибольшим рабочим давлением или с наибольшей потерей напора в питательном трубопроводе.

- напор и расход воды, создаваемый циркуляционными и подпиточными насосами, должны исключать возможность вскипания воды в водогрейном котле и системе теплоснабжения. Минимальный напор и расход воды устанавливаются автором проекта;

- тип, количество и схема включения питательных устройств должны выбираться проектной организацией, исходя из условия обеспечения надежной и безопасной эксплуатации котла на всех режимах и предупреждения повреждений деталей котла при аварийных остановках;

- при питании котлов от общей магистрали следует установить не менее двух питательных (циркуляционных) насосов, при этом производительность каждого должна быть не менее 110 % номинальной производительности всех одновременно работающих от общей магистрали электродных котлов;

Включение резервного насоса должно производиться автоматически при отключении рабочего насоса.

- для подпитки водогрейных котлов должно быть установлено не менее двух подпиточных насосов;

- производительность подпиточных насосов должна соответствовать суммарной величине утечек и количества воды, отобранной в открытых системах горячего водоснабжения;

- подпитка водогрейных котлов должна производиться перед всасывающим патрубком циркуляционного (сетевого) насоса или в расширительный бак системы отопления.

В электрокотельной установлены два электронасоса марки Иртыш ЦМЛ 50/140-3/2, что так же отвечает данным требованиям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения ВКР был изучен настоящий объект автоматизации. Разработана функциональная схема автоматизации. Представлена полная электрическая схема электрической котельной. Разработана схема внешних электрических проводок и план расположения оборудования и внешних электрических проводок. Предложена компоновочная схема аппаратуры ЩАУ и ЩСО. Разработана управляющая программа и SCADA-система. Разработан полный алгоритм работы электродкотельной, который предусматривает все возможные ненормальные и аварийные режимы работы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 ГОСТ 21.404–85. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 8 с.
- 2 Сайт компании ООО «КИП-Сервис» [Электронный ресурс]: каталог продукции. Режим доступа: <http://kipservis.ru/>.
- 3 Сайт компании ООО "НПО "АГАТ" [Электронный ресурс]: каталог продукции. Режим доступа: <http://agat-npo.ru/>.
- 4 Сайт компании ООО "ОВЕН" [Электронный ресурс]: каталог продукции. Режим доступа: [http:// ww.owen.ru/](http://ww.owen.ru/).
- 5 ГОСТ 19.701–90. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 23 с.
- 6 РМ 4-6-92. Проектирование электрических и трубных проволок. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 37 с.
- 7 Инструкция по эксплуатации электродвигательной АПК-2 и системы отопления кабельных туннелей ИЭ - ЗГЭС/84 – 03 – 051 – 1.
- 8 Сайт компании ООО Завод «Электроконтактор» [Электронный ресурс]: каталог продукции. Режим доступа: <http://www.etal.ua/>.
- 9 Сайт компании НПО «Этал» [Электронный ресурс]: каталог продукции. Режим доступа: <http://www.elektrokontaktor.ru/>.
- 10 Сайт компании ООО «Анверчи» [Электронный ресурс]: каталог продукции. Режим доступа: <http://anverchi.ru/>.
- 11 Сайт компании ООО "Электросервис"[Электронный ресурс]: каталог продукции. Режим доступа: <http://electroservice45.ru/>.
- 12 Сайт компании ООО "Электрик"[Электронный ресурс]: каталог продукции. Режим доступа:<http://elektrik.info/>
- 13 Сайт компании ООО «Промэнерго автоматика»[Электронный ресурс]: каталог продукции. Режим доступа: <http://www.proenergo.ru/>
- 14 ОСТ 36.13-90. Щиты и пульты систем автоматизации технологических процессов. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 53 с.

15РМ 4-51-90. Принципы компоновки щитов и пультов управления. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 28 с.

16 Контроллер программируемый логический. Руководство по эксплуатации ПЛК 160.

17 Модуль дискретных вводов/выводов. Руководство по эксплуатации О-ВЕН МДВВ.

18 Сайт компании ЗАО «ЧИП и ДИП»[Электронный ресурс]: каталог продукции. Режим доступа:<http://www.chipdip.ru/>.

19 Сайт компании «Омрон»[Электронный ресурс]: каталог продукции. Режим доступа: <http://omron.com.ru/>.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Техническое задание

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Наименование системы: Автоматизированная система управления электрокотельной АПК-2 АО «РусГидро» филиала «Зейская ГЭС».

Плановые сроки начала и окончания по созданию системы:

Начало: 1 октября 2015 г.

Окончание: 1 июля 2016 г.

Порядок оформления и предъявления результатов:

Сдача КП по дисциплине АТПиП: 30 апреля 2016 г.

- Основные схемотехнические решения;

Защита преддипломной практики: 15 мая 2016 г.

- Принципиальные монтажные схемы;

Предзащита и защита ВКР: 1 июля 2016 г.

- Эскизный проект;

2 НАЗНАЧЕНИЯ И ЦЕЛИ СОЗДАНИЯ АС

2.1 Назначение АС

АСУ ТП предназначена для:

- Автоматического регулирования температуры обратной воды, уровня воды в расширительном баке, давления в контуре отопления;

- Контроль состояния насосов, запрета пуска и блокировки работы насосов при выходе параметров за границы диапазона рабочего режима;

- Автоматической защиты котла от повышения давления;

- Управления запорными электроздвижками на трубопроводах;

- Автоматического управления насосами контура отопления;

- Контроля и автоматического управления работой котлов КЭВ 100/0,4, обеспечивающего равномерную выработку ресурсов;

- Контроля аварийных и измерения текущих уровней в расширительном баке;

- Отображения информации о ходе технологического процесса: состояний технологических параметров, состояний оборудования;
- Безаварийного останова технологических объектов при аварийных ситуациях;
- Формирования журналов аварий и событий с возможностью вывода на печать;
- Формирования архивных трендов технологических параметров с возможностью масштабирования, выбора определенных интервалов времени для просмотра и вывода на печать;
- Передачи данных АСУ ТП в СТСУ.

2.2 Цели создания системы:

- Оперативный сбор, хранение, обработка и передача информации о состоянии технологического объекта;
- Визуализацию параметров, отображающих протекание технологического процесса и состояние технологического оборудования;
- Дистанционное автоматизированное управление технологическим оборудованием;
- Автоматический контроль параметров, обеспечивающих штатный режим функционирования технологических объектов в соответствии с утвержденным регламентом работы;
- Предоставление обслуживающему персоналу оперативной информации о нарушениях функционирования технологического оборудования для выработки решений по их устранению;
- Повышение надежности и долговечности работы технологического оборудования и сокращение затрат на его ремонт и эксплуатацию, благодаря проведению постоянной диагностики состояния оборудования;
- Повышение безопасности технологических процессов;

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

Филиал «Зейская ГЭС» АО «РусГидро» располагается в г. Зeya Амурской области.

Электрокотельная находится в АПК-2. Предназначена для отопления кабельных туннелей ОРУ-500 кВ и ОРУ-220 кВ.

Объектами существующей АСУ ТП являются:

- Котлы электродные водогрейные КЭВ 100/0,4, в количестве 3 шт.;
- Насосы Иртыш ЦМЛ 50/140-3/2, в количестве 2 шт.;
- Реверсивная задвижка, 1 шт.

Оборудование располагается в закрытом и отапливаемом помещении, в котором поддерживается температура 20+/-5 град.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ

4.1 Требования к системе в целом

АСУТП должна состоять из следующих подсистем:

- Управления насосами, обеспечивающей поддержание постоянного давления в контуре отопления, безопасную работу насосов и равномерный износ;
- Управления котлами, обеспечивающей поддержание постоянной температуры в кабельных туннелях, безопасную работу котлов и равномерный износ;

Система должна включать два уровня управления:

- 1) управления со щита по месту;
- 2) управление с удаленного компьютера оператора.

Кроме того должна быть предусмотрена возможность отображения оперативной информации на компьютере инженера СТСУ.

Подключение полевых устройств к щитовому оборудованию должно осуществляться по индивидуальным кабельным линиям; связь ПЛК, операторской панели и компьютеров – по сети Ethernet.

Система должна поставлять полную информацию о ТП службе СТСУ по запросу в любой момент времени.

АСУ должна иметь возможность функционирования в следующих режимах:

- Ручное управление насосами, котлами и задвижкой непосредственно со щита управления, с использованием сенсорной панели или других органов управления в случае отказа последней;

- Автоматическое управление по алгоритмам программы ПЛК;
- Дистанционное управление посредством SCADA – системы оператора.

Выбор между режимами ручного и автоматического/дистанционного управления должен осуществляться щитовыми средствами, между режимами автоматического и дистанционного управления – в SCADA-системе.

АСУ должна допускать возможность развитие функциональности, в том числе по диагностике и самодиагностике.

Оперативный персонал АСУ включает трех человек работающих посменно. К работе допускаются лица, имеющие соответствующую группу допуска, прошедшие специальную подготовку по работе с оборудованием.

Система должна сохранять работоспособность при отказах двух из трех котлов и одного из двух насосов. Изменение режима работы не должно приводить к отклонениям от нормального функционирования процесса.

Целевое назначение системы должно сохраняться в течении пяти лет с вероятностью 0,9.

Перечень возможных аварийных ситуаций, при которых сохраняется возможность управления процессом:

- Отказы части основного оборудования (двух из трех котлов и одного из двух насосов);
- Отказы управляющей и коммутирующей аппаратуры(ПЛК, пусковой аппаратуры двух из трех котлов и одного из двух насосов);
- Отказы измерительных преобразователей(давление, температуры и уровня) и каналов связи.

4.1.1 Требования к структуре и функционированию системы

Функциональная структура АСУ ТП должна состоять из взаимосвязанных подсистем, выделяемых по исполняемым функциям:

- Информационная подсистема, выполняющая функции сбора информации о состоянии технологического процесса, обработки, архивирования и передачи информации о состоянии оборудования эксплуатационному персоналу и в вышестоящие системы, решения расчетно-диагностических задач;

- Управляющая подсистема, выполняющая функции обработки информации о состоянии технологического объекта управления, оценки информации, выбора управляющих воздействий и их реализации - включает в себя функции технологических защит и блокировок, дистанционного управления;

- Вспомогательная подсистема, выполняющая сбор и обработку данных о состоянии АСУ ТП, архивирование и представление этой информации персоналу, осуществление управляющих воздействий на соответствующие технические и (или) программные средства.

Иерархическая структура АСУ ТП должна состоять из следующих уровней:

- Операторский уровень, реализующий функции отображения информации, оперативного (дистанционного и автоматизированного) управления как установкой в целом, так и отдельными ее элементами, а также все неоперативные функции АСУ ТП (протоколирование, архивация, информационно-вычислительные задачи и т.п.);

- Контроллерный уровень, реализующий функции сбора и предварительной обработки информации, автоматического управления силовым оборудованием.

- Сетевые устройства, связывающие в единое информационное пространство все составляющие АСУ ТП (коммуникационный уровень).

4.1.2 Требования к численности и квалификации персонала, режиму его работы

Для работы АСУ ТП необходим персонал следующих категорий:

- Оперативный персонал и персонал СТСУ – пользователи АСУ ТП;

- Технический обслуживающий персонал, осуществляющий оперативное и неоперативное обслуживание и ремонт программных и технических средств АСУ ТП.

Технический обслуживающий персонал должен иметь техническое образование по специальностям, относящимся к системам управления. Оператив-

ный персонал должен пройти обучение навыкам управления технологическим процессом с использованием АСУ ТП.

4.1.3 Требования к надежности

При проектировании АСУ ТП должны использоваться следующие системные методы обеспечения надежности:

- Выбор надежных технических средств, включая устройства связи, обеспечение надежного бесперебойного электропитания;
- Разработка надежно работающих программных средств;
- Защита от выдачи ложных команд и ложной информации;
- Рациональное распределение задач между техническими и программными средствами и между техникой и персоналом;
- Наличие различных видов избыточности (аппаратной, информационной, временной, функциональной, алгоритмической);
- Использование методов и средств технической диагностики;
- Организация рациональной эксплуатации ЭК АПК-2 и обеспечение запасными частями до минимального сменного устройства/элемента;

4.1.4 Требования к безопасности

АСУ ТП должна быть построена таким образом, чтобы отказы технических средств не приводили к ситуациям, опасным для жизни и здоровья людей и повреждению оборудования.

Технические средства АСУ ТП должны быть выполнены в соответствии с требованиями по безопасности используемых электротехнических изделий по ГОСТ 12.2.007.0-75.

При проектировании помещений для средств ПТК должны выполняться действующие санитарные и противопожарные нормы.

Все внешние элементы технических средств АСУ ТП, находящиеся под напряжением, должны иметь защиту от случайного прикосновения, а сами технические средства иметь зануление или защитное заземление в соответствии с ГОСТ 12.1.030-81 и «Правилами устройства электроустановок».

Технические средства должны быть установлены таким образом, чтобы обеспечивались их безопасная эксплуатация и техническое обслуживание.

Все механизмы (двигатели, задвижки, котлы) должны быть промаркированы в соответствии с технологическими схемами.

4.1.5 Требования к эргономике и технической эстетике

Общие эргономические требования, регламентирующие организацию рабочих мест оперативного персонала АСУ ТП, взаимное расположение органов управления, средств отображения и связи в пределах каждого рабочего места должны соответствовать положениям государственных стандартов системы «человек-машина» и эргономическим требованиям.

Уровни шума и звуковой мощности в рабочих помещениях оперативного персонала не должны превышать значений, установленных санитарными нормами.

Основным средством управления и представления информации должны быть автоматизированные рабочие места, оборудованные цветными дисплеями. Для возможности останова ЭК в случае отказа оборудования должен быть предусмотрен аварийный пульт управления.

Должна быть реализована возможность настройки вывода сигнализации как по характеристике (по группам оборудования) так и по приоритету (аварийная, предупредительная).

Используемые цвета на дисплеях должны быть легко различимы. Для индикации аварийной и предупредительной сигнализации должны быть использованы специально оговоренные цвета.

4.1.6 Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению компонентов системы

Для АСУ ТП должны быть предусмотрены следующие виды технического обслуживания:

- Профилактические осмотры и ремонты с периодичностью профилактических и ремонтных остановов объектов управления, предусмотренных в инструкциях на эксплуатацию технических изделий;

- Внеплановые ремонты АСУ ТП, осуществляемые при обнаружении неисправностей в процессе эксплуатации;
- Контроль и выполнение работ по внедрению, наладке, приемке в эксплуатацию, аттестации вновь вводимых технических средств АСУ ТП;
- Метрологический контроль, периодическая калибровка (поверка) измерительных каналов.

На оборудование должно быть представлено отдельное руководство по эксплуатации.

Сохранение работоспособности ЭК и обеспечение работы технологического оборудования без изменения несущей нагрузки.

4.1.7 Требования к защите информации от несанкционированного доступа

Должна быть разработана система регистрации изменений программного и информационного обеспечения.

В системе технически и документально должен обеспечиваться доступ к информации, необходимой для эксплуатации системы. Разработчик и изготовитель системы сообщает заказчику состав и порядок доступа к информации, в нераспространении которой он заинтересован. Заказчик обязан выполнять определенные вместе с разработчиком мероприятия по защите информации от несанкционированного доступа и распространения.

4.1.8 Требования по сохранности информации при авариях

Полная или частичная потеря информации (программы или данных) должна быть исключена при любых отказах, а также при потере питания. Защита от потери информации должна осуществляться как путем мероприятий, обеспечивающих защиту информации при отказах и потере основного питания (резервирование электрического питания), так и за счет восстановления с резервных носителей.

4.1.9 Требования к защите от влияния внешних воздействий

Технические средства верхнего уровня оперативного контура, устанавливаемые в помещениях ГЩУ, ЦЩУ и неоперативного контура, должны соответ-

ствовать ГОСТ 12997-84 и надежно функционировать при следующих показателях окружающей среды:

- Рабочая температура окружающей среды +20...+30 °С;
- Предельная температура окружающей среды (кратковременное изменение на период не более 2-х часов, при котором гарантируется неразрушение технических средств) +10...+40 °С;
- Относительная влажность воздуха 20...80%;
- Атмосферное давление 84,6...106,7 кПа (630 - 800 мм рт. ст.).

4.1.10 Требования к патентной чистоте

Все поставляемое оборудование и программное обеспечение должно сопровождаться разрешительными документами (лицензиями и т.п.) для соблюдения авторских прав. Лицензии и разрешения должны быть действительными на территории РФ.

4.1.11 Требования по стандартизации и унификации

Должен быть единый подход к решению однотипных задач, должны создаваться унифицированные объектно-ориентированные компоненты информационного, лингвистического, программного, технического и организационного обеспечения.

Во всех рабочих станциях систем одного уровня в рамках локальной сети должна использоваться единая операционная система, настраиваемая в соответствии с конфигурацией устройств и их программным обеспечением.

4.2 Требования к функциям (задачам), выполняемым системой

Функции подразделяются на информационные, управляющие и вспомогательные (сервисные).

В состав информационных функций входят следующие:

- Сбора, первичной обработки и распределения информации;
- Представления информации;
- Технологической сигнализации;
- Информационно-вычислительные и расчетные;
- Регистрация и архивирование событий и параметров;

- Протоколирование и документирование информации.

В состав управляющих функций входят следующие:

- Дистанционного управления;
- Автоматического регулирования;

Сбор, первичная обработка и распределение информации

Функция предназначена для сбора и первичной обработки информации, вводимой с аналоговых датчиков таких как: температура наружного воздуха, температура воды в прямом и обратном трубопроводе, давление в трубопроводе. Функция должна выполняться автоматически во всех режимах работы системы. Выходной информацией функции являются обработанные значения параметров с соответствующими признаками проведенного контроля и обработки, занесенные в базу данных.

Представление информации

Для представления информации оператору-технологу должны использоваться следующие формы:

- Отображение мнемосхем, параметров, текстовой и графической информации на цветных дисплеях;
- Звуковые сигналы;
- Распечатки протоколов, ведомостей и т.п.

Технологическая сигнализация

Технологическая сигнализация предназначена для инициативного извещения оперативного персонала о возникновении нарушений в технологическом процессе, изменений в составе работающего оборудования и обнаруженных неисправностях.

Регистрация и архивирование процессов и параметров

Задача предназначена для регистрации и накопления текущих значений параметров: температуры наружного воздуха, температуры воды в прямом и обратном трубопроводе, давления в трубопроводе.

Требования к документированию информации

Документация, выполняемая Исполнителем, согласуется с Заказчиком. Документация на АСУ ТП должна быть выполнена на русском языке. Документация на АСУ ТП передается Заказчику на бумаге и на электронных носителях.

Требования к функциям автоматического регулирования

Функция автоматического регулирования (АР) предназначена для поддержания заданных параметров температуры и давления. Она разрабатывается как обеспечивающая эффективную эксплуатацию технологического оборудования при его работе в регулировочном диапазоне нагрузок, плановых остановках, а также при аварийных ситуациях.

4.3 Требования к видам обеспечения

Требования к математическому обеспечению

Математическое обеспечение (МО) АСУ ТП должно включать в свой состав совокупность алгоритмов, обеспечивающих реализацию возлагаемых на систему функций во всех режимах работы. МО АСУ ТП должно включать технологические алгоритмы, которые должны обеспечивать выполнение всех функций управления технологическим процессом.

Требования к информационному обеспечению

В состав данных, используемых в АСУ ТП в процессе работы, должны входить:

- Данные о текущем состоянии параметров: температуры наружного воздуха, температуры воды в прямом и обратном трубопроводе, давления в трубопроводе;
- Данные для сигнализации;
- Данные, вводимые обслуживающим персоналом в систему.

Каждый параметр в системе должен иметь свой идентификатор, численное значение и другие необходимые характеристики.

Требования к лингвистическому обеспечению

Лингвистическое обеспечение АСУ ТП должно включать в свой состав языки программирования, используемые для разработки прикладных программ, язык оперативного управления (интерфейса «человек-машина»). Разработка

прикладного ПО ПТК всех уровней должна осуществляться с использованием инструментальных средств ПТК «Овен». В интерфейсе инструментальных средств допускается использование английского языка.

Требования к программному обеспечению

ПО системы должно строиться как распределённый программный комплекс, в котором программы и данные распределены между различными уровнями управления.

5 СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ СИСТЕМЫ

Этапы работ:

- Предпроектное обследование контура регулирования;
- Выбор необходимого оборудования;
- Создание полной электрической схемы объекта;
- Разработка прикладного ПО
- Пусконаладочные работы
- Испытание полной полученной системы.

6 ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ СИСТЕМЫ

Порядок контроля производится плановыми отчетами о выполненных этапах проектирования руководителю выпускной квалификационной работы.

Прием разработанной системы осуществляется в виде предзащиты и защиты выпускной квалификационной работы

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

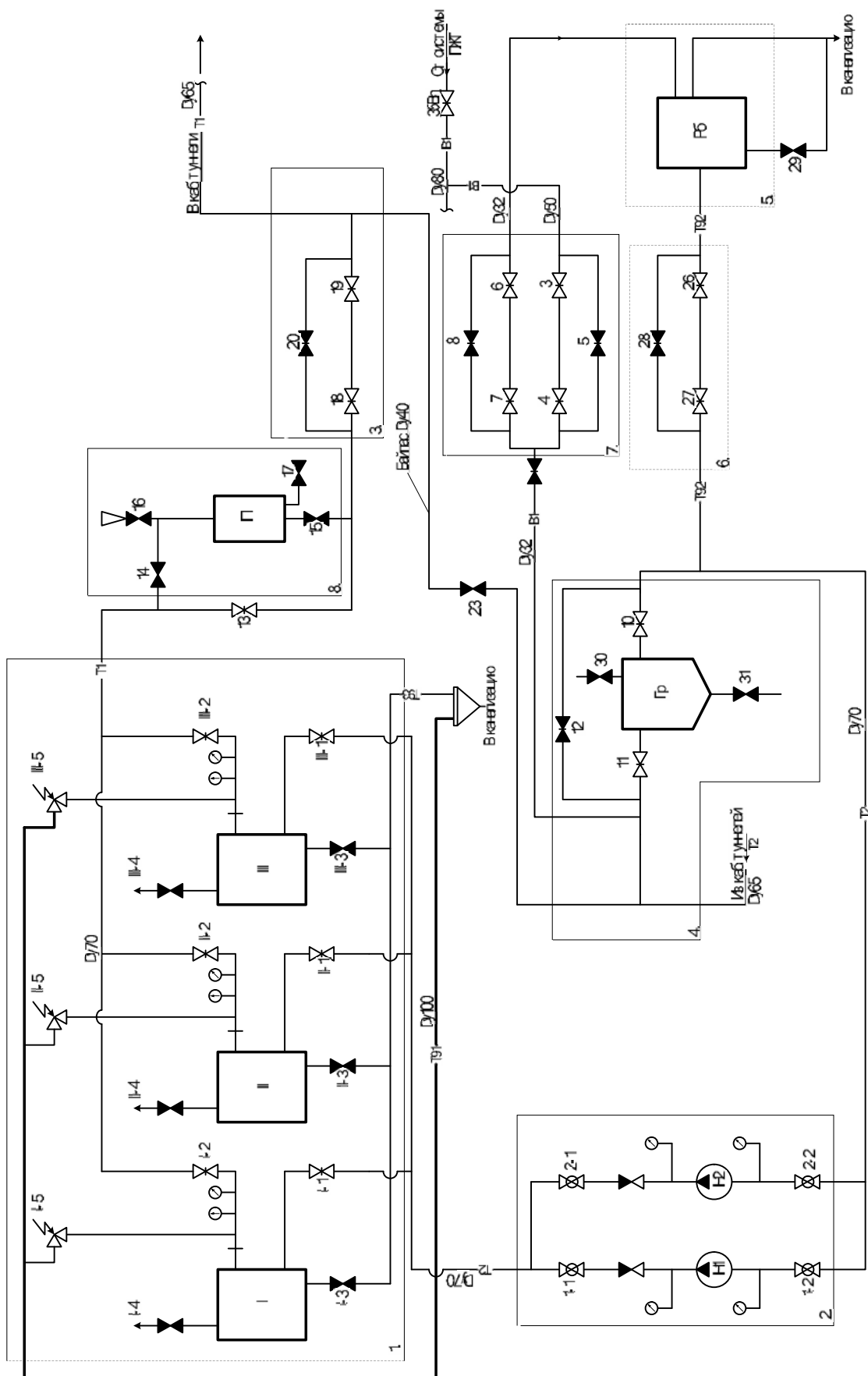
Общие требования:

- Провести подготовку помещений для размещения оборудования АСУ ТП;
- Обеспечить необходимые условия хранения технических средств АСУ ТП.

- Исключить доступ посторонних лиц к техническим средствам АСУ ТП во время хранения, монтажа, эксплуатации (охрана, использование средств сигнализации и т.п.);
- Обеспечить подачу требуемого электропитания системы;
- Обеспечить рабочее состояние используемых для АСУ ТП датчиков и др. аппаратуры полевого уровня не подлежащих замене;
- Обеспечить выполнение заданных условий эксплуатации в помещениях, где размещается оборудование АСУ ТП;

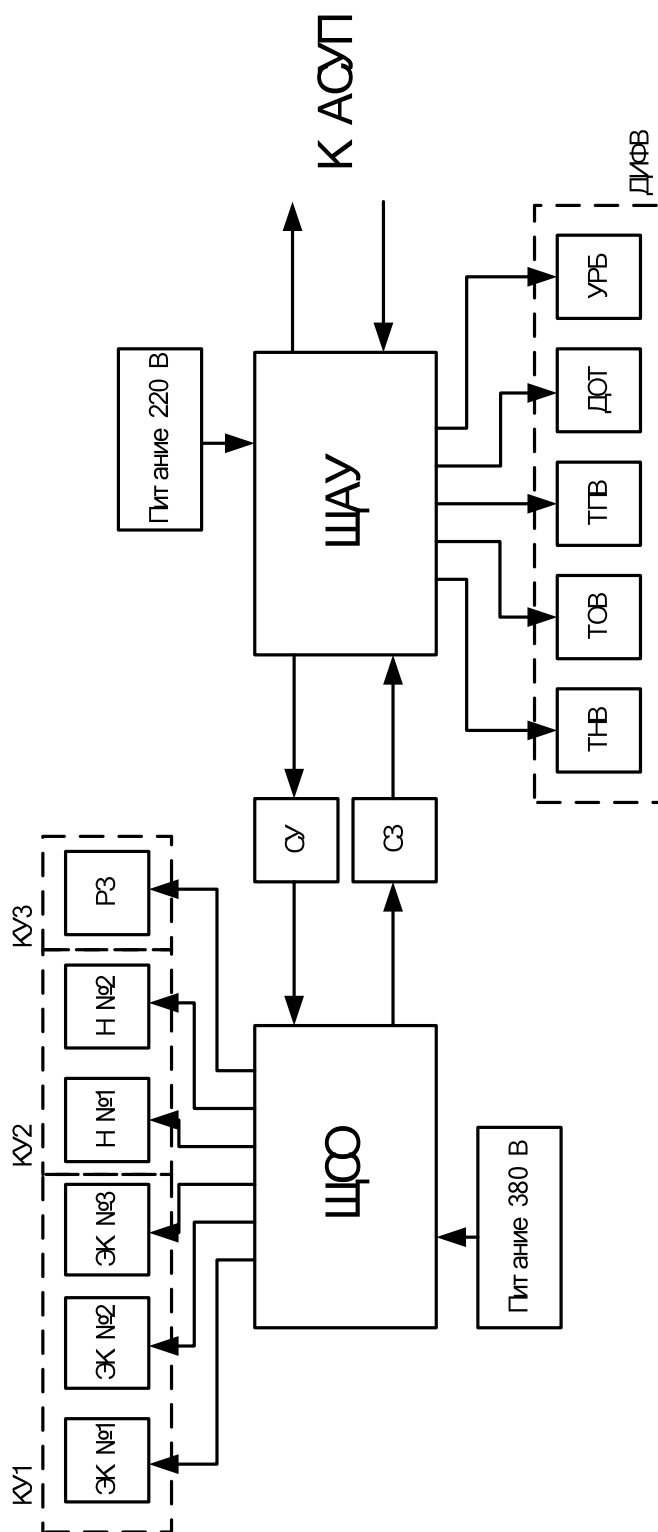
ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Принципиальная схема ТП



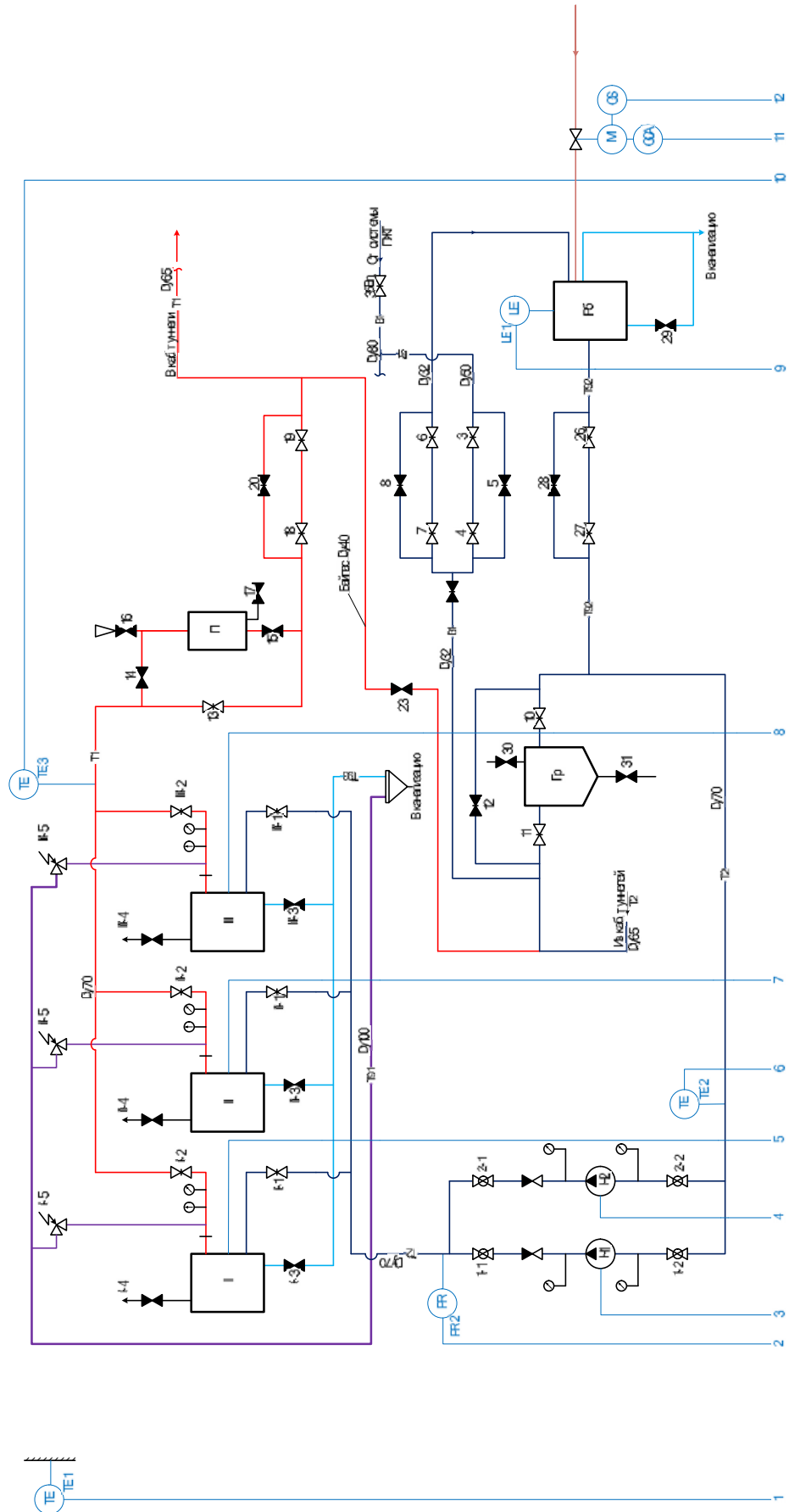
ПРИЛОЖЕНИЕ В

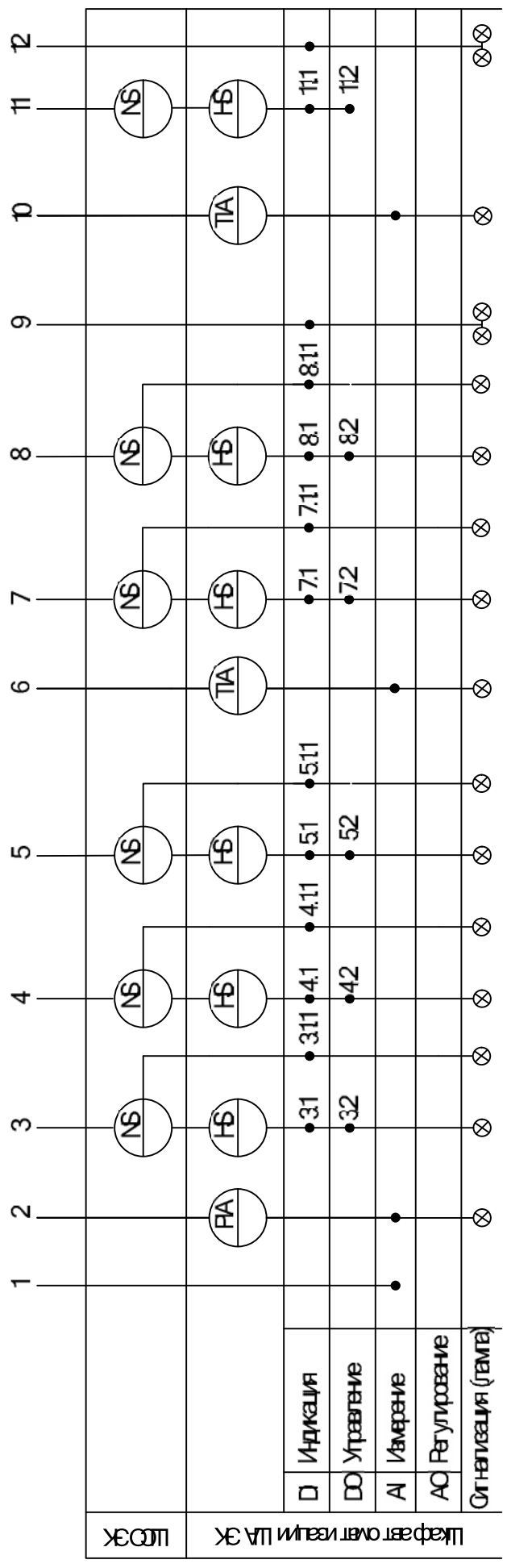
Структурная схема



ПРИЛОЖЕНИЕ Г

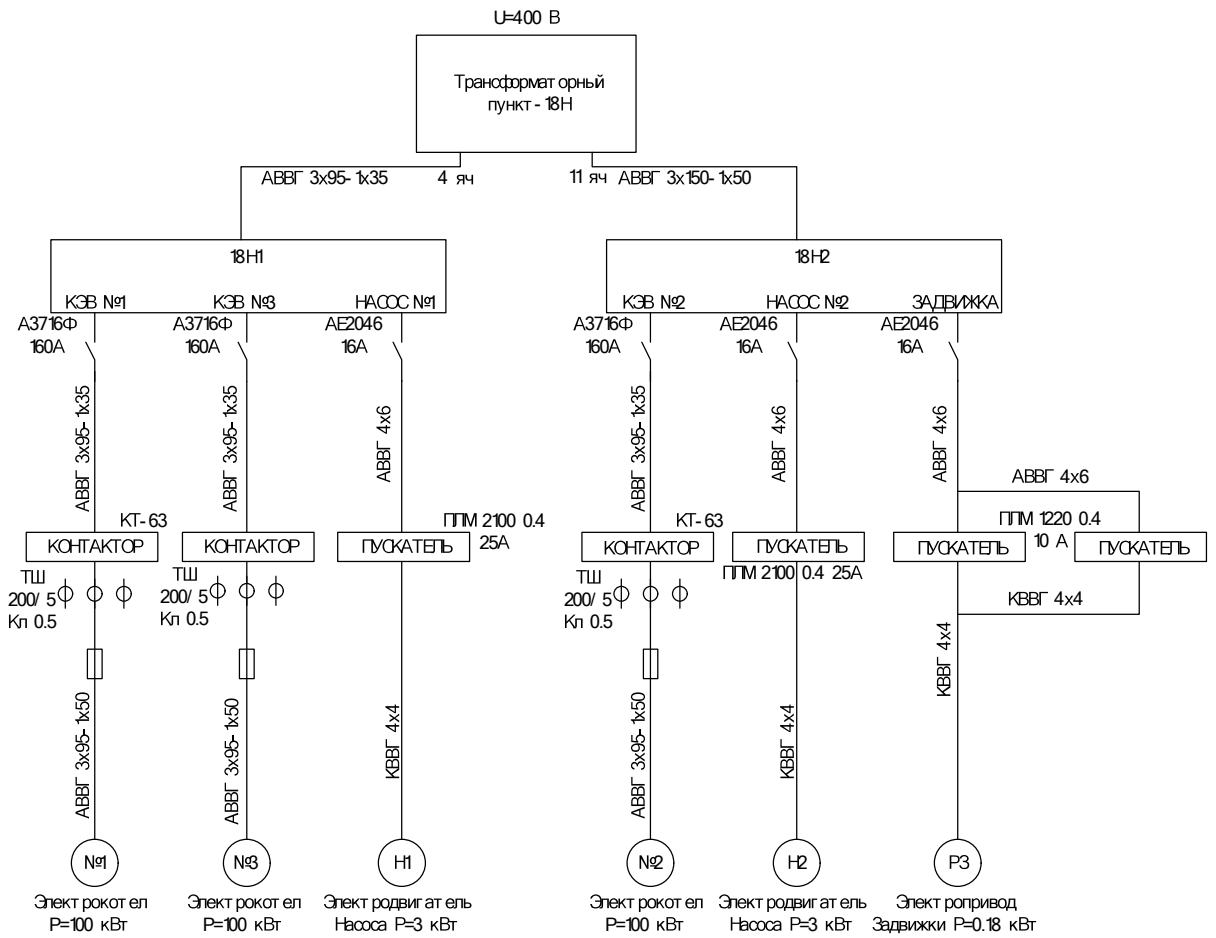
Функциональная схема автоматизации



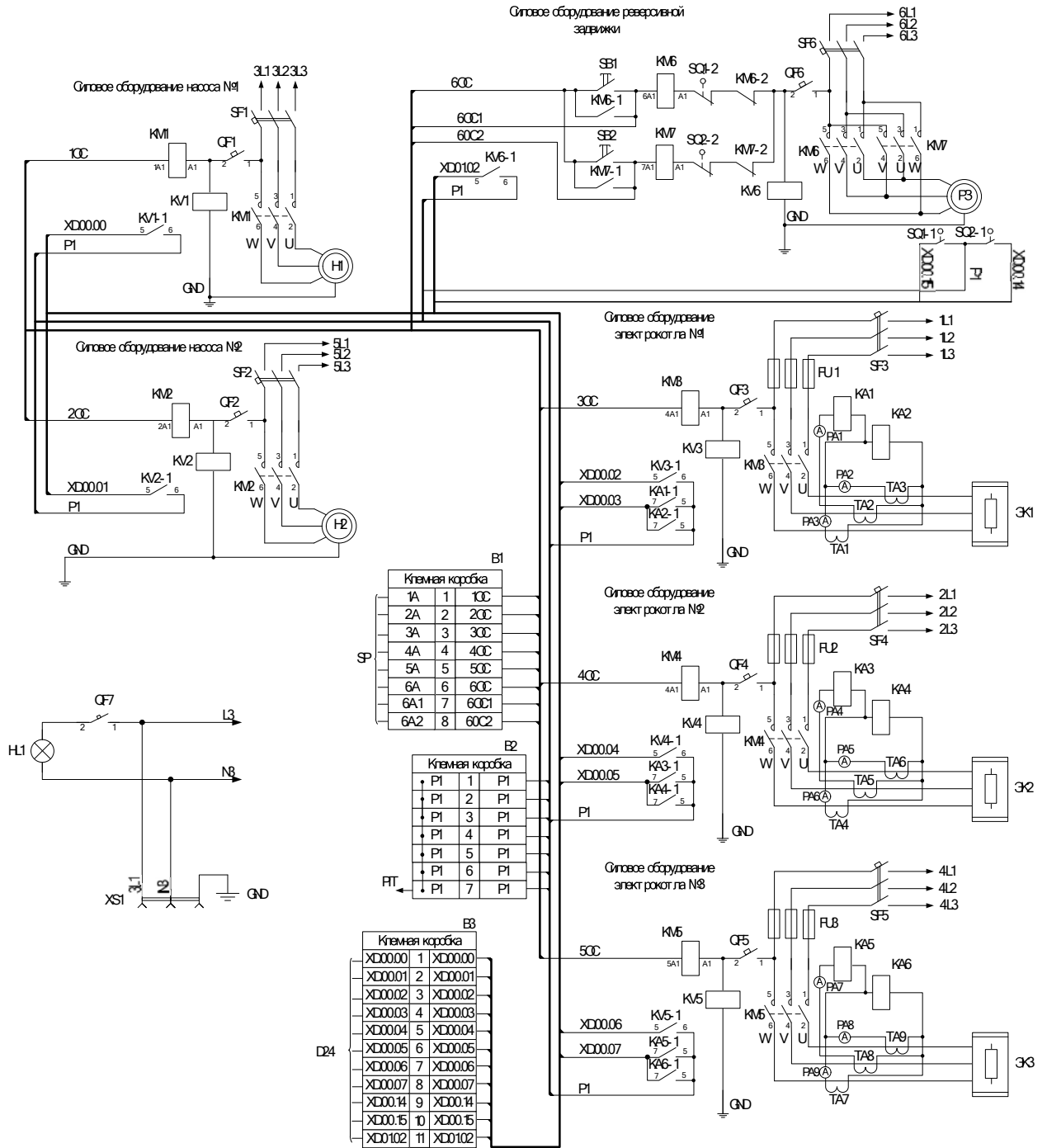


ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Принципиальная электрическая схема Схема питания силового оборудования

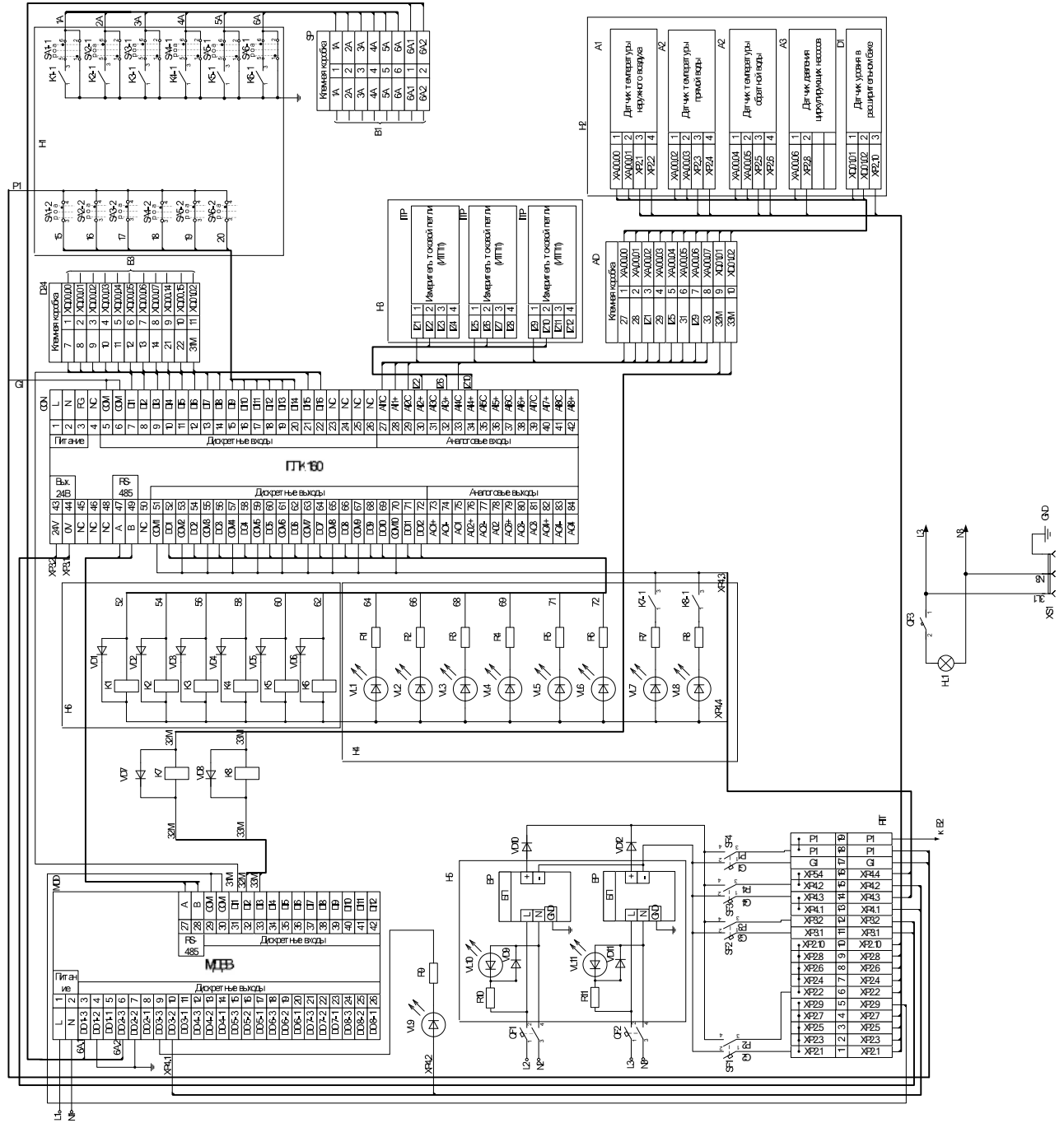


Принципиальная электрическая схема силового оборудования



<i>Позиция</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол</i>	<i>Примечание</i>
<i>B1</i>	<i>Клемная коробка</i>	<i>1</i>	
<i>B2</i>	<i>Клемная коробка</i>	<i>1</i>	
<i>B3</i>	<i>Клемная коробка</i>	<i>1</i>	
<i>ЭК</i>	<i>Электродвигатель КЭВ 100/04</i>	<i>3</i>	
<i>H</i>	<i>Электронасос Иртыш ЦМТ 50/140-3/2</i>	<i>2</i>	
<i>KV1-KV6</i>	<i>Реле напряжения</i>	<i>6</i>	
<i>KM1, KM2</i>	<i>Магнитный пускатель ГМЛ-2100</i>	<i>2</i>	
<i>KMB-KM5</i>	<i>Контактёр КТ6033</i>	<i>3</i>	
<i>KM6, KM7</i>	<i>Магнитный пускатель ГМЛ-2100</i>	<i>2</i>	
<i>KA1-KA6</i>	<i>Реле тока</i>	<i>6</i>	
<i>TA1-TA9</i>	<i>Трансформатор тока</i>	<i>9</i>	
<i>FU1-FU3</i>	<i>Тугоплавкий предохранитель</i>	<i>3</i>	
<i>SF1-SF6</i>	<i>Автоматические выключатели питания</i>	<i>6</i>	
<i>QF1-QF6</i>	<i>Автоматические выключатели питания катушек пускателей</i>	<i>6</i>	
<i>SQ</i>	<i>Концевые выключатели</i>	<i>2</i>	
<i>P3</i>	<i>Реверсивная задвижка</i>	<i>1</i>	
<i>SB1, SB2</i>	<i>Кнопка DECA, SwitchLab Inc</i>	<i>2</i>	
<i>PA1-PA9</i>	<i>Амперметр</i>	<i>9</i>	
<i>HL1</i>	<i>Лампа светодиодная</i>	<i>1</i>	
<i>QF7</i>	<i>Выключатель</i>	<i>1</i>	
<i>XS1</i>	<i>Розетка</i>	<i>1</i>	

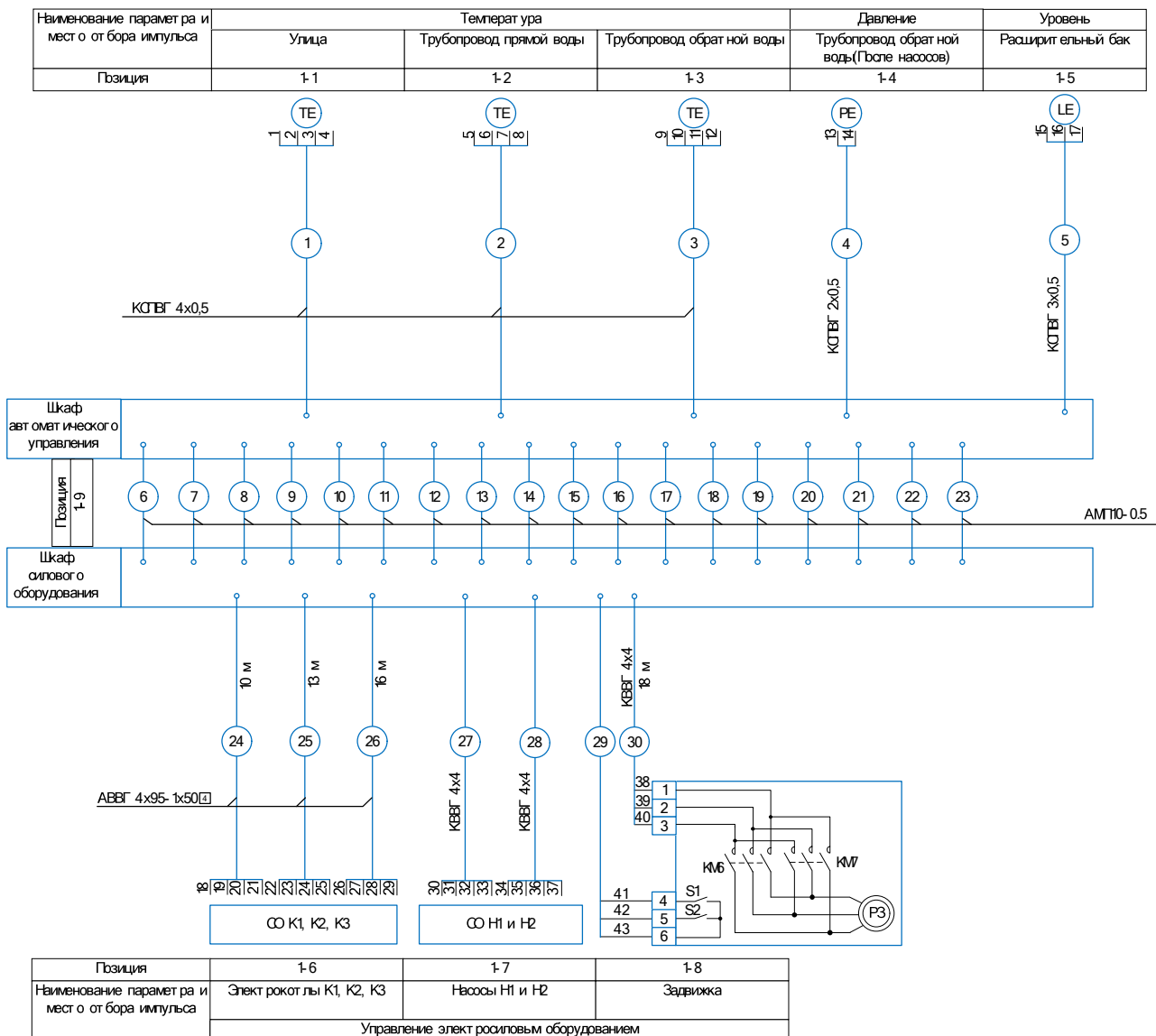
Принципиальная электрическая схема оборудования расположенного в ЩАУ



Позиция	Наименование	Кол	Примечание
CON	ГТК 160, СВЕН	1	
MOD	МДВВ Модуль дискретных входов/ выходов	1	
VL	Светодиоды Kwang-Hwa Elect. Material	11	
VD	Обратные диоды	12	
K	Промежуточное реле Omron MKS3F	8	
SF	Автоматический выключатель	4	
CF	Автоматический выключатель	2	
	Резисторы		
R1-F9	MD200 (G23) 2 Вт, 47 кОм	9	
R10, R11	MD200 (G23) 2 Вт, 47 кОм	2	
SA	Печатный переключатель	6	
A1	Датчик температуры наружного воздуха ТСПТ 104	1	
A2	Датчик температуры ТСПТ 101	2	
A3	Датчик давления CER 1	1	
D1	Электродный датчик уровня ДУЗ-1	1	
ПР	Измеритель токаовой петля ИППМ	3	
BP	Блок питания Omron S8VS 24024	2	
SP	Клемная коробка	1	
PT	Клемная коробка	1	
AD	Клемная коробка	1	
D24	Клемная коробка	1	

ПРИЛОЖЕНИЕ

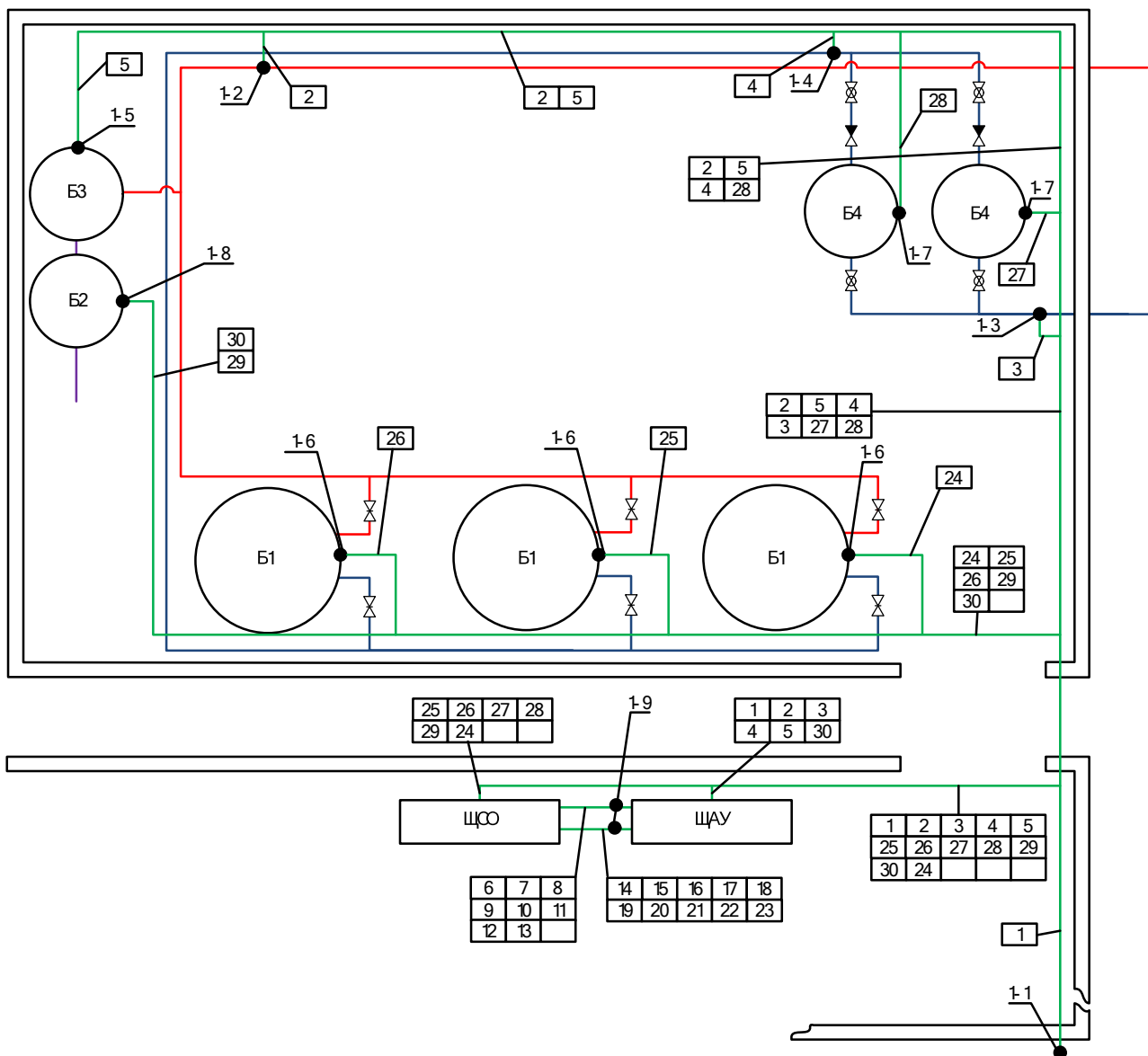
Схема внешних электрических проводов



Кабель	Направление		Направление по плану расположения	Кабель	
	Откуда	Куда		Марка	Длина, м
1	1-1	ЩФУ	1-1	КСВГ 4x0,5	10
2	1-2	ЩФУ	1-2	КСВГ 4x0,5	23
3	1-3	ЩФУ	1-3	КСВГ 4x0,5	14
4	1-4	ЩФУ	1-4	КСВГ 2x0,5	18
5	1-5	ЩФУ	1-5	КСВГ 3x0,5	26
6-13	ЩФУ	ЩЦО	1-9	АМТЮ-05	2x8
14-23	ЩЦО	ЩФУ	1-9	АМТЮ-05	2x10
24	ЩЦО	1-6	1-6	АВВГ 3x95+1x50	10
25	ЩЦО	1-6	1-6	АВВГ 3x95+1x50	13
26	ЩЦО	1-6	1-6	АВВГ 3x95+1x50	16
27	ЩЦО	1-7	1-7	КВВГ 4x4	15
28	ЩЦО	1-7	1-7	КВВГ 4x4	20
29	ЩЦО	1-8	1-8	КВВГ 4x4	17
30	1-8	ЩФУ	1-8	АМТЮ-05	18

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

План расположения оборудования и внешних электрических проводов

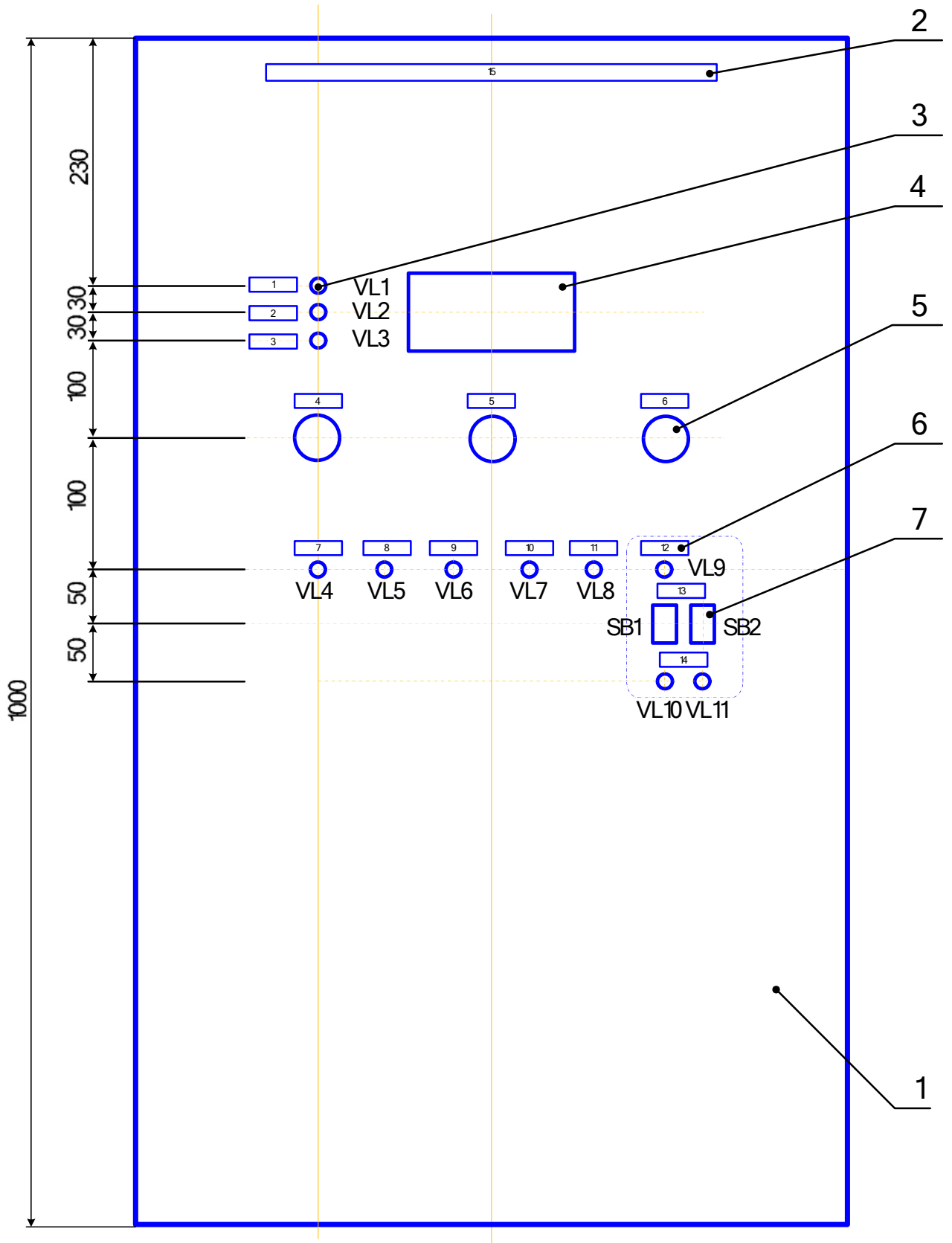


Позиция	Экспликация оборудования	Кол.	Примечание
Б1	Электрический водогрейный котел КЭВ 100/0,4	3	
Б2	Реверсивная задвижка	1	
Б3	Расширительный бак	1	
Б4	Насос Иргыш ЦМГ 150/140-3/2	2	
Б5	Щит силового оборудования	1	
Б6	Щит автоматического управления	1	

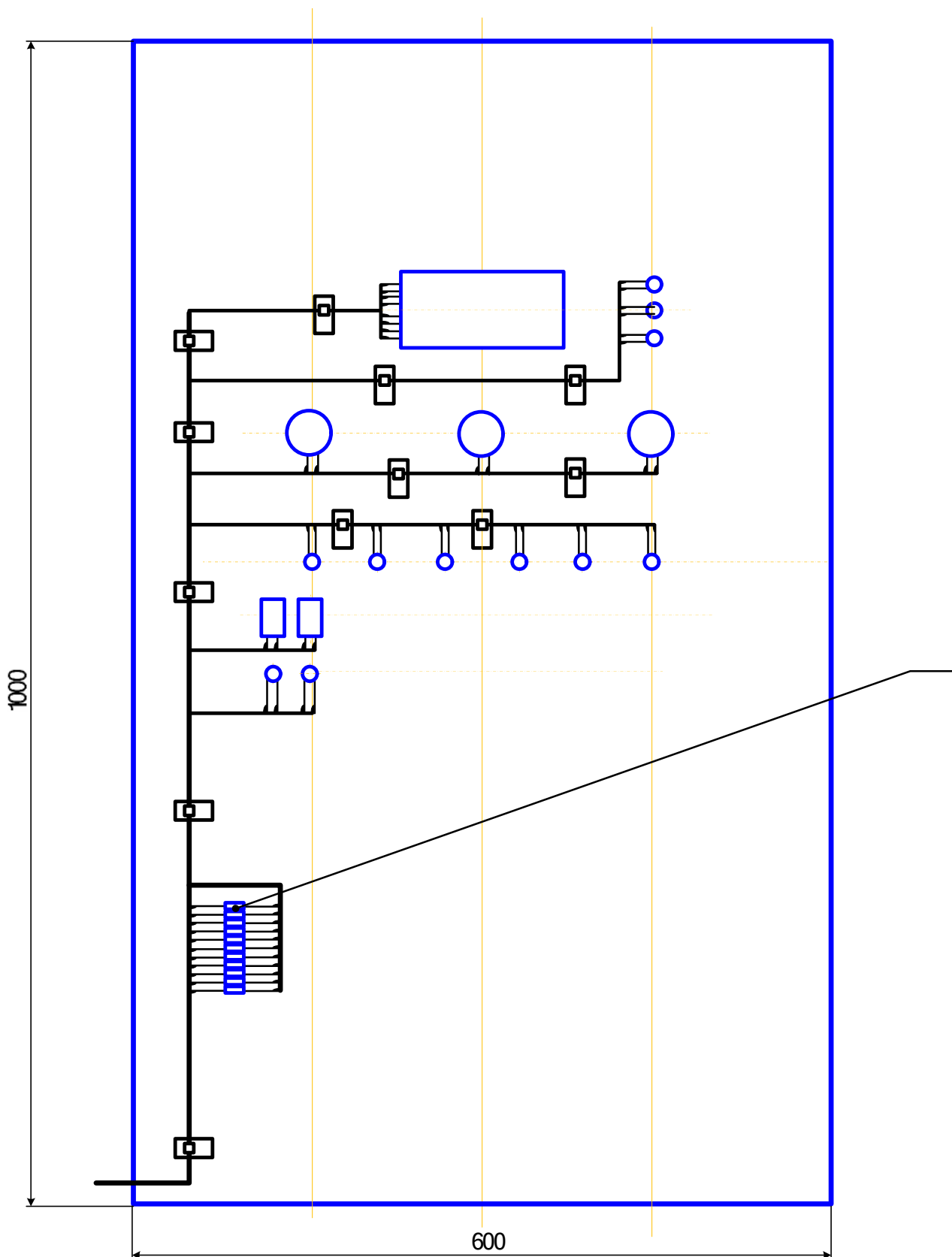
ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Компоновка ЩАУ

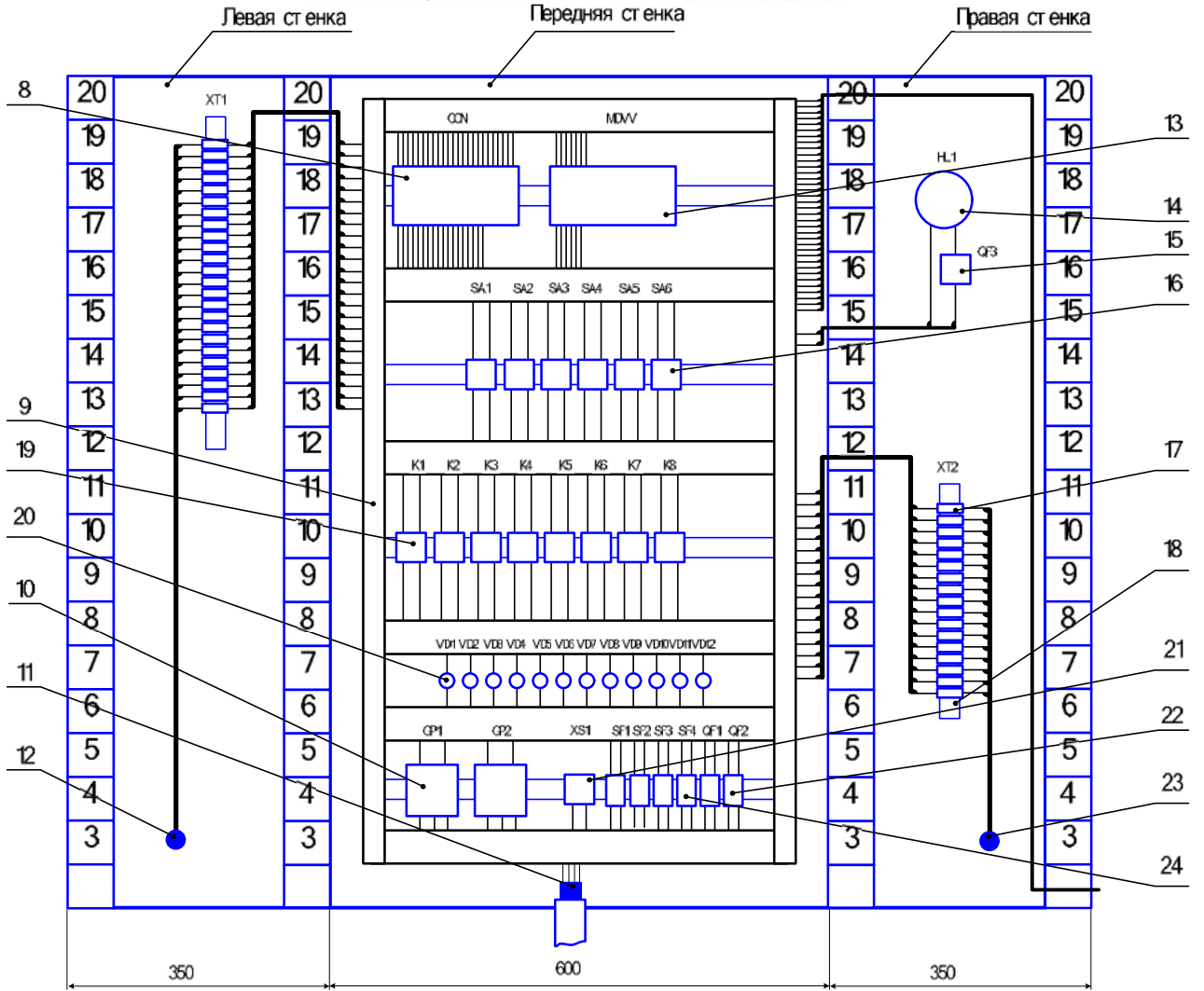
Вид спереди



Вид сзади (задняя сторона дверцы)



Вид на внутренние плоскости и (развернуто)

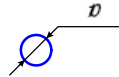


Размеры вырезов в щите

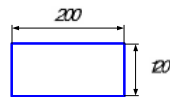
2. Светодиод



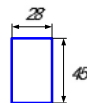
3. Измеритель токовой петли. ИТП11



4. Сенсорная панель



5. Кнопка с фиксацией



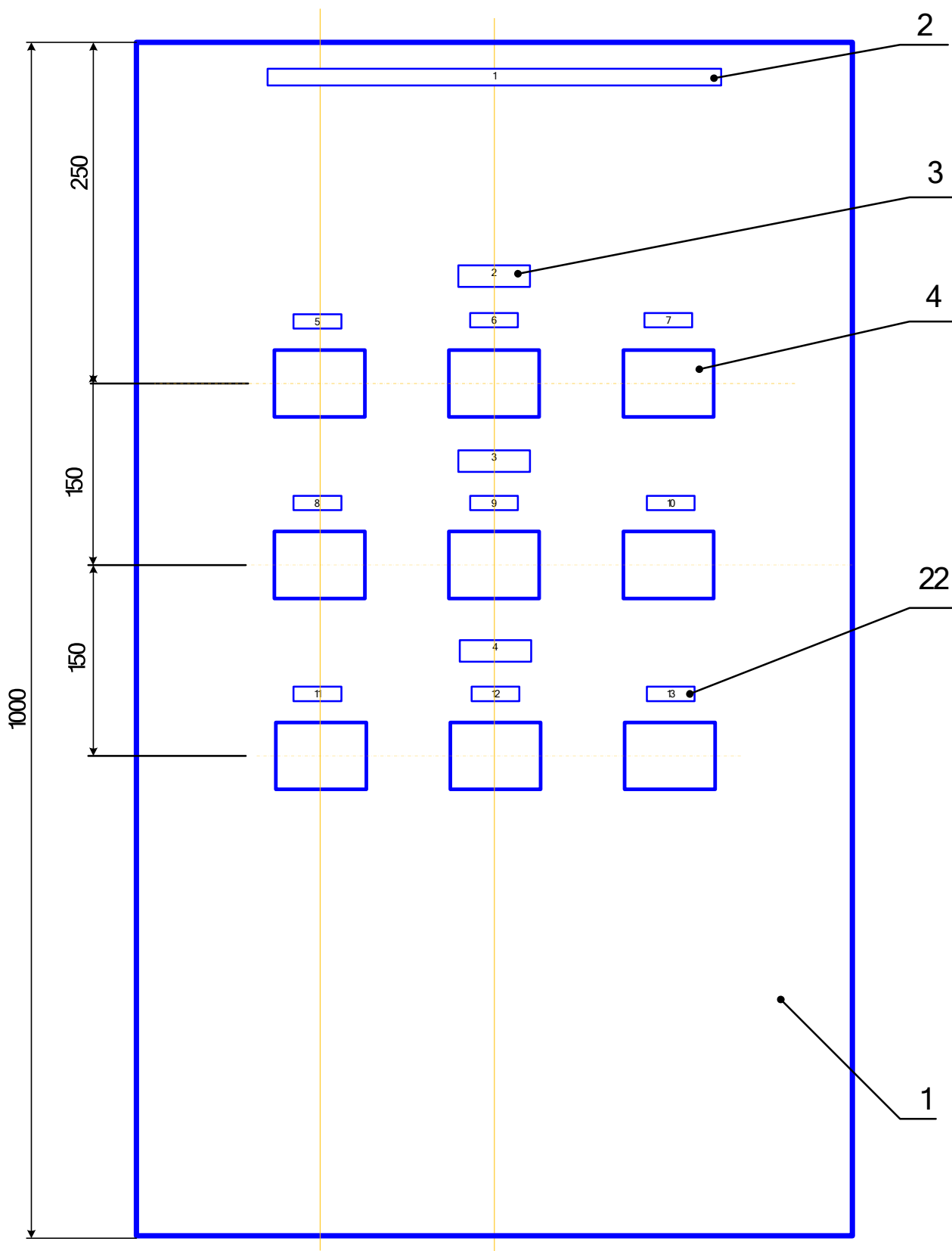
<i>Надписи в рамках</i>		
<i>Номер надписи</i>	<i>Текст надписи</i>	<i>Кол</i>
	<i>Рамка 66x26</i>	
<i>1</i>	<i>Авария</i>	<i>1</i>
<i>2</i>	<i>Питание 1</i>	<i>1</i>
<i>3</i>	<i>Питание 2</i>	<i>1</i>
<i>4</i>	<i>Температура прямой воды</i>	<i>1</i>
<i>5</i>	<i>Температура обратной воды</i>	<i>1</i>
<i>6</i>	<i>Давление в обратном трубопроводе</i>	<i>1</i>
<i>7</i>	<i>Наос 1</i>	<i>1</i>
<i>8</i>	<i>Наос 2</i>	<i>1</i>
<i>9</i>	<i>Котел 1</i>	<i>1</i>
<i>10</i>	<i>Котел 2</i>	<i>1</i>
<i>11</i>	<i>Котел 3</i>	<i>1</i>
<i>12</i>	<i>Реверсивная задвижка</i>	<i>1</i>
<i>13</i>	<i>Открыть/Закрыть</i>	<i>1</i>
<i>14</i>	<i>Пуст/Полн</i>	<i>1</i>
	<i>Рамка 300x60</i>	
<i>15</i>	<i>Электрокотельная АПК-2</i>	<i>1</i>

Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		<u>Стандартные изделия</u>		
1		Щит шкафной ЩМН-1000х600х350	1	
		УШВ.1 ССТ 36.13-90.		
		<u>Прочие изделия</u>		
2		Рамка 300х60	1	
3	VL1	Светодиод Цвет красный Kwang-Hwa Best.	1	
	VL10, VL11	Светодиод Цвет синий Kwang-Hwa Best.	2	
	VL2-VL9	Светодиод Цвет зеленый Kwang-Hwa Best.	8	
4		Операт.рок.панель	1	
5		Измеритель таковой пегли ИПТ11	3	
6		Рамка 66х26	14	
7	SB1, SB2	Кнопка DECA, SwitchLab Inc	2	
8	CON	ГТК 160	1	
9		Короб	8	
10	CP1, CP2	Блок питания, Оптон SBVS-24024	2	
11		Кабель питания 220 В	2	
12		Связка кабелей (сигналы с ЦРС)	1	
13	MDV	МДВ	1	
14	HL1	Лампа светодиодная	1	
15	CF3	Выключатель	1	
16	SA1-SA6	Галетный переключатель	6	
17	XT1, XT2	Клемная коробка	2	
18		DIN рейка	6	
19	K1-K8	Промежуточные реле Оптон МК-S3P1	8	
20	VD1-VD2	Обратный диод	2	
21	XS1	Розетка	1	
22	CF1, CF2	Автоматический выключатель	2	
23		Связка кабелей (сигналы с ДИДВ)	1	
24	SF1-SF4	Автоматический выключатель	4	
25		Резисторы		
	R1-R9	MD200 (G23) 2 Вт, 47 кОм	9	
	R10, R11	MD200 (G23) 2 Вт, 47 кОм	2	

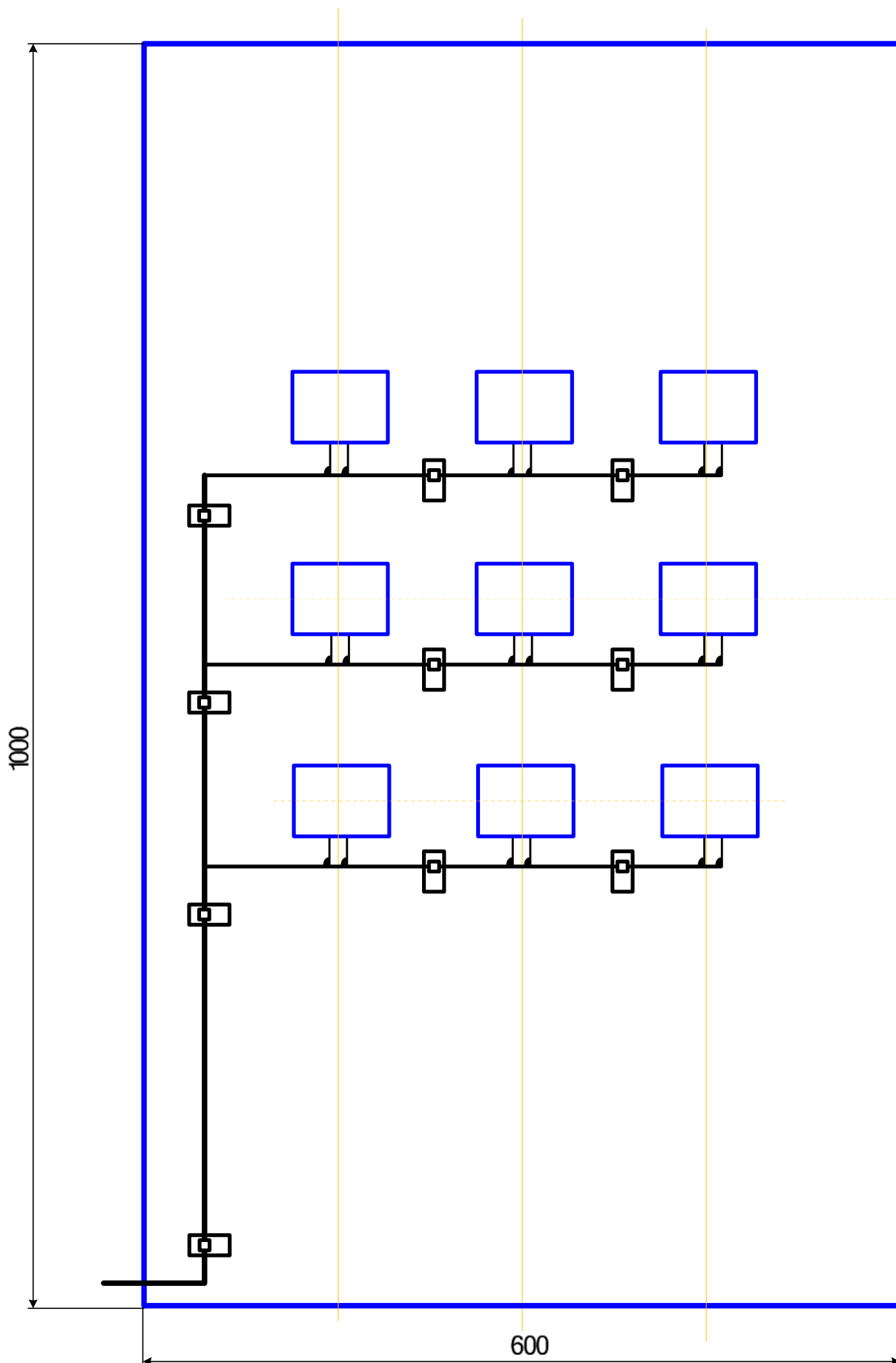
ПРИЛОЖЕНИЕ И

Компоновка ЩСО

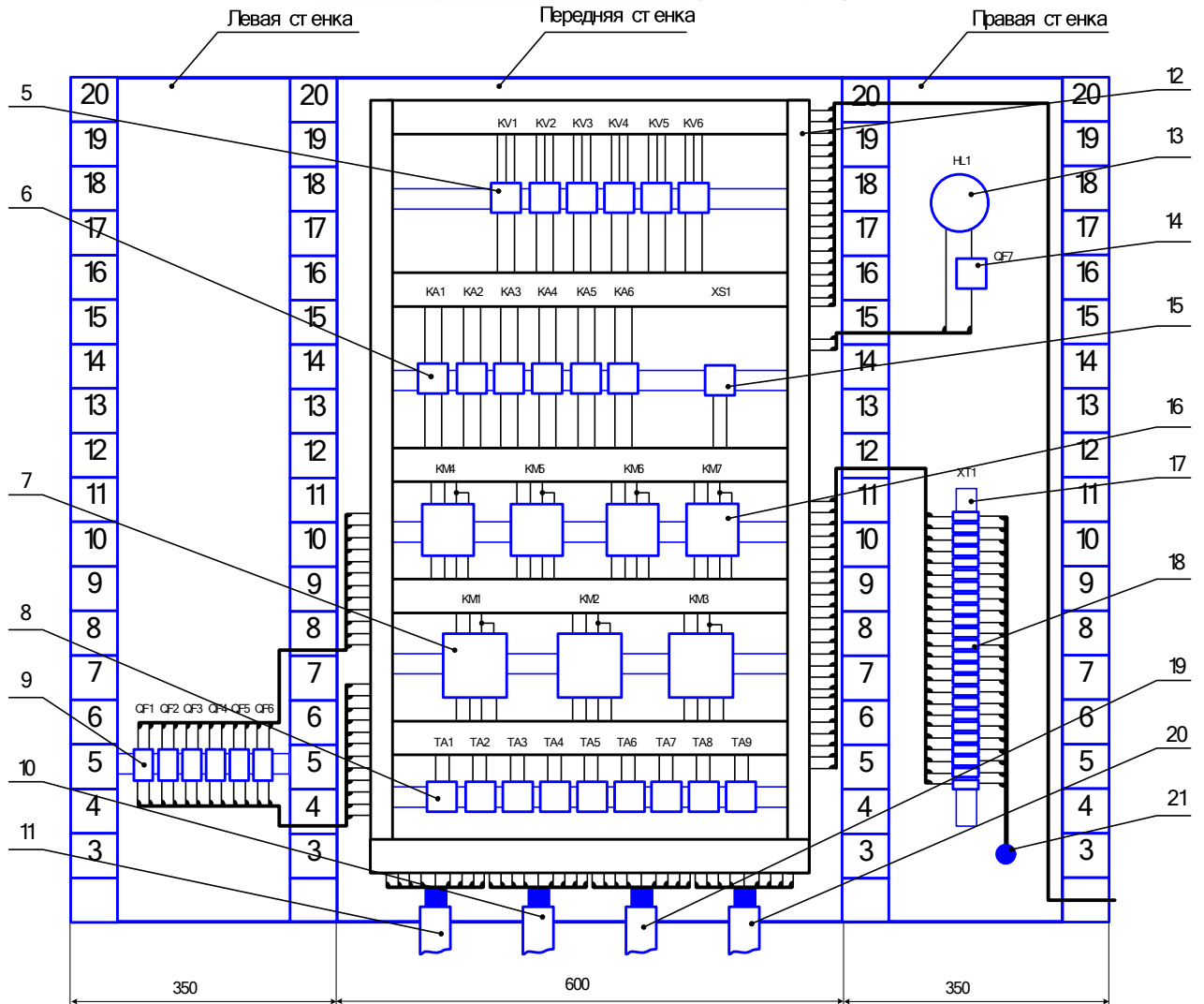
Вид спереди



Вид сзади (задняя сторона дверцы)

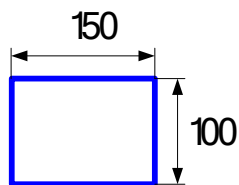


Вид на внутренние плоскости (развернуто)



Размеры вырезов в щите

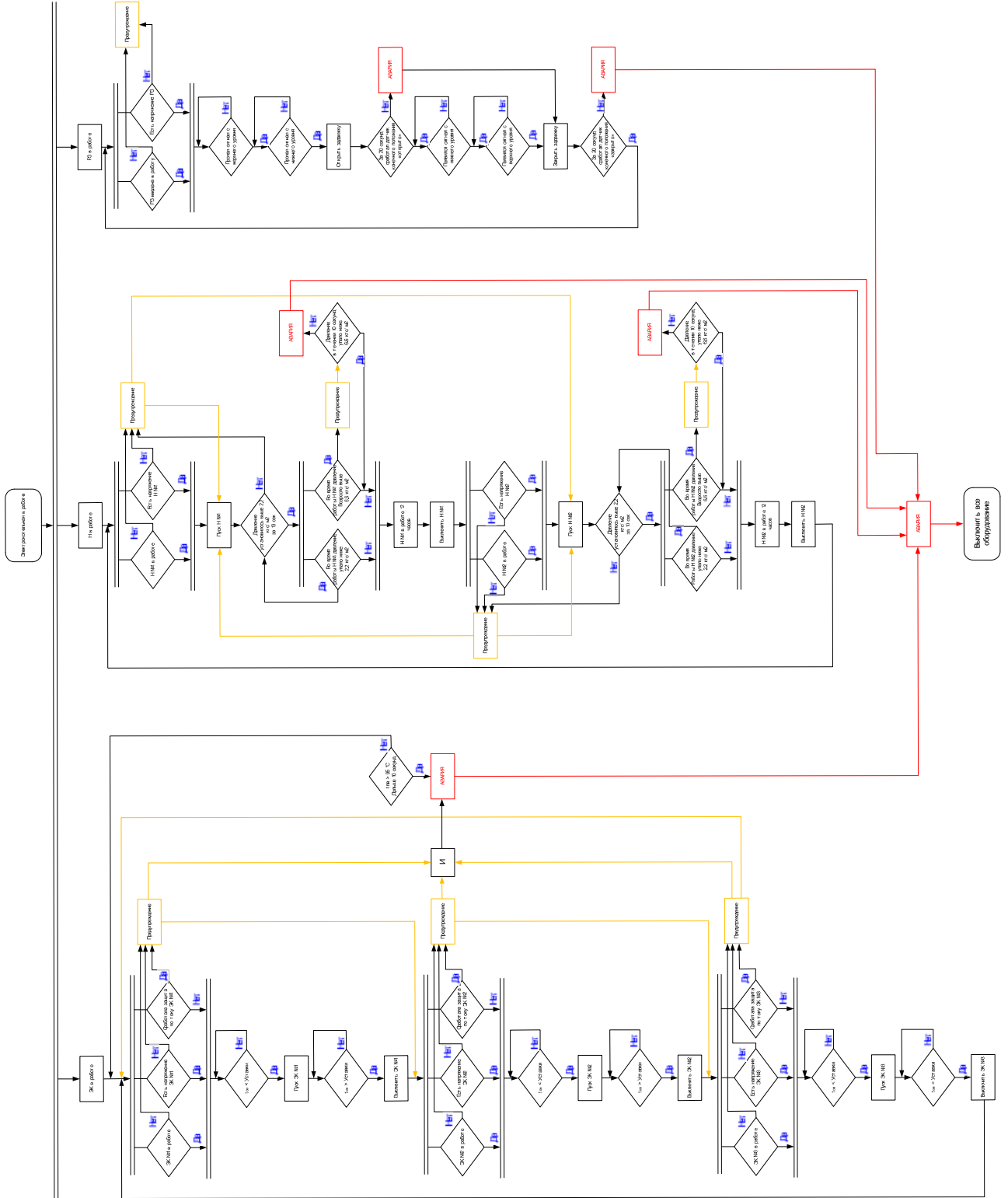
4. Амперметр



<i>Надписи в рамках</i>		
<i>Номер надписи</i>	<i>Текст надписи</i>	<i>Кол</i>
	<i>Рамка 300x60</i>	
<i>1</i>	<i>Электрокотельная АПК-2</i>	<i>1</i>
	<i>Рамка 100x40</i>	
<i>2</i>	<i>Электрокотел №1</i>	<i>1</i>
<i>3</i>	<i>Электрокотел №2</i>	<i>1</i>
<i>4</i>	<i>Электрокотел №3</i>	<i>1</i>
	<i>Рамка 66x26</i>	
<i>5, 8, 11</i>	<i>Ток фазы А</i>	<i>3</i>
<i>6, 9, 12</i>	<i>Ток фазы В</i>	<i>3</i>
<i>7, 10, 13</i>	<i>Ток фазы С</i>	<i>3</i>

<i>П/в</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол</i>	<i>Примечание</i>
		<i>Стандартные изделия</i>		
<i>1</i>		<i>Щит шкафной ЩДМ-1 1000х600х350</i>	<i>1</i>	
		<i>УХТБ.1 ОСТ 36.13-90.</i>		
		<i>Прочие изделия</i>		
<i>2</i>		<i>Рамка 300х60</i>	<i>1</i>	
<i>3</i>		<i>Рамка 100х40</i>	<i>3</i>	
<i>4</i>	<i>A7-A9</i>	<i>Амперметр</i>	<i>9</i>	
<i>5</i>	<i>KV7-KV6</i>	<i>Реле напряжения</i>	<i>6</i>	
<i>6</i>	<i>KA7-KA6</i>	<i>Реле тока</i>	<i>6</i>	
<i>7</i>	<i>KM7-KM8</i>	<i>Контактор 6033</i>	<i>3</i>	
<i>8</i>	<i>TA7-TA9</i>	<i>Трансформатор тока</i>	<i>9</i>	
<i>9</i>	<i>QF7-QF6</i>	<i>Автоматический выключатель</i>	<i>6</i>	
<i>10</i>		<i>Связка кабелей (вкл/ выкл Ни РЗ)</i>	<i>1</i>	
<i>11</i>		<i>Связка кабелей (питание Ни РЗ)</i>	<i>1</i>	
<i>12</i>		<i>Короб</i>	<i>8</i>	
<i>13</i>	<i>HL1</i>	<i>Лампа осветительная</i>	<i>1</i>	
<i>14</i>	<i>QF7</i>	<i>Выключатель</i>	<i>1</i>	
<i>15</i>	<i>XS1</i>	<i>Розетка</i>	<i>1</i>	
<i>16</i>	<i>KM7-KM7</i>	<i>Магнитный пускатель ГМ7-2100</i>	<i>4</i>	
<i>17</i>		<i>DN-рейка</i>	<i>7</i>	
<i>18</i>	<i>XT1</i>	<i>Клемная коробка</i>	<i>1</i>	
<i>19</i>		<i>Связка кабелей (вкл/ выкл ЭУ)</i>	<i>1</i>	
<i>20</i>		<i>Связка кабелей (питание ЭУ)</i>	<i>1</i>	
<i>21</i>		<i>Связка кабелей (сигналык ЩДУ)</i>	<i>1</i>	
<i>22</i>		<i>Рамка 60х26</i>	<i>9</i>	

ПРИЛОЖЕНИЕ К Алгоритмическая схема



ПРИЛОЖЕНИЕЛ

Управляющая программа

Глобальные переменные:

VAR_GLOBAL

```
ANALOG_DAV:REAL:=4;
ANALOG_TEMP_O_V:REAL:=4;
ANALOG_TEMP_NAR_V:REAL:=4;
ANALOG_TEMP_P_V:REAL:=4;
AVT_N_1:BOOL;
AVT_N_2:BOOL;
AVT_EK_1:BOOL;
AVT_EK_2:BOOL;
AVT_EK_3:BOOL;
AVT_RZ:BOOL;
VVOD_V_RAB_N_1:BOOL;
VVOD_V_RAB_N_2:BOOL;
VVOD_V_RAB_EK_1:BOOL;
VVOD_V_RAB_EK_2:BOOL;
VVOD_V_RAB_EK_3:BOOL;
VVOD_V_RAB_RZ:BOOL;
VVOD_EK:BOOL;
VVOD_V_REM_N_1:BOOL;
VVOD_V_REM_N_2:BOOL;
VVOD_V_REM_EK_1:BOOL;
VVOD_V_REM_EK_2:BOOL;
VVOD_V_REM_EK_3:BOOL;
VVOD_V_REM_RZ:BOOL;
VIVOD_V_RAB_N_1:BOOL;
VIVOD_V_RAB_N_2:BOOL;
VIVOD_V_RAB_EK_1:BOOL;
```


VIVOD_V_RAB_EK_2:BOOL;
VIVOD_V_RAB_EK_3:BOOL;
VIVOD_V_RAB_RZ:BOOL;
VIVOD_EK:BOOL;
VIVOD_V_REM_N_1:BOOL;
VIVOD_V_REM_N_2:BOOL;
VIVOD_V_REM_EK_1:BOOL;
VIVOD_V_REM_EK_2:BOOL;
VIVOD_V_REM_EK_3:BOOL;
VIVOD_V_REM_RZ:BOOL;
U_N_1:BOOL;
U_N_2:BOOL;
U_EK_1:BOOL;
U_EK_2:BOOL;
U_EK_3:BOOL;
U_RZ:BOOL;
I_EK_1:BOOL;
I_EK_2:BOOL;
I_EK_3:BOOL;
P_N_1:BOOL;
P_N_2:BOOL;
P_EK_1:BOOL;
P_EK_2:BOOL;
P_EK_3:BOOL;
P_RZ_OTKR:BOOL;
P_RZ_ZAKR:BOOL;
EK:BOOL;
OTKL_EK:BOOL;
OTKR: BOOL;
TEMP_O_V_PLUS:BOOL:=FALSE;

TEMP_O_V_MINUS:BOOL:=FALSE;
TEMP_NAR_V_PLUS:BOOL:=FALSE;
TEMP_NAR_V_MINUS:BOOL:=FALSE;
TEMP_P_V_PLUS:BOOL:=FALSE;
TEMP_P_V_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_P_V_VISOK:BOOL:=FALSE;
SQ_RZ_OTKR:BOOL;
SQ_RZ_ZAKR:BOOL;
DOWN_LEVEL:BOOL;
UP_LEVEL:BOOL;
DAV:REAL;
TEMP_O_V:REAL;
TEMP_NAR_V:REAL;
TEMP_P_V:REAL;
USTAV:REAL:=5;
TEMP_Z:REAL;
USTAV_1:REAL;
VIKL_NAS:BOOL;
VIS_TEMP_P_V:BOOL;
PRED_N_U_EK_1:BOOL;
PRED_N_U_EK_2:BOOL;
PRED_N_U_EK_3:BOOL;
PRED_N_U_N_1:BOOL;
PRED_N_U_N_2:BOOL;

PRED_N_U_RZ:BOOL;
PRED_N_AVT_EK_1:BOOL;
PRED_N_AVT_EK_2:BOOL;
PRED_N_AVT_EK_3:BOOL;
PRED_N_AVT_N_1:BOOL;
PRED_N_AVT_N_2:BOOL;
PRED_N_AVT_RZ:BOOL;
PRED_N_I_EK_1:BOOL;
PRED_N_I_EK_2:BOOL;
PRED_N_I_EK_3:BOOL;
PRED_DOWN_DAV:BOOL;
PRED_UP_DAV:BOOL;
PRED_RZ_N_OTKR:BOOL;
PRED_EK_1_V_REM:BOOL;
PRED_EK_2_V_REM:BOOL;
PRED_EK_3_V_REM:BOOL;
PRED_N_1_V_REM:BOOL;
PRED_N_2_V_REM:BOOL;
PRED_RZ_V_REM: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_RZ_N_ZAKR:BOOL;
ALARM:BOOL;

END_VAR

Программа на ST

```

IF VVOD_EK=FALSE THEN
VIVOD_EK:=TRUE;
ELSIF VVOD_EK=TRUE THEN
VIVOD_EK:=FALSE;
END_IF
IF VVOD_V_RAB_EK_1=FALSE THEN
VIVOD_V_RAB_EK_1:=TRUE;
ELSIF VVOD_V_RAB_EK_1=TRUE THEN
VIVOD_V_RAB_EK_1:=FALSE;
END_IF
IF VVOD_V_RAB_EK_2=FALSE THEN
VIVOD_V_RAB_EK_2:=TRUE;
ELSIF VVOD_V_RAB_EK_2=TRUE THEN
VIVOD_V_RAB_EK_2:=FALSE;
END_IF
IF VVOD_V_RAB_EK_3=FALSE THEN
VIVOD_V_RAB_EK_3:=TRUE;
ELSIF VVOD_V_RAB_EK_3=TRUE THEN
VIVOD_V_RAB_EK_3:=FALSE;
END_IF
IF VVOD_V_RAB_N_1=FALSE THEN
VIVOD_V_RAB_N_1:=TRUE;
ELSIF VVOD_V_RAB_N_1=TRUE THEN
VIVOD_V_RAB_N_1:=FALSE;
END_IF
IF VVOD_V_RAB_N_2=FALSE THEN
VIVOD_V_RAB_N_2:=TRUE;
ELSIF VVOD_V_RAB_N_2=TRUE THEN
VIVOD_V_RAB_N_2:=FALSE;
END_IF

```

```

IF VVOD_V_RAB_RZ=FALSE THEN
VIVOD_V_RAB_RZ:=TRUE;
ELSIF VVOD_V_RAB_RZ=TRUE THEN
VIVOD_V_RAB_RZ:=FALSE;
IF VVOD_V_REM_EK_1=FALSE THEN
VIVOD_V_REM_EK_1:=TRUE;
ELSIF VVOD_V_REM_EK_1=TRUE THEN
VIVOD_V_REM_EK_1:=FALSE;
END_IF
IF VVOD_V_REM_EK_2=FALSE THEN
VIVOD_V_REM_EK_2:=TRUE;
ELSIF VVOD_V_REM_EK_2=TRUE THEN
VIVOD_V_REM_EK_2:=FALSE;
END_IF
IF VVOD_V_REM_EK_3=FALSE THEN
VIVOD_V_REM_EK_3:=TRUE;
ELSIF VVOD_V_REM_EK_3=TRUE THEN
VIVOD_V_REM_EK_3:=FALSE;
END_IF
IF VVOD_V_REM_N_1=FALSE THEN
VIVOD_V_REM_N_1:=TRUE;
ELSIF VVOD_V_REM_N_1=TRUE THEN
VIVOD_V_REM_N_1:=FALSE;
END_IF
IF VVOD_V_REM_N_2=FALSE THEN
VIVOD_V_REM_N_2:=TRUE;
ELSIF VVOD_V_REM_N_2=TRUE THEN
VIVOD_V_REM_N_2:=FALSE;
END_IF
IF VVOD_V_REM_RZ=FALSE THEN

```

```

VIVOD_V_REM_RZ:=TRUE;
ELSIF VVOD_V_REM_RZ=TRUE THEN
VIVOD_V_REM_RZ:=FALSE;
END_IF
END_IF
IF DAV_PLUS=TRUE THEN
DAV:=DAV+0.1;
ELSIF DAV_MINUS=TRUE THEN
DAV:=DAV-0.1;
END_IF
IF TEMP_P_V>97 THEN
VIS_TEMP_P_V:=TRUE;
END_IF
IF TEMP_P_V<97 THEN
VIS_TEMP_P_V:=FALSE;
END_IF
IF DAV<2.2 THEN
DOWN_DAV:=TRUE;
END_IF
IF DAV>2.2 THEN
DOWN_DAV:=FALSE;
END_IF
IF DAV>6.6 THEN
UP_DAV:=TRUE;
END_IF
IF DAV<6.6 THEN
UP_DAV:=FALSE;
END_IF
TEMP_NAR_V:=(ANALOG_TEMP_NAR_V-10.6235)*9.05879;
TEMP_O_V:=(ANALOG_TEMP_O_V-8)*12.5;

```

```

TEMP_P_V:=(ANALOG_TEMP_P_V-8)*12.5;
DAV:=(ANALOG_DAV-4)*0.625;
IF TEMP_O_V<TEMP_Z-USTAV THEN
EK:=TRUE;
ELSIF TEMP_O_V>=TEMP_Z THEN
EK:=FALSE;
END_IF
USTAV_1:=TEMP_Z-USTAV;
IF USTAV_PLUS=TRUE THEN
USTAV:=USTAV+1;
ELSIF USTAV_MINUS=TRUE THEN
USTAV:=USTAV-1;
END_IF
IF TEMP_NAR_V_PLUS=TRUE THEN
TEMP_NAR_V:=TEMP_NAR_V+1;
ELSIF TEMP_NAR_V_MINUS=TRUE THEN
TEMP_NAR_V:=TEMP_NAR_V-1;
END_IF
IF TEMP_O_V_PLUS=TRUE THEN
TEMP_O_V:=TEMP_O_V+1;
ELSIF TEMP_O_V_MINUS=TRUE THEN
TEMP_O_V:=TEMP_O_V-1;
END_IF
IF TEMP_P_V_PLUS=TRUE THEN
TEMP_P_V:=TEMP_P_V+1;
ELSIF TEMP_P_V_MINUS=TRUE THEN
TEMP_P_V:=TEMP_P_V-1;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=8 THEN
TEMP_Z:=34;

```

```
END_IF
IF TEMP_NAR_V=7 THEN
TEMP_Z:=35;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=6 THEN
TEMP_Z:=36;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=5 THEN
TEMP_Z:=37;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=4 THEN
TEMP_Z:=38;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=3 THEN
TEMP_Z:=39;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=2 THEN
TEMP_Z:=39;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=1 THEN
TEMP_Z:=40;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=0 THEN
TEMP_Z:=41;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-1 THEN
TEMP_Z:=42;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-2 THEN
TEMP_Z:=43;
```



```
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-3 THEN
TEMP_Z:=43;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-4 THEN
TEMP_Z:=44;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-5 THEN
TEMP_Z:=45;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-6 THEN
TEMP_Z:=46;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-7 THEN
TEMP_Z:=47;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-8 THEN
TEMP_Z:=48;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-9 THEN
TEMP_Z:=48;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-10 THEN
TEMP_Z:=49;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-11 THEN
TEMP_Z:=50;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-12 THEN
TEMP_Z:=50;
```

```
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-13 THEN
TEMP_Z:=51;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-14 THEN
TEMP_Z:=52;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-15 THEN
TEMP_Z:=53;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-16 THEN
TEMP_Z:=53;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-17 THEN
TEMP_Z:=54;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-18 THEN
TEMP_Z:=55;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-19 THEN
TEMP_Z:=56;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-20 THEN
TEMP_Z:=56;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-21 THEN
TEMP_Z:=57;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-22 THEN
TEMP_Z:=58;
```

```
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-23 THEN
TEMP_Z:=58;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-24 THEN
TEMP_Z:=59;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-25 THEN
TEMP_Z:=60;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-26 THEN
TEMP_Z:=60;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-27 THEN
TEMP_Z:=61;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-28 THEN
TEMP_Z:=61;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-29 THEN
TEMP_Z:=62;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-30 THEN
TEMP_Z:=63;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-31 THEN
TEMP_Z:=63;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-32 THEN
TEMP_Z:=64;
```

```
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-33 THEN
TEMP_Z:=65;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-34 THEN
TEMP_Z:=65;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-35 THEN
TEMP_Z:=66;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-36 THEN
TEMP_Z:=67;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-37 THEN
TEMP_Z:=68;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-38 THEN
TEMP_Z:=68;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-39 THEN
TEMP_Z:=69;
END_IF
IF TEMP_NAR_V=-40 THEN
TEMP_Z:=69;
END_IF
IF TEMP_NAR_V>=-41 THEN
TEMP_Z:=70;
END_IF
UP;
```

ПрограммaLD:

PROGRAM UP

VAR

G: BOOL;

TIMER1: TON;

PEREKL: BOOL;

TIMER2: TON;

DVA_NAS: BOOL;

TIMER3: TON;

RAB_REGIM: BOOL;

TIMER4: TON;

TIMER5: TON;

TIMER6: TON;

TIMER7: TON;

TIMER8: TON;

trig: R_TRIG;

H:PEREKL;

TIMER9: TON;

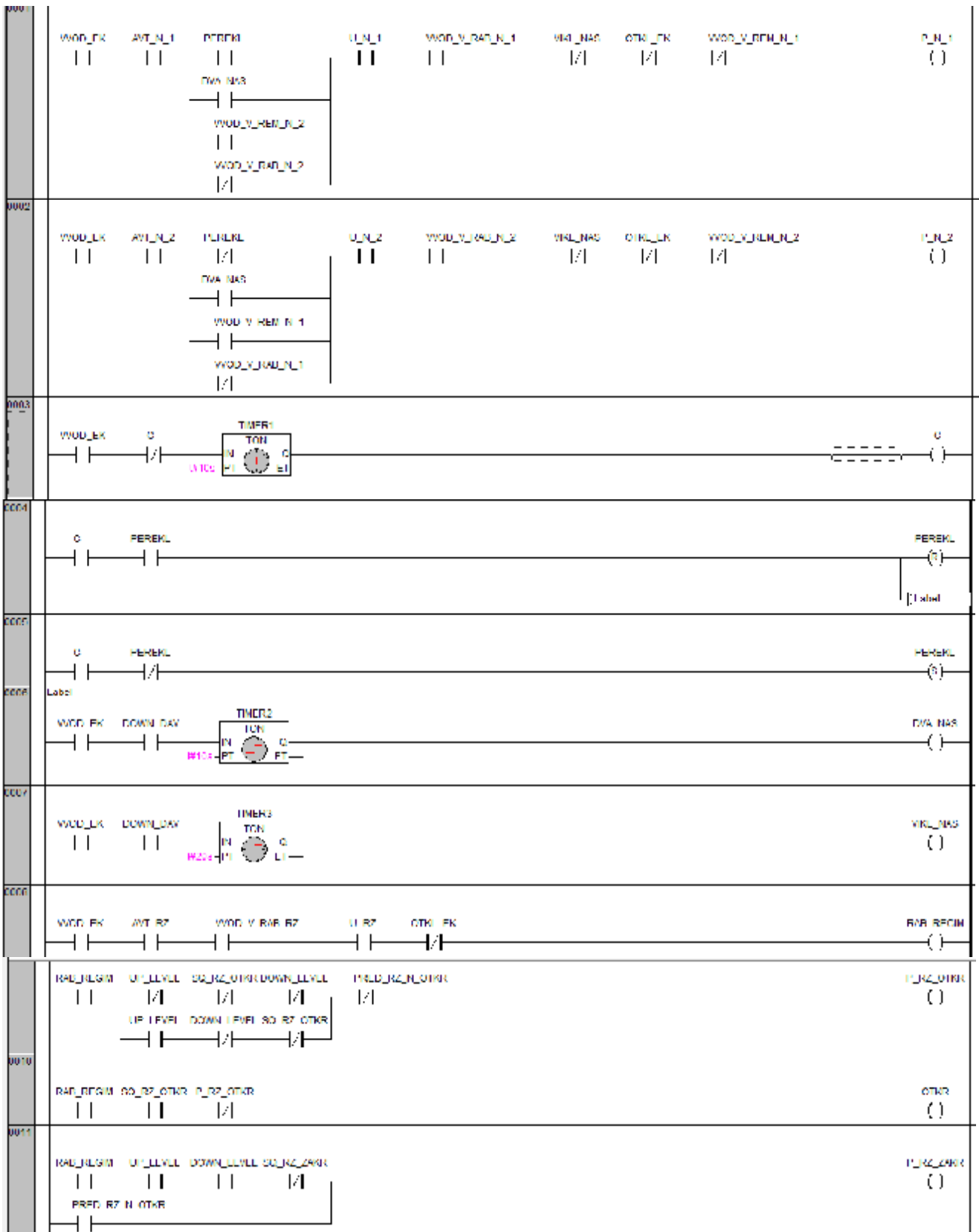
TIMER10: TON;

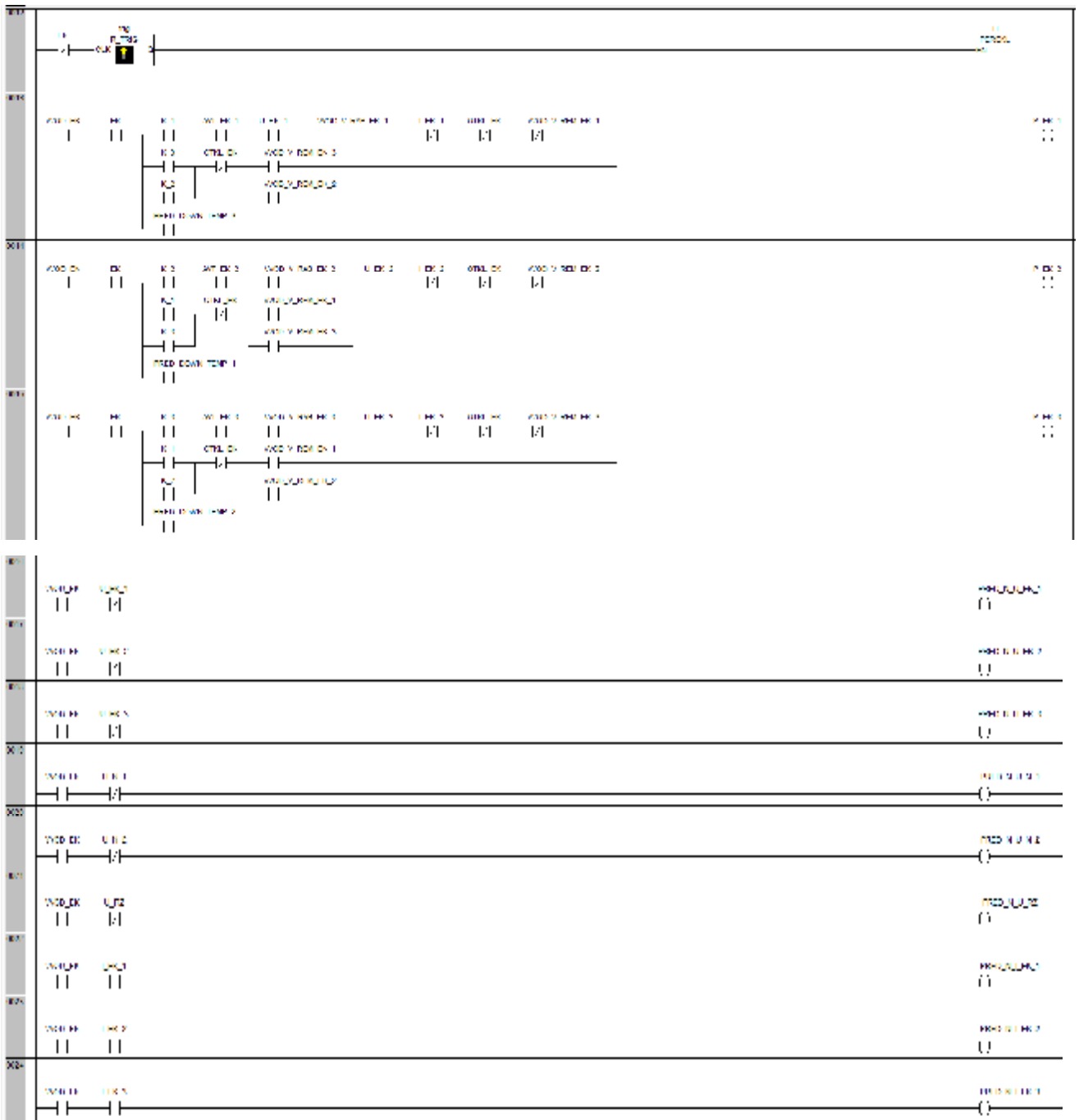
TIMER11: TON;

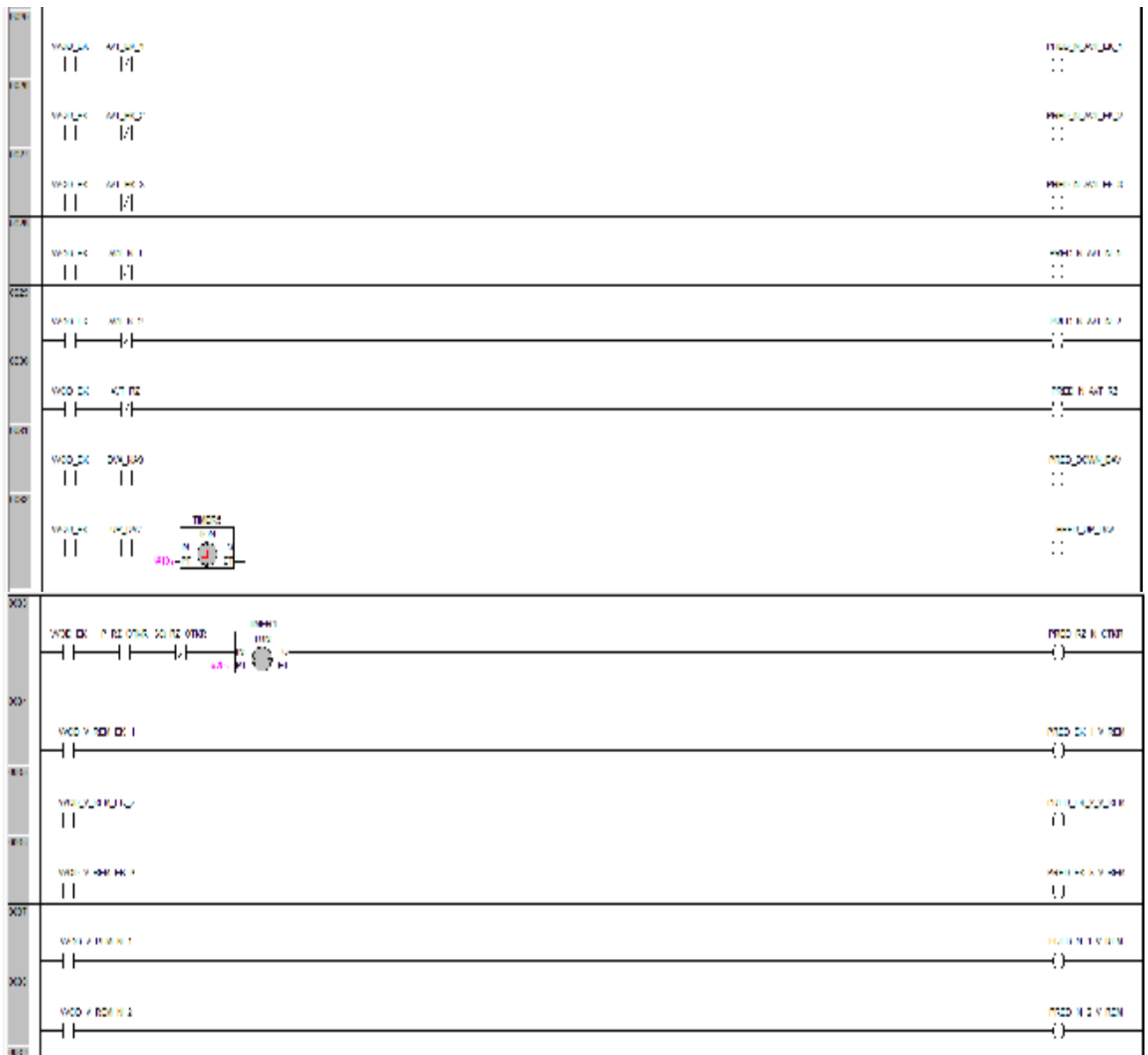
TIMER12: TON;

TIMER13: TON;

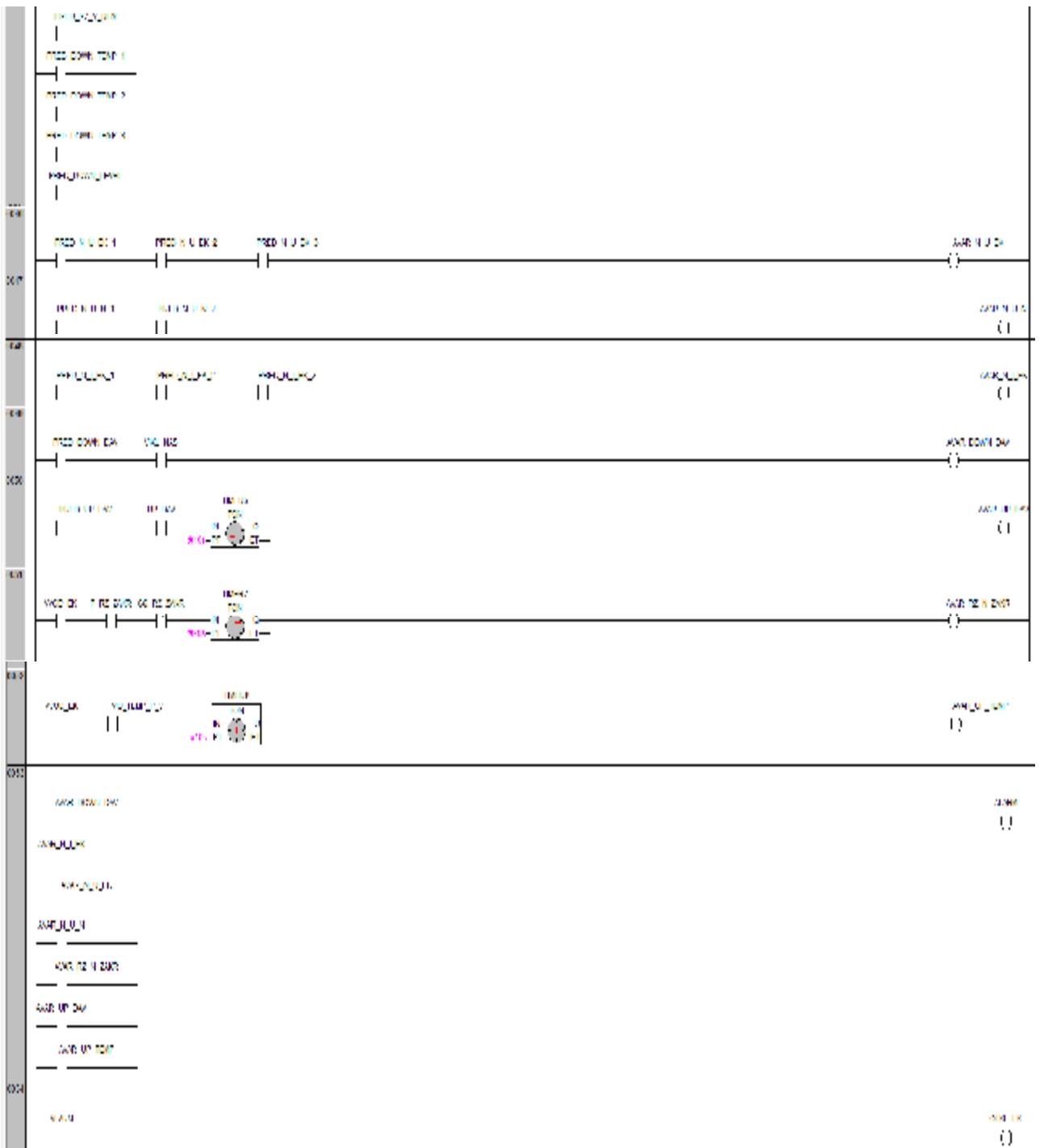
END_VAR

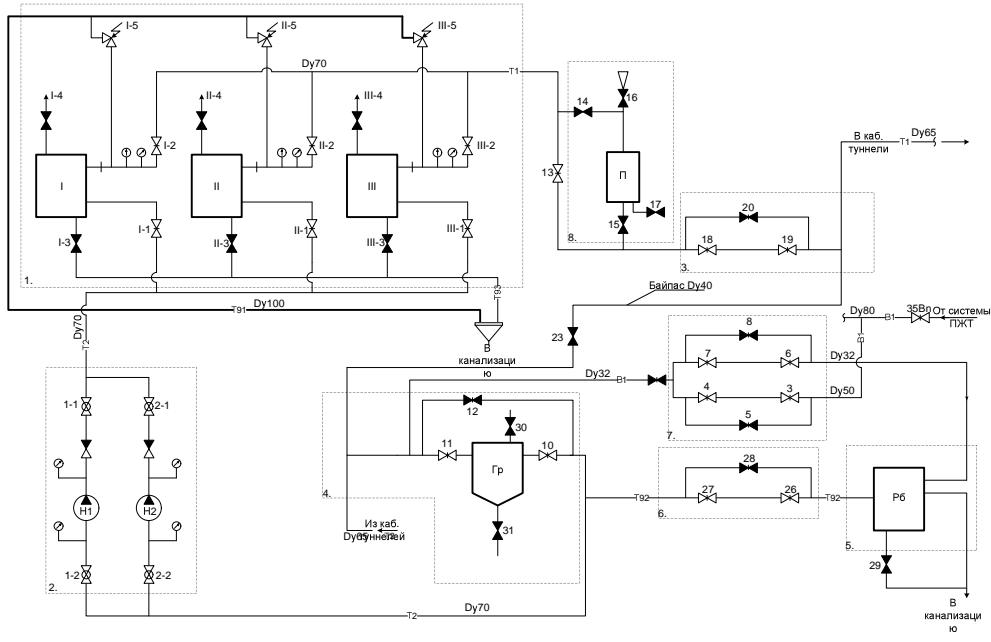






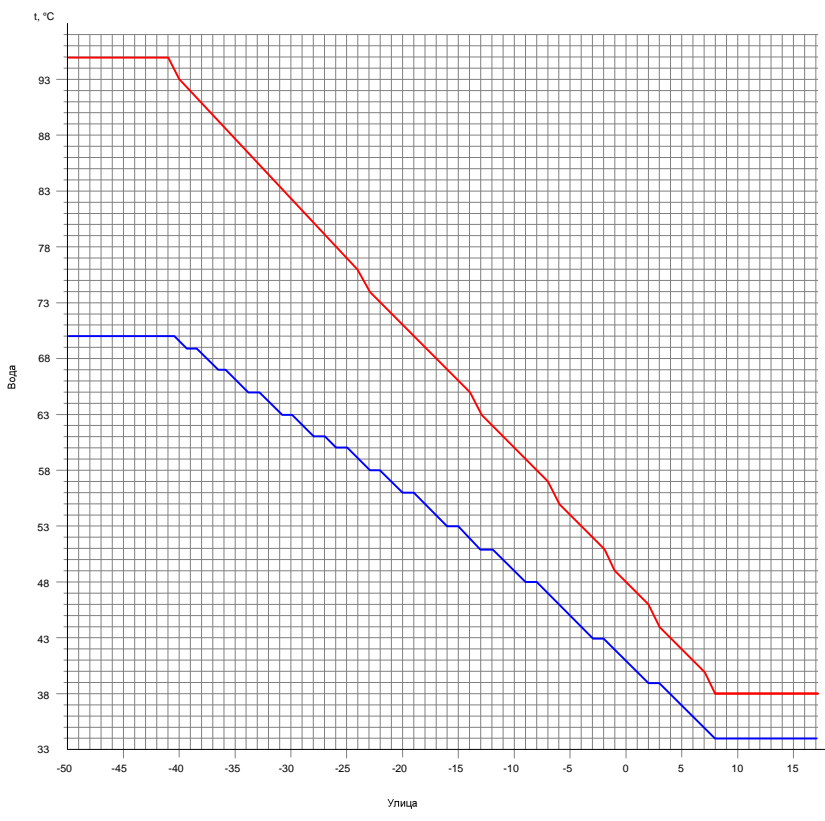
140		
141		
142		
143		
144		
145		
146		
147		
148		
149		
150		
151		
152		
153		
154		
155		
156		
157		
158		
159		
160		





- Условные обозначения
- Электродвигатель
 - ⊗ Шаровый кран
 - ⊗ Задвижка
 - ⊗ Вентиль
 - ▶ Обратный клапан
 - ⊙ Термометр
 - ⊙ Манометр
 - ⊗ Предохранительный клапан
 - ⊙ Насос
 - РБ Расширительный бак с поплавковым клапаном
 - Гр - Грязевик
 - Емкость подщелачивания

				ВКР.124116.15.03.04.СХ	
Исполн.	Денисов	Подп.	Дет.	Технологическая схема ЭК АПК-2 «Зейской» ГЭС	
Разраб.	Денисов	Д.И.			
Проект.	Денисов			Лист 1	Листов 13
И.Конт.	Бордух			АМГУ 241-об	
Удв.	Рыбкин				



				ВКР.124116.15.03.04.ВО	
Исполн.	Денисов	Подп.	Дет.	Температурный график отопления 95/70	
Разраб.	Денисов	Д.И.			
Проект.	Денисов			Лист 2	Листов 13
И.Конт.	Бордух			АМГУ 241-об	
Удв.	Рыбкин				

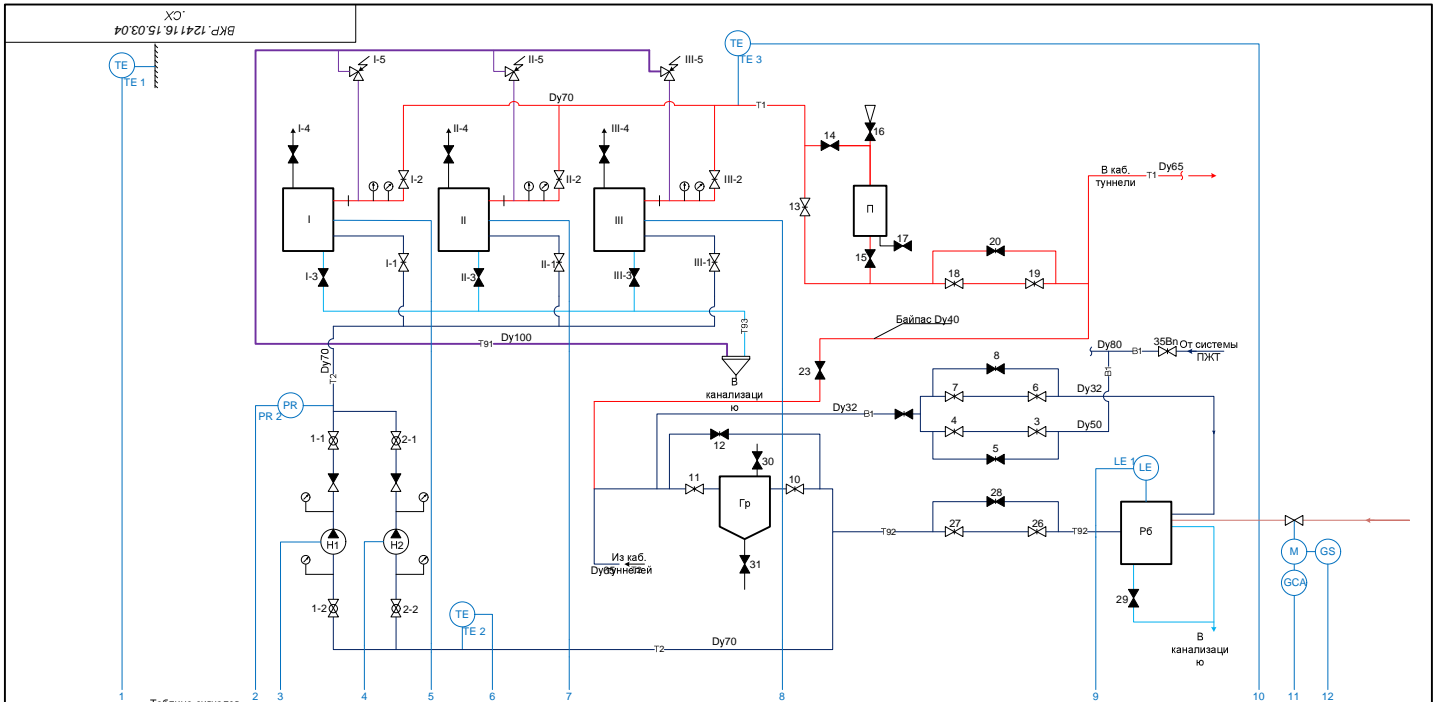
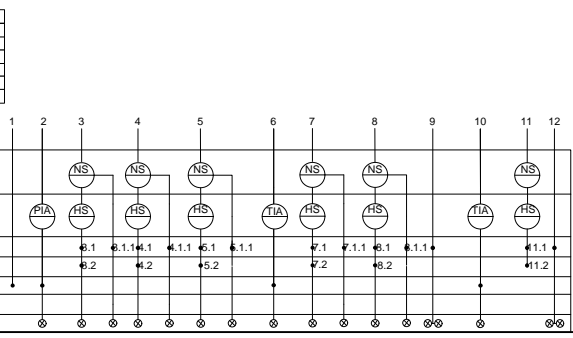


Таблица сигналов

№	Описание сигналов контроля и управления
1	Сигналы
2	Температура наружного воздуха
3	Давление насосов отопления
3.1	Циркуляционный насос Н1
3.1.1	Насос 1 включен
3.2	Циркуляционный насос Н2
3.2.1	Насос 2 включен
4	Циркуляционный насос Н3
4.1	Насос 3 включен
4.1.1	Насос 3 включен
5	Электрический котел 1
5.1	Электродвигатель 1 включен
5.2	Электродвигатель 2 включен
6	Электрический котел 2
6.1	Электродвигатель 1 включен
6.2	Электродвигатель 2 включен
7	Электрический котел 3
7.1	Электродвигатель 1 включен
7.2	Электродвигатель 2 включен
8	Электрический котел 4
8.1	Электродвигатель 1 включен
8.2	Электродвигатель 2 включен
9	Уровень воды в РБ
10	Температура обратного
11	Реверсивная задвижка
11.1	Задвижка включена
11.2	Задвижка выключена
12	Концевые выключатели



Условные обозначения

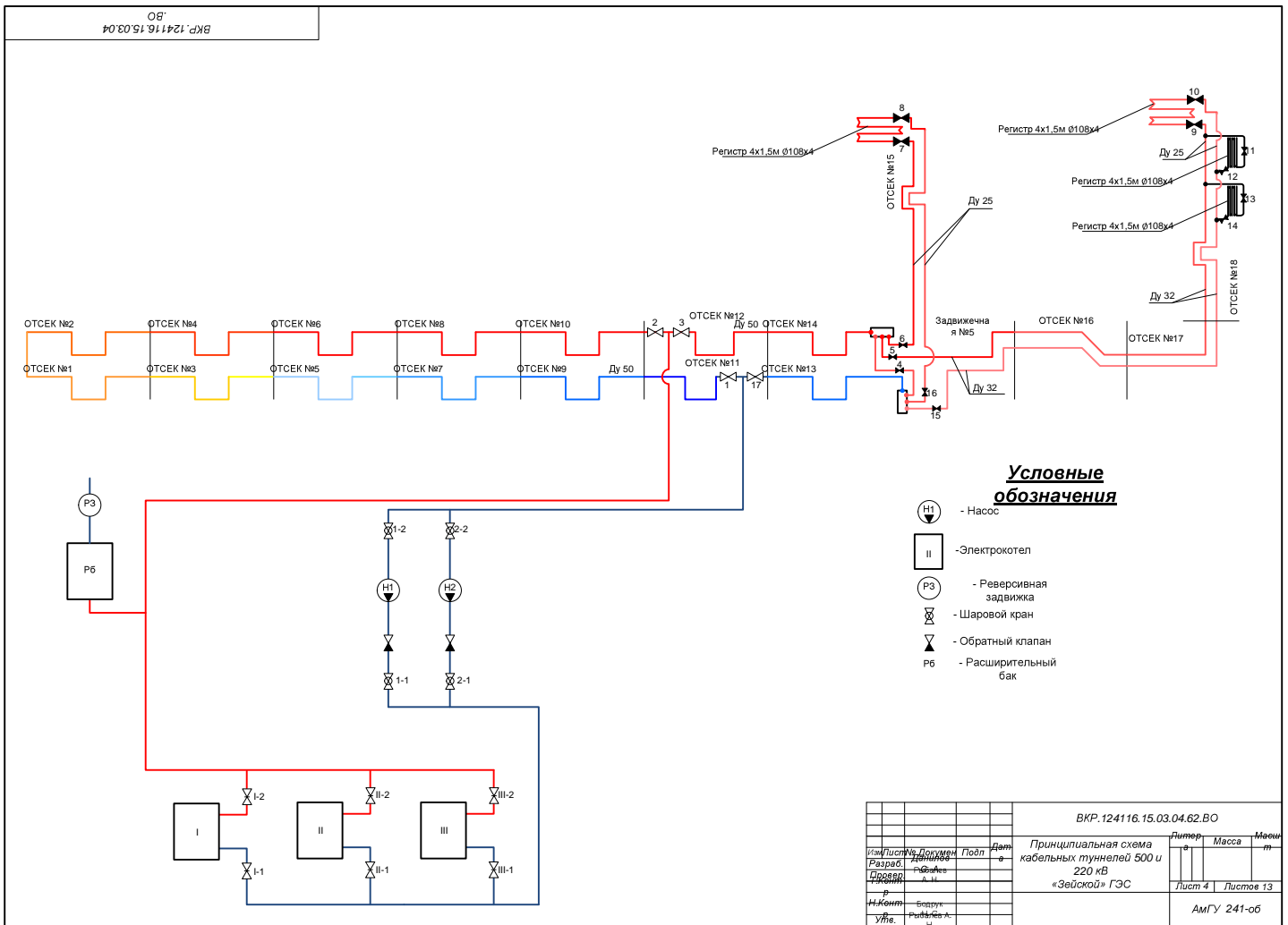
- Электродвигатель
- Предохранительный клапан
- Кран шаровый
- Задвижка
- Вентиль
- Обратный клапан
- Термометр
- Манометр
- Насос
- Расширительный бак с поплавковым клапаном
- Гр - Грязевик
- Емкость подщелачивания

ВКР.124116.15.03.04.СХ

Функциональная схема автоматизации ЭК АПК-2 «Зейской» ГЭС

Лист	Масса	Масштаб
Лист 3		Листов 13

АМГУ 241-об



Условные обозначения

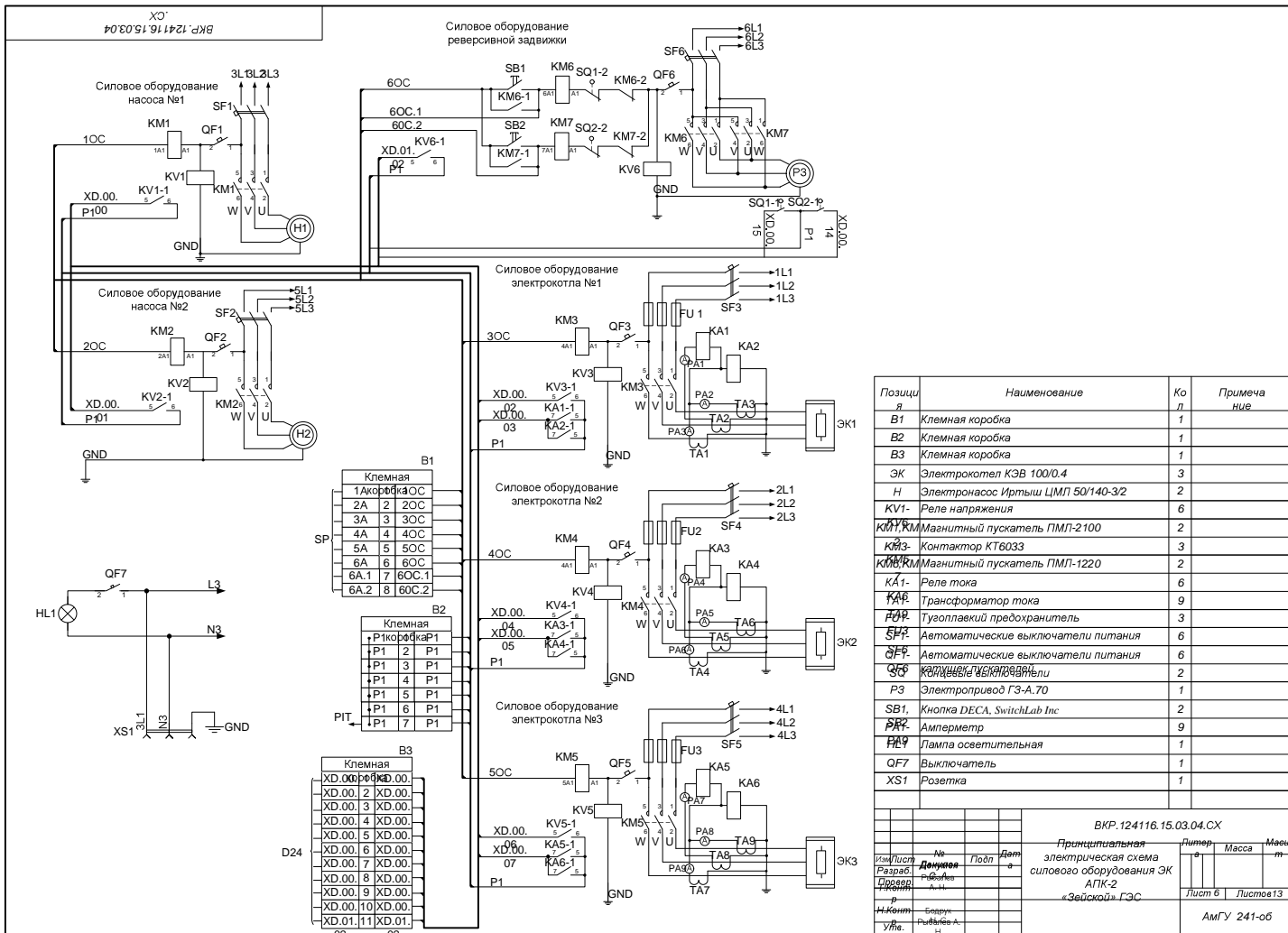
- Насос
- Электродвигатель
- Реверсивная задвижка
- Шаровый кран
- Обратный клапан
- Расширительный бак

ВКР.124116.15.03.04.62.В0

Принципиальная схема кабельных туннелей 500 и 220 кВ «Зейской» ГЭС

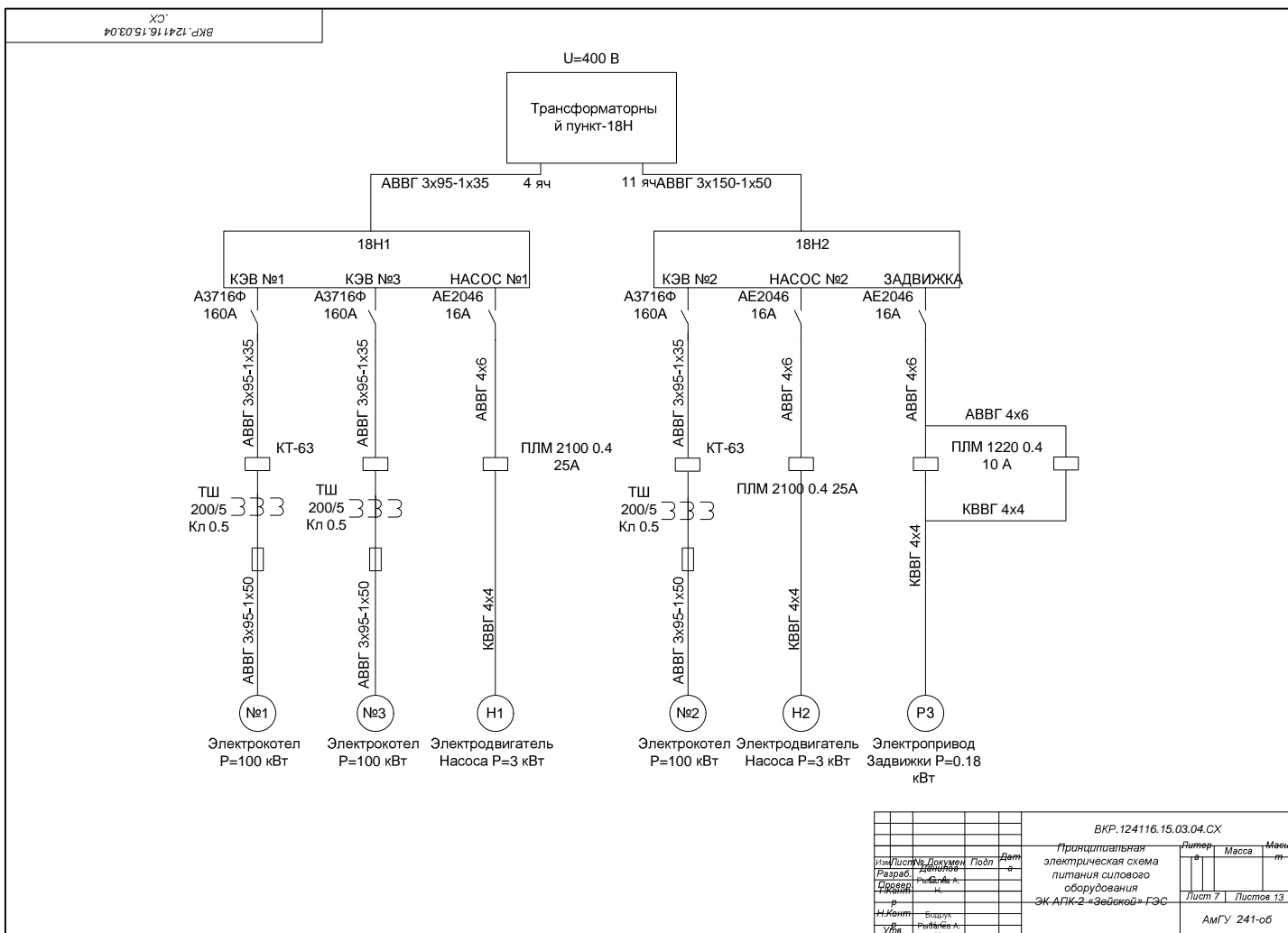
Лист	Масса	Масштаб
Лист 4		Листов 13

АМГУ 241-об



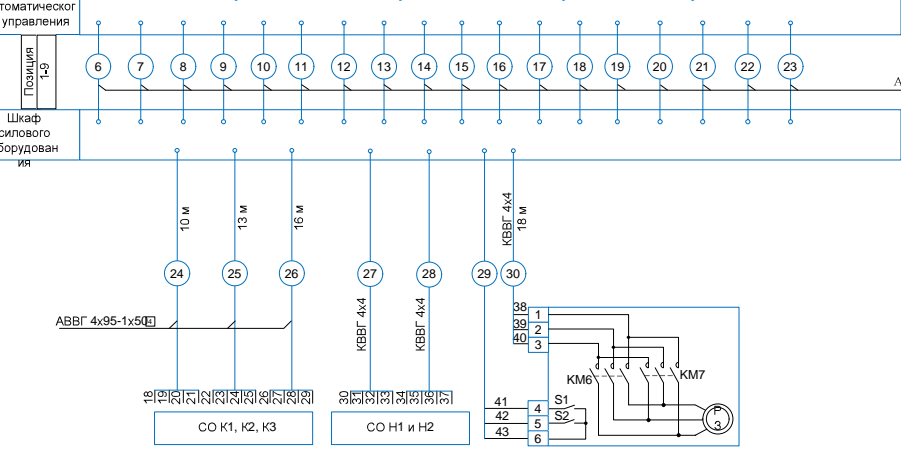
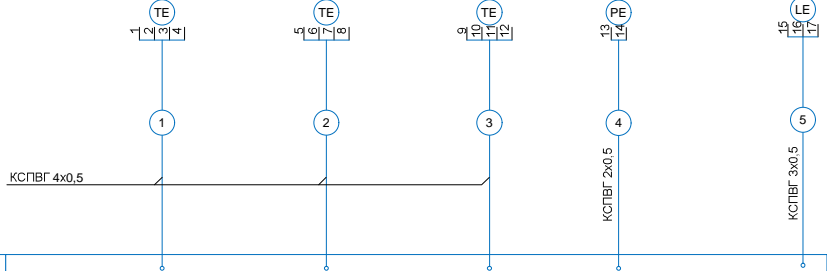
Позиция	Наименование	Кол-во	Примечание
B1	Клемная коробка	1	
B2	Клемная коробка	1	
B3	Клемная коробка	1	
ЭК	Электротел КЭВ 100/0,4	3	
Н	Электронасос Иртыш ЦМП 50/140-3/2	2	
KV1	Реле напряжения	6	
KM1, KM2	Магнитный пускатель ПМЛ-2100	2	
KM3	Контактор КТ6033	3	
KM4, KM5	Магнитный пускатель ПМЛ-1220	2	
KA1	Реле тока	6	
TR	Трансформатор тока	9	
PA	Теплоустойчивый предохранитель	3	
SF	Автоматические выключатели питания	6	
QF	Автоматические выключатели питания	6	
QF6	Классический выключатель	2	
P3	Электропривод ГЗ-А.70	1	
SB1	Кнопка DECA, SwitchLab Inc	2	
PA2	Амперметр	9	
HL	Лампа осветительная	1	
QF7	Выключатель	1	
XS1	Розетка	1	

		ВКР.124116.15.03.04.СХ			
Исполнитель	№ документа	Подпись	Дата	Принципиальная электрическая схема питания силового оборудования ЭК АПК-2 «Зайский» ГЭС Лист 6 Листов 13	
					Разработчик
Утвержденный	Удостоверенный				
		И.И. Кондратов	В.В. Ефремов		А.А. Рыбин
					АМГУ 241-06



		ВКР.124116.15.03.04.СХ			
Исполнитель	№ документа	Подпись	Дата	Принципиальная электрическая схема питания силового оборудования ЭК АПК-2 «Зайский» ГЭС Лист 7 Листов 13	
					Разработчик
Утвержденный	Удостоверенный				
		И.И. Кондратов	В.В. Ефремов		А.А. Рыбин
					АМГУ 241-06

Наименование параметра и место отбора импульса	Температура			Давление	Уровень
	Улица	Трубопровод прямой воды	Трубопровод обратной воды	Трубопровод обратной воды (После насосов)	Расширительный бак
Позиция	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5

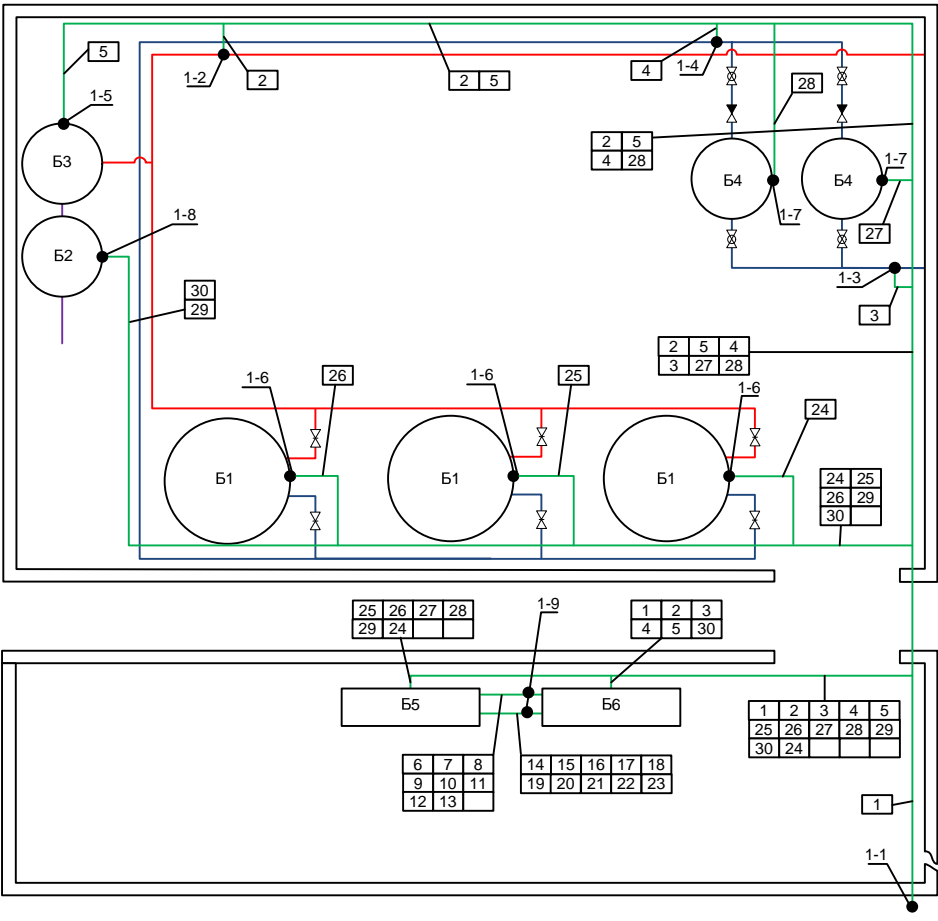


Позиция	1-6	1-7	1-8
Наименование параметра и место отбора импульса	Электроды K1, K2, K3	Насосы Н1 и Н2	Задвижка
Управление электросиловым оборудованием			

Кабель	Откуда	Направление	Куда	Направление по плану	Марка	Кабель	Длина, м
1	1-1	ЩАУ					
2	1-2	ЩАУ					
3	1-3	ЩАУ					
4	1-4	ЩАУ					
5	1-5	ЩАУ					
6-13	ЩАУ	ЩСО					
14-23	ЩСО	ЩАУ					
24	ЩСО	1-6					
25	ЩСО	1-6					
26	ЩСО	1-6					
27	ЩСО	1-7					
28	ЩСО	1-7					
29	ЩСО	1-8					
30	1-8	ЩАУ					

ВКР.124116.15.03.04.СХ

Исполнитель	Должность	Подпись	Дата	Листер	Масса	Масштаб
Разработчик	Проверен	Утвержден		Лист 8	Листов 13	

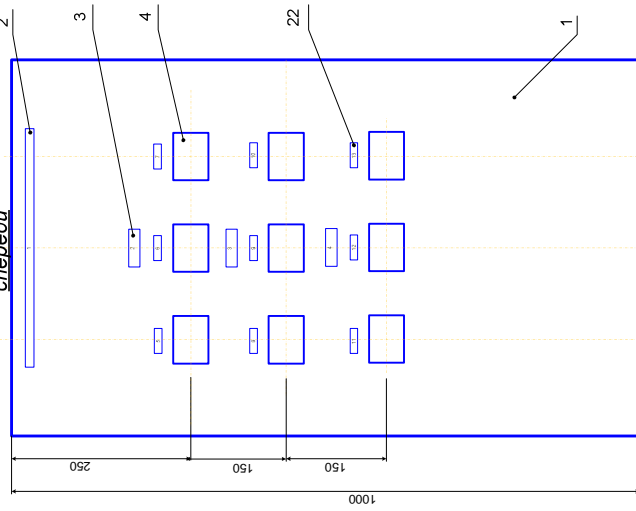


Позиция	Экспликация оборудования	Кол	Примечание
Б1	Электродный водонагревательный котел КЭВ 100/	3	
Б2	Реверсивная задвижка	1	
Б3	Расширительный бак	1	
Б4	Насос Иртыш ЦМЛ 50/140-3/2	2	
Б5	Щит силового оборудования	1	
Б6	Щит автоматического управления	1	

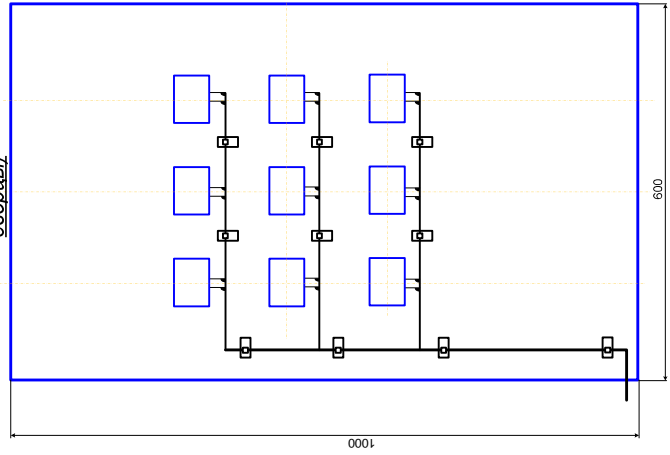
ВКР.124116.15.03.04.Пл

Исполнитель	Должность	Подпись	Дата	Листер	Масса	Масштаб
Разработчик	Проверен	Утвержден		Лист 9	Листов 13	

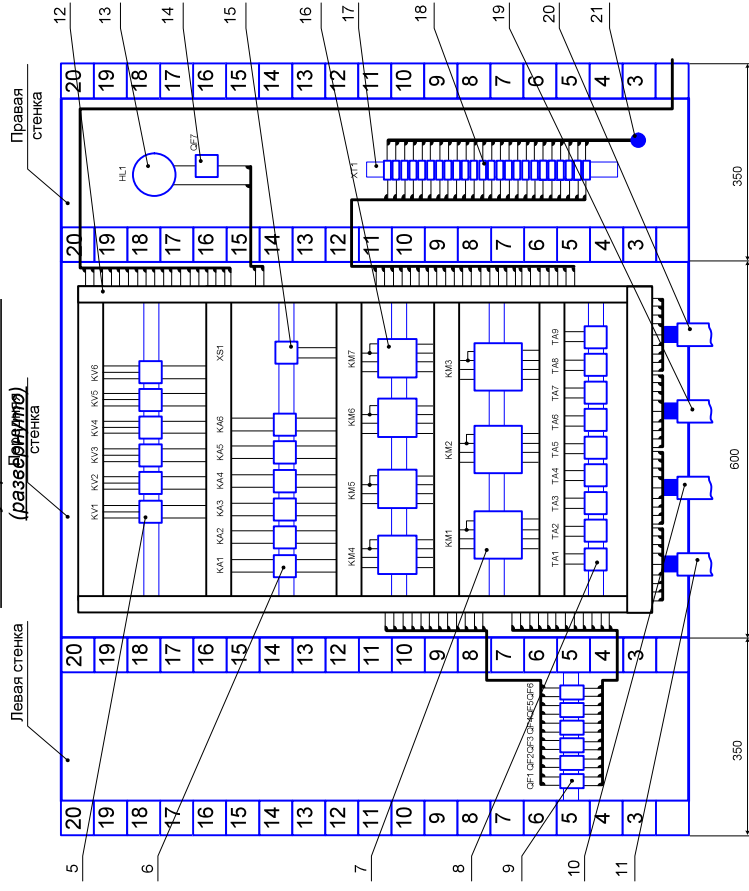
Вид спереди



Вид сзади (задняя сторона обсерцы)



Вид на внутреннюю плоскость (развернуто)



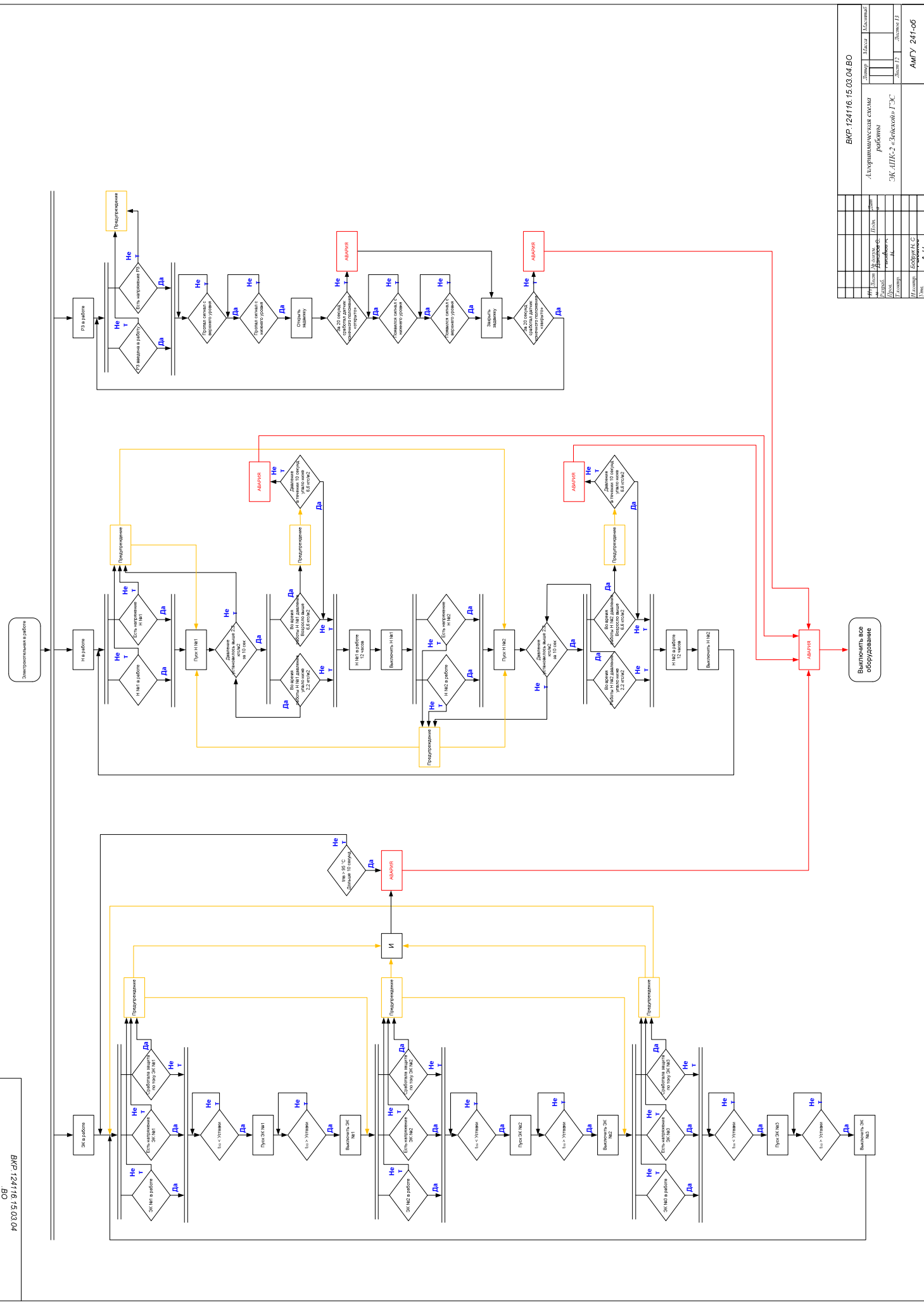
Размеры вырезов в щите

4. Амперметр



Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		Стандартные изделия		
1		Шит шкафов ШШМ-1	1	
		УФУФУФУФУФУФУФУФУФУ		
		Дюше изделия		
2		Рама 300x60	1	
3		Рама 100x40	3	
4	A1-A9	Амперметр	9	
5	KV1-KV6	Реле напряжения	6	
6	KAT-KM6	Реле тока	6	
7	KMT-KM3	Контактор 6033	3	
8	TA1-TA9	Трансформатор тока	9	
9	OF1-OF6	Автоматический выключатель	6	
10		Связка кабелей (вкл./выкл. H и 0)	1	
11		Связка кабелей (Питание H и 0)	1	
12		Кабель	8	
13	HL1	Лампа осветительная	1	
14	OF7	Выключатель	1	
15	XST	Розетка	1	
16	KMA-KM7	Механический пускатель ПМП-	4	
17		ЭМ-рейка	7	
18	XТ1	Клемная коробка	1	
19		Связка кабелей (вкл./выкл. ЭК)	1	
20		Связка кабелей (Питание ЭК)	1	
21		Связка кабелей (сигналы к ЦАУ)	1	
22		Рама 66x26	9	
ВКР-124116.15.03.04				
ГЧ				
Итого	Установки	Установка аппаратов и сборки шкафов	Длина	Масса
	Установки	Установка аппаратов и сборки шкафов	Длина	Масса
	Установки	Установка аппаратов и сборки шкафов	Длина	Масса
	Установки	Установка аппаратов и сборки шкафов	Длина	Масса
	Установки	Установка аппаратов и сборки шкафов	Длина	Масса
АМГУ 241-06				

Номер надписи	Текст надписи	Кол.
1	Рама 300x60	1
	Электроклемная АК-2	
2	Рама 100x40	1
3	Электроклем №1	1
4	Электроклем №2	1
	Электроклем №3	1
	Рама 66x26	
5, 8, 11	Ток фазы А	3
6, 9, 12	Ток фазы В	3
7, 10, 13	Ток фазы С	3



БКР 124116.15.03.04 ВО		Лист	Класс	Исполнитель
Исполнитель	Утвержден	Дата	Страница	Из всего
Алгоритмическая схема работы	Эк. ШКС-2	Экспертный ГЭС	Листы 2, 3	Листов 3
АМГУ 241-06				

