

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Высшая школа электроники и компьютерных наук  
Кафедра «Автоматика и управление»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_ / Л.С. Казаринов.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
ГОРОДСКОЙ КОТЕЛЬНОЙ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ – 270304.2020.199 ПЗ ВКР

Руководитель проекта

старший преподаватель

\_\_\_\_\_ / Е.А.Канашев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Автор проекта

студент группы КЭ-417

\_\_\_\_\_ / В.И. Баловнев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Нормоконтролер

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ / Т.А. Барбасова

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Челябинск  
2020

## АННОТАЦИЯ

Баловнев В.И. Автоматизированная система управления городской котельной. – ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», ВШ ЭКН, КЭ-417; 2020, 116 с., 20 ил., библиогр. список – 42 наим., 6 прил., 2 листов схем ф. А3.

Выпускная квалификационная работа посвящена разработке автоматизированной системы управления городской котельной.

Предмет исследования – автоматизированная система управления городской котельной.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения и библиографического списка. Во введении изложены особенности развития автоматизации в России, поставлены задачи проектирования, установлен объект работы.

Описан технологический процесс городской котельной, общие понятия, и рассмотрены основные технические средства котельной.

Оценены объёмы и объекты котельной установки, а также разработана структура автоматизации котельной.

Подобрано технологическое оборудование, а именно различные датчики, сигнализаторы, счётчики и т.д.

Выбран контроллер, на основании анализа рынка ПЛК и созданы алгоритмы для управления технологическим процессом.

Рассмотрен верхний уровень АСУ ТП, а именно рабочее место оператора и создан графический интерфейс для оператора.

Также произведён анализ надёжности проектируемой системы.

Подп. и дата					
Взам. инв.					
Инв. №					
Подп. и дата					
270304.2019.199 ПЗ					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Автоматизированная система управления городской котельной
Разраб.	Баловнев В.И.			11.06	
Пров.	Канашев Е.А.			11.06	
Н. контр.	Барбасова Т.А.				
Утв.	Казаринов Л.С.				
		Лит	Лист	Листов	
			3	115	
					ЮУрГУ (НИУ) Кафедра «АиУ»

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
1 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КОТЕЛЬНОЙ .....	8
1.1 Общие понятия о котельной.....	8
1.2 Описание технологического процесса.....	9
1.3 Состав и описание объекта автоматизации .....	11
1.3.1 Котел паровой газо-мазутный .....	11
1.3.2 Деаэратор ДА-5/4 .....	12
1.3.3 Экономайзер ЭБ1-330И .....	13
1.3.4 Дутьевой вентилятор ВДН-9-1500 .....	14
1.3.5 Вытяжной вентилятор ВДН-11,2-1500 .....	15
1.4 Функции системы управления .....	16
2 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	17
2.1 Структура автоматизированной системы управления технологическим процессом .....	17
2.2 Объемы и объекты автоматизации котельной установки.....	18
2.2.1 Контур регулирования давления пара в барабане котла.....	23
2.2.2 Контур регулирования соотношения газ-воздух.....	23
2.2.3 Контур регулирования разряжения.....	24
2.2.4 Контур регулирования уровня в барабане котла.....	24
2.3 Подбор и обоснование технических средств автоматизации .....	26
2.3.1 Датчик ТСПУ Метран-276.....	26
2.3.2 Датчик ТСП Метран-246 .....	27
2.3.3 Датчик ТСП Метран-206 .....	28
2.3.4 Датчик ДМ - 2005 - Сг - 1Ех.....	29
2.3.5 Датчик ТСМ Метран-243.....	30
2.3.6 Датчик Метран-100-ДД .....	30
2.3.7 Датчик Метран-100-ДИ .....	31
2.3.8 Датчик фотоэлектрический ФД - 1 ТУ1-586-0019-92 .....	32
2.3.9 Сигнализатор загазованности СТМ-30 .....	33
2.3.10 Ультразвуковой сигнализатор уровня УЗС-207 .....	34
2.3.11 Многопредельный измеритель давления АДР-0.25.2. ....	35
2.3.12 Счётчик пара вихревой СВП – 2500.....	35
2.3.13 Индукционный расходомер ЭРИС-ВТ.....	36
2.3.14 Счётчик вихревой газовый СВГ-М .....	37
2.3.15 Блок питания Метран-602.....	38
3 ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗАЦИИ.....	40

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		4

3.1	Подбор и обоснование контроллера .....	40
3.1.1	Анализ контроллеров.....	40
3.1.2	Критерии выбора.....	45
3.2	Расчёт энергопотребления контроллера и подбор конфигурации .....	45
3.3	Создание алгоритмов для управления технологическим процессом.	47
3.4	Верхний уровень АСУ ТП.....	50
3.4.1	Рабочее место оператора .....	50
3.4.2	Обзор и критерии выбора SCADA-пакетов.....	51
3.4	Описание созданного интерфейса оператора .....	54
4	РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ ПРОЕКТИРУЕМОЙ СИСТЕМЫ.....	57
4.1	Общие положения .....	57
4.2	Расчёт показателей надёжности .....	58
4.3	Расчёт надёжности автоматического управления проектируемой сис- темы.....	60
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	63
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	65
	ПРИЛОЖЕНИЯ	
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	69
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....	82
	ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	90
	ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....	93
	ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	103
	ПРИЛОЖЕНИЕ Е .....	107

## ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация является одним из главных векторов развития промышленности в последнее время. В энергетике вопросы автоматизации стоят не менее остро, поскольку эта отрасль связана с обеспечением жизненно необходимых потребностей как промышленных, так и бытовых потребителей в электроэнергии и тепле, причем бесперебойно и надлежащего качества.

А поскольку энергетические установки в теплоэнергетике известны непрерывным протеканием процессов, высокой скоростью переходных процессов, все операции на них механизированы, то высокое развитие процессов автоматизации в теплоэнергетике является чрезвычайно актуальным направлением.

Системы теплоснабжения на большей части территории страны организованы по принципу централизованного энергообеспечения, то есть теплоприемники потребителей и источники теплоты размещены на значительном расстоянии, а передача теплоносителя осуществляется по протяженным теплосетям.

Однако во многих районах организовывать централизованное теплоснабжение нецелесообразно и прибегают к децентрализованной системе теплоснабжения, когда источник теплоты и теплоприемник потребителя либо совмещены в одном агрегате, либо расположена настолько близко, то передача теплоносителя фактически производится в отсутствие тепловой сети.

Важным вопросом теплоснабжения является подготовка теплоносителя – воды или пара, которая осуществляется в теплоприготовительных установках, либо на ТЭЦ, в условиях централизованного теплоснабжения, либо в городских, групповых или промышленных котельных. Более того, развитие децентрализованных систем теплоснабжения требует их укрупнения, модернизации, повышения эффективности использования топлива.

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		6

Актуальность темы: все вышесказанное свидетельствует об актуальности темы в части разработки автоматизированной системы управления городской котельной.

Цель работы – повышение эффективности, экономичности и надёжности городской котельной на основе обоснованной потребности и заданных параметров качества теплоснабжения.

Задачи работы:

- изучение технологического процесса;
- подбор технических средств автоматизации;
- выбор контроллера;
- разработка алгоритмов управления технологическим процессом;
- разработка схемы автоматизации;
- обзор SCADA пакетов и создание интерфейса оператора;
- расчёт надёжности проектируемой системы.

Объект исследования – городская котельная. Предмет исследования – автоматизированная система управления городской котельной. Создание усовершенствуемой системы автоматизации с обеспечением диспетчерского контроля и управления.

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		7

# 1 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КОТЕЛЬНОЙ

## 1.1 Общие понятия о котельной

Котельными установками являются устройства, размещённые в специальных помещениях, с помощью которых можно получить водяной пар с заданными параметрами путём преобразования химической энергии в тепловую.

К основными элементами котельной установки относятся:

- 1) питательные устройства;
- 2) котёл;
- 3) тягодутьевые устройства;
- 4) топочное устройство.

Питательные устройства выполняют функцию подачи воды в котёл. К данным устройствам относятся инжекторы и насосы.

Котёл выполняет функцию теплообменника, передавая воде тепло, возникающее от продуктов горения жидкого или газообразного топлива. После того как котёл предоставил достаточное количество тепла, вода в внутри паровых котлов преобразуется в пар, который затем нагревается до нужной температуры в водогрейных котлах.

Подача требуемого количества воздуха в топку, движение и удаление продуктов сгорания в атмосферу осуществляется благодаря дутьевым вентиляторам, дымососами газоотводам. В совокупности данные устройства называются тягодутьевыми устройствами.

Топочное устройство осуществляет превращение химической энергии от горения топлива в тепло, за счёт сжигания топлива.

Вспомогательные элементы так же необходимы в современных котельных установках, для обеспечения эффективной и экономичной работы.

К таким элементам относятся:

- 1) приборы теплового контроля;
- 2) устройства подачи топлива;

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		8

- 3) устройства очистки дымовых газов;
- 4) экономайзер;
- 5) устройства удаления золы;
- 6) воздухоподогреватель;
- 7) устройства очистки питательной воды.

Вместе топочные устройства и котёл составляют котлоагрегат, которые в свою очередь делятся на:

- 1) котлы высокой мощности, производящие до 1000кг/с;
- 2) котлы средней мощности, которые генерируют пар до 30кг/с;
- 3) котлы малой мощности, способные генерировать пар до 5кг/с.

В данной работе применяется котёл ДЕ 6,5-14-ГМ работающий на газомазутном топливе, который был создан для осуществления отопления жилых помещений, а так же промышленных предприятий.

## 1.2 Описание технологического процесса

Технологический процесс состоит из процессов подготовки пара и процессов получения пара.

Поступающая на насосы вода имеет температуру от 10°С до 15°С в самом начале процесса. Блок насосов нагнетает давление воды до 0,5 МПа, после чего вода поступает в первый теплообменник (температура которого – 150°С) , где разогревается до 45°С и подаётся в фильтр химводоочистки.

Фильтр химводоочистки представляет из себя сосуд, который заполнен катионитом (материал, вступающий в реакцию с солями в воде и обменивающийся с ними ионами для поглощения лишних частиц из протекающей воды). При выходе фильтра из строя, из-за истощения обменных ионов, требуется провести через него раствор с солью, для восстановления работоспособности.

После прохождения через химводоочистной фильтр, температура воды снижается, поэтому во втором теплообменнике она снова подогревается до 60°С и

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		9



подаётся в деаэратор ДА-5/4, который удаляет из рабочей воды лишние газы для предотвращения коррозии металла трубопровода.

По окончании данной процедуры рабочее тело поступает в насосы с давлением 0,12 МПа, где блок насосов (два рабочие, один запасной) управляемый электродвигателями, снова поднимает её давление до 1,5 МПа для того, что бы вода смогла в барабане котла преодолеть сопротивление пара.

Блок насосов обеспечивает подачу воды в паровой котёл. В данной работе применяется центробежный секционный насос ЦНСГ-38-176, обеспечивающий подачу горячей воды в объеме 38 м3/ч при напоре 176 м.в.ст.

Дальнейшее получение пара состоит из трёх частей:

- 1) вода нагревается до нужной температуры(кипения);
- 2) фаза перехода кипящей воды в пар;
- 3) нагрев пара до требуемой температуры.

В топочной камере, в процессе сгорания топлива накапливается энергия для получения пара, которая позднее передаёт тепло объекту при помощи различных видов теплообмена.

- 1) конвективный;
- 2) радиационный;
- 3) теплопроводность.

Далее в пароперегревателях нагревается пар, который был получен после разогрева воды в экономайзере и преобразования в пар в экранах.

В перечисленном выше оборудования происходит постоянный процесс передачи тепла воде, за счёт сжигания топлива, поэтому к нему предъявляются высокие требования надёжности и допустимым значениям, так как на протяжении всего процесса присутствует высокое давление и температура.

Сам же процесс получения пара осуществляется следующим образом:

- 1) перед попаданием в сам барабан вода подогревается до 140°C в экономайзере;
- 2) затем питательная вода имеющая давление выше чем давление пара без перерывов поступает в барабан котла, благодаря центробежным насосам;

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

3) в самом барабане происходит распределение котловой воды и сбор образовавшегося пара;

4) далее вода из барабана поступает в нижние коллекторы при помощи опускных труб, а к коллекторам присоединяются экранные трубы ведущие к барабану котла.

5) потом вода находящаяся в экранных трубах закипает и образовавшийся пар устремляется вверх. По направлению к барабану котла в экранных трубах образуется поток паропроводящей смеси имеющий устойчивое движение так как гидростатическое давление смеси в трубах экрана, меньше чем вес столба воды в опускных трубах.

6) образовавшиеся в процессе горения дымовые газы отсасываются дымососом в атмосферу, а что бы обеспечить дальнейшее протекание режима горения вентилятор подаёт воздух в топку.

### 1.3 Состав и описание объекта автоматизации

#### 1.3.1 Котел паровой газо-мазутный

Используемый в данной работе котёл ДЕ 6,5-14-ГМ является одним из представителей семейства котлов ДЕ (производимых с различной производительностью), применяется для производства пара, который участвует в процессе отопления жилых и производственных помещений.

Уникальной особенностью котла ДЕ 6,5-14-ГМ является расположенная сбоку от конвективного пучка топочная камера. При помощи газоплотной перегородки, изготовленной из сваренных между собой труб, данная камера отделена от конвективного пучка, который в свою очередь состоит из коридорно расположенных вертикальных труб. Уменьшение затрат на собственные нужды и повышение производительности осуществляется за счёт перевода котла в водогрейный режим, при этом его КПД увеличивается на 2%.

Технические характеристики котла ДЕ 6,5-14-ГМ приведены в таблице 1

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		11

Таблица 1 – Технические характеристики котла ДЕ 6,5-14-ГМ

№	Наименование параметра	Единицы измерения	Величина
1	Паропроизводительность	т/ч	6,5
2	Рабочее избыточное давление	МПа	1,4
3	Температура насыщенного пара	°С	194
4	Температура перегретого пара	°С	225
5	Поверхность радиационная нагрева	м <sup>2</sup>	49,2
6	Поверхность конвективная нагрева	м <sup>2</sup>	115,0
7	КПД при сжигании: - газа - мазута	%	90,31 88,94
8	Температура питательной воды, не ниже	°С	100
9	Температура дымовых газов за экономайзером: - на газе - на мазуте	°С	140-150 175-180
10	Габариты котла: - длина - ширина - высота	мм	8655 5205 6050

### 1.3.2 Деаэратор ДА-5/4

Для дезигации подпиточной и питательной воды используются деаэраторы типа ДА, обеспечивающие производительность от 5 т/ч до 100 т/ч.

В данной дипломной работе для котельной установки был выбран деаэратор ДА-5/4, состоящий из гидрозатвора, деаэрационной колонки и бака, который представляет из себя сосуд с трубопроводом для подключаемой арматуры и патрубками для входа/выхода.

На баке помещена деаэрационная колонка КДА-15, которая служит для подвода/отвода рабочей воды.

Немаловажную роль в деаэраторе выполняет двухступенчатая система дезигации, которая в ДА-5/4 реализована в деаэраторном баке и деаэрационной колонке. Первая ступень является струйной и находится в деаэрационной колонке, а вторая ступень является барботажной и располагается в деаэраторном баке.

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		12

Также предусмотрен гидрозатвор, который защищает деаэратор от повышенного давления в баке и обеспечивает возможность безопасного эксплуатации.

Технические характеристики деаэрата DA-5/4 приведены в таблице 2

Таблица 2 –Технические характеристики деаэрата DA-5/4

№ п/п	Наименование параметра	Единицы измерения	Величина
1	Номинальная производительность	т/ч	5
2	Рабочее давление	МПа	0,12
3	Температура деаэрированной воды	°С	104,2
4	Средний подогрев воды в деаэраторе	°С	10-30
5	Полезная емкость деаэраторного бака	м3	4
6	Масса	кг	1600
7	Габариты деаэрата: - длина - ширина - высота	мм	3325 1616 3650

### 1.3.3 Экономайзер ЭБ1-330И

Для нагрева воды в котлах с давлением до 2,4МПа применяется экономайзер ЭБ1-330И с чугунно-блочной конструкцией. Главным достоинством данного экономайзера является применение чугуна в конструкции. Благодаря этому обеспечивается повышенная надёжность и увеличенный срок службы устройства.

Еще одним достоинством является повышенная экономичность достигаемая благодаря возможности всегда иметь чистые поверхности нагрева, за счёт газоимпульсионной или паровой очистки. Данная функция позволяет обеспечить минимальные требования к обслуживанию, а следовательно исключить ручной труд и соответствующие затраты.

Технические характеристики ЭБ1-330И приведены в таблице 3

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		13

Таблица 3 – Технические характеристики экономайзера ЭБ1-330И

№ п/п	Наименование параметра	Единицы измерения	Величина
1	Площадь поверхности нагрева	м <sup>2</sup>	330,4
2	Количество колонок	-	1
3	Длина труб	м	2,0
4	Гидравлическое сопротивление	МПа	0,2
5	Температура воды на входе (минимальная)	оС	100
6	Температура воды на выходе (минимальная)	оС	140
7	Аэродинамическое сопротивление	Па	350
8	Габаритные размеры: - длина - ширина - высота	мм	3125 1330 3645
9	Масса	кг	11500
10	Количество труб	штук	105

#### 1.3.4 Дутьевой вентилятор ВДН-9-1500

Для подачи воздуха в топку котла применяется дутьевой вентилятор ВДН-9-1500, рассчитанный на продолжительный срок работы с котлами производительностью до 25 т/ч, в помещениях с различным климатом.

Данный дутьевой вентилятор полностью соответствует нашим требованиям и имеет впечатляющие характеристики:

- 1) максимально допустимый температурный предел перемещаемого воздуха +200°С;
- 2) температура окружающего воздуха от -30°С до +40°С.

Технические характеристики дутьевого вентилятора ВДН-9-1500 приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические характеристики дутьевого вентилятора

№ п/п	Наименование параметра	Единицы измерения	Величина
1	Направление вращения	-	лев./прав.
2	Производительность	тыс.м3/ч	14,9
3	Давление	Па	2830
4	Потребляемая мощность	кВт	14,2
5	Масса	кг	548
6	Длина	мм	1205
7	Ширина	мм	1490
8	Высота	мм	1360

### 1.3.5 Вытяжной вентилятор ВДН-11,2-1500

В качестве дымососов на газомазутных котлах применяются вентиляторы типа ВДН-11,2-1500. Они предназначены для отсасывания дымовых газов из топок котельных агрегатов, рассчитаны на продолжительный режим работы в помещении и на открытом воздухе в условиях умеренного климата.

Запуск разрешается при температуре в улитке не ниже  $-30^{\circ}\text{C}$ . Максимальная температура газов на входе в дымососы не должна превышать  $+200^{\circ}\text{C}$ .

Техническая характеристика вытяжного вентилятора ВДН-11,2-1500 представлена в таблице 5 [17].

Таблица 5 – Технические характеристики вытяжного вентилятора

№ п/п	Наименование параметра	Единицы измерения	Величина
1	Направление вращения	-	лев./прав.
2	Производительность	тыс.м3/ч	28,7
3	Давление	Па	4410
4	Потребляемая мощность	кВт	42,5
5	Масса	кг	1026
6	Длина	мм	1505
7	Ширина	мм	1845
8	Высота	мм	1690

					270304.2020.199 ПЗ	Лист 15
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

#### 1.4 Функции системы управления

Автоматизация системы управления технологическим процессом предназначена для осуществления всех функций управления котлом.

Основные функции системы управления котлом ДЕ-6,5/14-ГМ:

- 1) диагностика технического состояния;
- 2) реализация блокировок и защит;
- 3) запуск или штатная и аварийная остановка котла;
- 4) приём, обработка и выполнение команд, поступивших с пульта управления автоматизированного рабочего места оператора;
- 5) поддержание заданной мощности котла и автоматическое регулирование параметров;
- 6) передача на автоматизированное рабочее место оператора необходимых значений параметров;
- 7) в соответствии с алгоритмами логическое управление оборудованием.

Функция автоматического управления включает в себя:

- а) согласно алгоритму осуществление управления исполнительными механизмами на основе полученных данных;
- б) создание отчётов по требованию оператора;
- в) регулирование технологических параметров.

Функция регистрации включает в себя:

- а) обнаружение и регистрация аварий;
- б) составление графиков изменения параметров;
- в) обнаружение, регистрация и сигнализация об отклонении технологических параметров и ухудшении показателей состояния оборудования.

Функция визуализации включает в себя:

- а) выявление и оповещение об отклонениях параметров;
- б) измерение и отображение технологических параметров;
- в) реализация диалога с оператором и вывод основных параметров и состояния оборудования.

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		16

## 2 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

2.1 Структура автоматизированной системы управления технологическим процессом.

Структура автоматизированной системы управления технологическим процессом состоит из трёх уровней: нижний, средний и верхний.

На нижнем уровне находятся:

- термометры;
- средства дистанционного управления, дающие возможность осуществлять технологический процесс вручную если возникает такая необходимость (например в случае аварии);
  - датчики, главной задачей которых является сбор данных для их дальнейшей отправки в центр управления;
  - блоки питания;
  - исполнительные механизмы, принимающие и выполняющие команды от контроллеров.

На среднем уровне находятся программируемые логические контроллеры. Они осуществляют сбор и анализ данных с датчиков и выдают команды для исполнительных механизмов. В данной работе, на среднем уровне используется контроллер производства компании Allen-Bradley SLC-5/04. Его задача, выполнять следующие функции:

- 1) автоматическое регулирование;
- 2) контроль за технологическими параметрами и выведение предупреждающих сигналов или сигналов об авариях;
- 3) выдача управляющих команд на исполнительные механизмы;
- 4) сбор и обработка измерений;
- 5) сбор и обработка сигналов аварий, а так же контроль за состоянием оборудования.



На верхнем уровне к процессу подключается человек, задача которого это работа с системой при помощи человеко-машинного интерфейса. В данной работе верхний уровень СУ создан на базе ПЭВМ и выполняет следующие функции:

- 1) отображение изменения физических величин в виде графиков;
- 2) создание и архивация массивов информации по заданным параметрам;
- 3) формирование баз данных, истории событий и неполадок и обработка полученной информации;
- 4) отображение полученной информации;
- 5) обмен всей необходимой информацией с контроллером.

## 2.2 Объемы и объекты автоматизации котельной установки

Объёмы автоматизации котельной установки определяются из условия обеспечения её работы без оперативного персонала, с формированием аварийных сигналов оповещения и аварийного останова котла при возникновении аварийной ситуации и пожаре.

На данной котельной установке, предусмотрена как технологическая, так и аварийная сигнализация, в обязанности первой входит оповещать рабочий персонал об авариях, неполадках или отклонении параметров от нормы. Звуковой сигнал (звонок) выключается рабочим персоналом, а светоиндикаторы продолжают гореть вплоть до полного устранения неполадки. А аварийная сигнализация оповещает сотрудника об опасном состоянии электродвигателей оборудования. Звуковым сигналом служит ревун, а визуальное оповещение происходит за счёт красного индикатора, расположенного над ключом управления.

Одна из самых важных задач автоматизации котельных установок, это защита котлоагрегата в случае возникновения аварий и неполадок. Неправильные действия сотрудников при запуске котлоагрегата влекут за собой возникновение аварийных режимов, именно поэтому требуется схема защиты, которая обеспечит следование заданной последовательности действий для растопки котла и в случае

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		18

возникновения неполадок или аварий автоматически остановит подачу топлива, предотвратив выход из строя дорогостоящего оборудования.

Для нормального функционирования котельной установки без аварий растопка котла должна происходить следующим образом:

1) производится регистрация в журнале газоопасных работ и только после этого двое сотрудников осуществляют растопку котельной установки;

2) требуется осуществлять растопку котла при малой тяге и слабом огне;

3) должны быть включены все устройства контроля и защиты перед пуском котельной;

4) требуется заранее включить подогрев воды в нижнем барабане, тем самым обеспечить равномерный прогрев при растопке котла;

5) запрещается до включения запального устройства открывать на газопроводе запорную арматуру, а нагрузка не должна превышать 15% от номинальной производительности котла;

6) проверяется открытое положение дымососа и вентилятора и осуществляется вентиляция топки котла в течение 15 минут. Далее при помощи газоанализатора проводится проверка отсутствия взрывоопасной смеси в топке, после чего производится розжиг газовых горелок;

7) требуется прекратить розжиг горелок, прекратив подачу газа на горелку если в процессе розжига случилось погасание пламени или прорыв. Нужно устранить все неполадки, произвести вентиляцию газоходов и только после этого проводить повторный розжиг горелки;

8) требуется закрыть дренаж и воздушник после того, как из воздушника котла начнёт поступать пар;

9) производится проверка продувочных линий, а так же продувка трубки манометра и водоуказательных приборов если значение пара находится в пределах 0,05 – 1 Мпа;

10) требуется продувка водоуказательных стёкол, которая производится следующим образом:

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		19

- водяная труба продувается при закрытии парового крана и открытии водяного и продувочного крана;
- стекло продувается при открытии продувочного крана;
- уровень воды в стекле проверяется при открытии парового крана и закрытии продувочного;
- стекло и паровая труба продувается при закрытии водяного крана.

После завершения данных процедур, если уровень в стекле возрастает с недостаточной скоростью, требуется снова осуществить продувку водяного крана. Если же уровень повышается с достаточной скоростью, то процесс продувки выполнен успешно.

Условия, которые должны быть проверены перед включением котла:

- 1) подлежат проверке автоматика безопасности, аппаратура автоматического управления котлом и сигнализаторы путём их включения;
- 2) при любых неисправностях приборов, арматуры, сигнализации или автоматики запрещается включение и использование котла;
- 3) осуществляется принудительное открытие предохранительных клапанов и кратковременное включение питательных устройств, приборов для водоуказания и манометров что бы проверить их исправность;
- 4) показания указательных уровней воды подлежат проверке;
- 5) производится продувка и прогрев паропровода и только после этого, медленным открытием задвижки, осуществляется включение котла в паропровод;
- 6) требуется осуществлять непрерывный контроль за расширением элементов котла при его растопке;
- 7) если после включения котла в паропровод в нём появятся гидроудары и толчки, то следует немедленно прекратить включение и увеличить дренирование до тех пор, пока давление в котле не снизится до значений меньше 0,05 Мпа;
- 8) в сменный журнал должны записываться все без исключения данные о процессе растопки, в том числе и время начала/окончания.

Функции схемы защиты:

- 1) контролирование состояния параметров;

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		20

2) контролирование правильности выполнения пусковых операций и оповещение в случае неправильных действий;

3) розжиг запальника со щита управления с использованием дистанционного управления;

4) наполнение котла водой и включение устройств для создания тяги;

5) прекращение подачи газа к запальникам.

Независимо от давления и производительности пара при сжигании топлива, паровые котлы должны быть оборудованы специальными устройствами, которые прекратят подачу топлива в горелки при возникновении следующих ситуаций:

1) потеря напряжения в том числе из-за неисправностей цепей защиты;

2) уровень воды в барабане котла понизился или повысился;

3) давление воздуха перед горелками понизилось;

4) давление жидкого топлива перед горелками понизилось;

5) отключение горелок при погасании факела;

6) давление пара увеличилось;

7) давление газообразного топлива перед горелками понизилось или повысилось;

8) разряжение в топке уменьшилось.

В системе регулирования котла присутствует четыре регулятора, а сама система в свою очередь разделяется на две части:

1) регулятор протекающего процесса горения;

2) регулятор уровня воды.

Также три регулятора, отвечающие за процесс горения:

1) регулятор давления пара;

2) регулятор соотношения воздуха и топлива;

3) регулятор разряжения в топке.

Так как различная нагрузка котла подразумевает изменение расхода воздуха и топлива, а так же количество продуктов сгорания, то процесс горения можно назвать процессом связанного регулирования. Поэтому в процессе регулирования требуется реагировать как на внутренние возмущения, к которым относятся

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		21

изменения подачи топлива и износ органов, так и на внешние, например расход пара.

В котельных применяются различные системы автоматики, у каждой из которых имеются свои собственные специфики и сферы применения в зависимости от мощности и размеров котельной.

Обеспечение эксплуатации в соответствии со всеми нормами безопасности и пропорциональный расход топлива являются одними из основных требований к автоматизации котельных, а показателями совершенства разработанной системы являются их возможности самоконтроля, например оповещение об аварийной ситуации и полный отчёт о причинах случившегося происшествия.

Контроль за безопасностью процесса является одной из важных функций систем автоматизации котельных работающих на газовом топливе, поэтому система защиты, должна обеспечивать прекращение подачи топлива для предотвращения аварийных ситуаций при возникновении потенциально опасных поломок:

- 1) неправильный порядок пусковых операций;
- 2) недостаточный уровень воды в котле;
- 3) давление газа находится за пределами допустимых значений;
- 4) не функционирующие вентиляторы;
- 5) погасание факела;
- 6) отсутствие тяги в топке.

А так же при других отклонениях параметров от нормы.

Для осуществления диспетчеризации котельных требуется повышенная надёжность исполнительных механизмов и датчиков. Так же в системе автоматизации должны присутствовать приборы и техническое оборудование, которое обеспечит безопасность работы и предоставит возможности для комплексного регулирования.

Ряд требований предъявляемых к системам автоматизации котельных:

- 1) возможность полностью автоматизировать вспомогательное оборудование;

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

2) способность управлять автоматизированными установками применяя минимальное количество каналов связи;

3) в случае выхода блока из строя, должна быть возможность легко произвести замену данного блока;

4) возможность регулирования давления в обратном коллекторе, в деаэраторе и уровня воды в баке аккумулятора деаратора;

5) при потере баланса системы, требуется максимально быстрое возвращение к норме;

6) способность набора любой схемы из ограниченного числа элементов.

### 2.2.1 Контур регулирования давления пара в барабане котла

Изменять подачу топлива, опираясь на данные расхода пара в пределах от 20% (начало диапазона регулирования горелок) до 120% (разрешение на кратковременную перегрузку котла) для поддержания заданной величины давления пара, является основной задачей контура регулирования давления пара в барабане котла.

Регулятор выполняет задачу поддержания давления пара в барабане котла в пределах заданной величины, после того как импульс давления пара для регулятора поступает из барабана котла.

### 2.2.2 Контур регулирования соотношения газ-воздух

После получения необходимых данных при наладке котла, задачей данного контура регулирования соотношения «газ-воздух» является поддержание соотношения количества воздуха и топлива во всем диапазоне изменения подачи топлива.

Благодаря применению различных технологических зависимостей между воздухом и топливом, возможно полное сжигание топлива, что положительно сказывается на эффективности процесса.

На основании этого строятся схемы автоматического регулирования:

1) расход воздуха – положение топлива;

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23

- 2) давление воздуха – давление топлива;
- 3) количество воздуха – процент кислорода в газах;
- 4) расход воздуха – расход пара;

Режимная карта котла, позволяет за счёт измерения давления на газовой горелке определять количество топлива, а по давлению воздуха перед котлом вычисляется количество воздуха, подаваемого в топку. Так же есть возможность по величине давления в воздуховоде определять количество воздуха, при условии, что на воздуховоде отсутствуют ручные заслонки.

При измерении температуры, состава, влажности и расхода топлива достигается оптимальное количество выдерживаемого воздуха. Система автоматического регулирования подачи воздуха более точно определяет данное значение, но из-за сложностей при измерениях чаще используют схему регулирования соотношения «воздух-топливо».

### 2.2.3 Контур регулирования разряжения

Независимо от нагрузки котла, задачей контура регулирования разряжения является отвод продуктов сгорания при помощи дымососа и вентилятора.

Возможность полного удаления зависит от количества топлива а так же от производительности дымососа и вентилятора.

При повышенном разряжении в топке, снижается эффективность работы котла, из-за повышенного расхода электроэнергии и потерь уходящих газов, а при недостаточном разряжении происходит выбивание пламени и газов из топки из-за избыточного давления.

Для поддержания постоянного значения давления применяется регулятор разряжение, главное требование к которому выражается в быстрейшем действии.

### 2.2.4 Контур регулирования уровня в барабане котла

Главной задачей данного контура является точное поддержание уровня воды в барабане котла, который является основным параметром котла, требующим регулирования. Уровень воды не будет меняться, если выполняется условие

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

равенства между расходом пара и объемом поступающей воды в равновесном состоянии.

Отклонение данного уровня должно находиться в пределах 15-25 мм, т.к. при отказе регулятора происходит переизбыток или потеря воды, при которых соответственно либо повышается давление, приводящее к гидравлическим ударам или разрыву паропроводов, либо понижается давление и разрываются экранные трубы, что приводит к поломке котла, либо его полной потере работоспособности.

Но при возмущении так же происходит процесс изменения уровня, который называется набуханием. Данный процесс при переходных режимах затрудняет поддержку уровня и оказывает негативное влияние на процесс регулирования и состояние котла.

Во время набухания повышается нагрузка, что влечёт за собой увеличение объема воды, вытесненной в барабан котла и повышение объема пара в трубках. И весь данный процесс приводит к повышению уровня, что значительно усложняет регулирование уровня воды в барабане котла.

В котлах ДЕ для питания барабана котла водой используется одноимпульсный изодромный регулятор, а весь процесс выглядит следующим образом:

1) на питательный насос под давлением подаётся вода из деаэратора, который в свою очередь для преодоления пара в барабане поднимает давление воды;

2) вода поступает в экономайзер и нагревается до температуры близкой к температуре котловой воды;

3) далее вода поступает в барабан котла из экономайзера.

В котельных предусмотрена сигнализация, которая оповещает работников в случае изменения основных технологических параметров до недопустимых уровней и при возникновении следующих ситуаций:

- 1) изменение температуры подшипников электродвигателей;
- 2) критическое изменение уровня в баках;
- 3) остановка котла;
- 4) изменение величины водородного показателя в воде;

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		25



- 5) изменение температуры в баках хранения;
- 6) изменения давления воды в трубопроводе тепловой сети;
- 7) изменение давления в деаэраторе;
- 8) изменение давления в контуре подпитки;
- 9) изменение давления газа;
- 10) изменения давления и температуры в общем котловом трубопроводе;
- 11) отказ технических средств обеспечения топливом.

Схема автоматизации котельной установки приведена в приложении Е.

### 2.3 Подбор и обоснование технических средств автоматизации

На сегодняшний день важнейшим критерием при подборе датчика является его интеллектуальность

Требования предъявляемые к интеллектуальному современному датчику:

- 1) дистанционная настройка шкалы датчика;
- 2) преобразование и коррекция измерений в заданные технические единицы;
- 3) хранение архива измеряемых значений;
- 5) обработка измеренных значений и контроль над ними;
- 4) тестирование и самодиагностика с выдачей оповещений оператору об обнаруженной неисправности датчика.

#### 2.3.1 Датчик ТСПУ Метран-276



Рисунок 1 – Датчик ТСПУ Метран-276

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		26

Был выбран термопреобразователь ТСПУ-Метран-276, изображённый на рисунке 1, который позволит осуществлять измерение температуры воды.

Данный датчик позволит построить автоматизированную систему управления технологическим процессом без задействования лишних нормирующих преобразователей т.к. в нём реализован способ, при котором элемент первичного преобразователя и интегрированный в датчик измерительный преобразователь преобразуют измеряемую температуру в выходной сигнал постоянного тока.

Технические характеристики датчика ТСПУ Метран-276 приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Технические характеристики датчика ТСПУ Метран-276

Тип термопреобразователя	НСХ	Выходной сигнал, мА	Диапазон преобразуемых температур, °С	Предел допускаемой основной приведённой погрешности, ±у, %	Зависимость выходного сигнала от температуры
ТСПУ Метран-276	100П	0-5; 4-20	-50-500	0,25; 0,5	линейная

### 2.3.2 Датчик ТСП Метран-246



Рисунок 2 – Датчик ТСП Метран-246

Для измерения температуры подшипников насосов используем ТСП Метран-246, изображённый на рисунке 2.

Технические характеристики ТСП Метран-246 приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики датчика ТСП Метран-246

Тип и исполнение термопреобразователя	НСХ	Выходной сигнал, мА	Диапазон преобразуемых температур, °С	Предел допускаемой основной приведенной погрешности, ±у, %	Схема соединения
ТСП Метран-246	100П	4-20	-50-120	0,5	4-х проводная

### 2.3.3 Датчик ТСП Метран-206



Рисунок 3 – Датчик ТСП Метран-206.

Был выбран датчик ТСП Метран-206, изображённый на рисунке 3, при помощи которого будет осуществляться процесс наблюдения за температурой дымовых газов. Данный датчик прекрасно зарекомендовал себя в области измерения температур газообразных и жидких сред.

Технические характеристики датчика ТСП Метран-206 приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические характеристики датчика ТСП Метран-206

Тип термопреобразователя	НСХ	Выходной сигнал, мА	Диапазон преобразуемых температур, °С	Предел допускаемой основной приведенной погрешности, ±у, %	Количество чувствительных элементов
ТСП Метран-206	100П	4-20	-200-500	0,5	1 или 2

### 2.3.4 Датчик ДМ - 2005 - Сг - 1Ех.



Рисунок 4 – Датчик ДМ - 2005 - Сг - 1Ех

Данный датчик, изображённый на рисунке 4, применяется при измерении давления в различных средах, поэтому в данной работе будет использоваться для контроля потока воды после насосов. Одним из ключевых преимуществ данного датчика является его вид защиты, называемый «водонепроницаемая оболочка».

Технические характеристики ДМ - 2005 - Сг - 1Ех приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Технические характеристики датчика ДМ - 2005 - Сг - 1Ех

Название измерительного устройства	Выходной сигнал, В	Диапазон показаний прибора кгс/см <sup>2</sup>	Класс точности прибора	Диапазон измерений избыточного давления, %	Предел допускаемой основной погрешности срабатывания сигнализирующего устройства, %
ДМ - 2005 - Сг - 1Ех	24	0,1....1600	1,5	0....75	+/-2,5

### 2.3.5 Датчик ТСМ Метран-243



Рисунок 5 – Датчик ТСМ Метран-243

Что бы измерять температуру подшипников вентиляторов, будет применяться датчик ТСМ Метран-243, изображённый на рисунке 5, т.к. он специально предназначен для измерения температуры поверхности твёрдых тел и малогабаритных подшипников.

Технические характеристики датчика ТСМ Метран-243 приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Технические характеристики датчика ТСМ Метран-243

Тип и исполнение термопреобразователя	НСХ	Выходной сигнал, мА	Диапазон преобразуемых температур, °С	Предел допускаемой основной приведенной погрешности, ±у, %	Схема соединения
ТСМ Метран-243	50М	4-20	-50-120	0,5	4-х проводная

### 2.3.6 Датчик Метран-100-ДД



Рисунок 6 – Датчик Метран-100-ДД

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		30

Для измерения разности давления будет использоваться датчик давления Метран-100-ДД, изображённый на рисунке 6. К основанию по наружному контуру приварены мембраны и соединены между собой центральным штоком, который связан с концом рычага преобразователя с помощью тяги. Воздействие измеряемой разности давлений вызывает прогиб мембран, изгиб мембраны тензопреобразователя и изменение сопротивления тензорезисторов. В электронный преобразователь подаётся электрический сигнал от тензопреобразователя через измерительный блок.

Технические характеристики датчика приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Технические характеристики датчика Метран-100-ДД

Название измерительно-го устройства	Выходной сигнал, мА	Верхний предел измерения, МПа	Температура окружающего воздуха, °С	Предел допускаемой основной приведенной погрешности, ±у, %
Метран-100-ДД	4-20	1,6...10	-30...50	0,25; 0,5

### 2.3.7 Датчик Метран-100-ДИ



Рисунок 7 – Датчик Метран-100-ДИ

Датчик Метран-100-ДИ, изображённый на рисунке 7, выполняет функцию преобразования избыточного давления в токовый сигнал, поэтому в данной работе, будет применяться для измерения давления газа.

В датчиках измеряемое избыточное давление воздействует на мембрану и после преобразования в усилие на жестком центре, передается через шток на рычаг тензопреобразователя. На измерительной мембране размещены тензорезисторы. Изменение сопротивления тензорезисторов и разбаланс мостовой схемы происходят после деформации измерительной мембраны, после чего электрический сигнал, образующийся при разбалансе мостовой схемы, подается в электронный преобразователь, который в свою очередь преобразует электрический сигнал от тензопреобразователя в стандартный токовый выходной сигнал [3].

Технические характеристики датчика приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Технические характеристики датчика Метран-100-ДИ

Название измерительного устройства	Выходной сигнал, мА	Диапазоны измеряемых давлений		Предел допускаемой основной приведенной погрешности, ±у, %
		min, кПа	max, МПа	
Метран-100-ДИ	4-20	0-0,04	0-100	0,25; 0,5

### 2.3.8 Датчик фотоэлектрический ФД - 1 ТУ1-586-0019-92



Рисунок 8 – датчик фотоэлектрический ФД - 1 ТУ1-586-0019-92

Что бы контролировать отсутствие или наличие пламени в данной работе будет применён датчик ФД-1, изображённый на рисунке 8, принцип работы которого состоит в преобразовании пульсации световой энергии пламени в

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		32



изменения сопротивления датчика и применяется в схемах защиты и сигнализации при погасании факела в топках котлов.

Технические характеристики датчика ФД-1 приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Технические характеристики датчика ФД - 1

Название измерительного устройства	Выходной сигнал, В	Тепловое сопротивление, кОм	Температура окружающего воздуха, °С
ФД-1	24	56-560	-5 - 50

### 2.3.9 Сигнализатор загазованности СТМ-30



Рисунок 9 – Сигнализатор загазованности СТМ-30

Принцип действия сигнализатора СТМ-30, изображённого на рисунке 9, основан на изменении теплового эффекта от окисления горючих газов и паров на каталитически активном элементе датчика.

Для осуществления непрерывного контроля за концентрацией взрывоопасных веществ в воздухе в данной работе будет использоваться сигнализатор загазованности СТМ-30.

Технические характеристики сигнализатора загазованности приведены в таблице 14.

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		33



Таблица 14 – Технические характеристики сигнализатора загазованности СТМ-30

Название измерительного устройства	Выходной сигнал, мА	Диапазон измерения, % НКПР	Рабочая температура среды, °С	Количество анализируемых компонентов	Цифровой выход
СТМ-30	4-20	0-50	-60...+50	140	RS-232

### 2.3.10 Ультразвуковой сигнализатор уровня УЗС-207

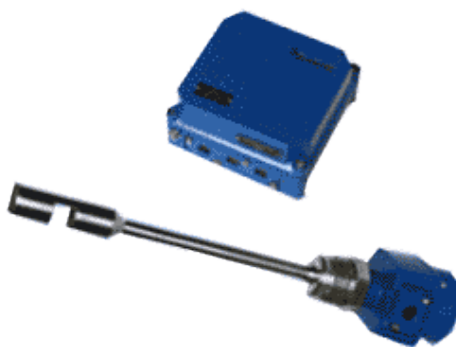


Рисунок 10 – Ультразвуковой сигнализатор уровня УЗС-207

Для контроля уровня в котлах, применяется УЗС-207, изображённый на рисунке 10, принцип работы которого основан на определении времени прохождения ультразвукового сигнала через рабочий зазор датчика [7].

Технические характеристики УЗС-207 приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Технические характеристики датчика УЗС-207

Обозначение сигнализатора	Номинальная линия срабатывания	Выходной сигнал, В	Температура, °С	Давление, МПа
УЗС-207	80, 160, 250, 600, 1000, 2000, 4000, 5000, 6000	24	250	6,4

### 2.3.11 Многопредельный измеритель давления АДР-0.25.2.



Рисунок 11 – Измеритель давления/разрежения АДР-0.25.2.

Многопредельный измеритель/давления АДР-0.25.2., изображённый на рисунке 11, предназначен для измерения разрежения в барабане котла за счёт формирования дискретных выходных сигналов если давление достигает заданного уровня.

Технические характеристики датчика АДР-0.25.2 приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Технические характеристики датчика АДР-0.25.2

Название измерительного устройства	Выходной сигнал, мА	Диапазон измерения, кПа	Рабочая температура окружающей среды, °С	Влажность воздуха при температуре 35°С, %
АДР-0.25.2	4-20	0-0,25	5-50	98

### 2.3.12 Счётчик пара вихревой СВП – 2500



Рисунок 12 – счётчик пара вихревой СВП – 2500

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		35

Счётчик пара СВП-2500, изображённый на рисунке 12, будет использоваться для измерения тепловой энергии и объема пара, за счёт преобразования объема проходящего газа в последовательность электрических импульсов.

Счётчик пара состоит из:

- блок контроля теплоты;
- датчик температуры;
- вихревой датчик расхода ДРГ-М;
- датчик давления;
- датчик расхода конденсата.

Технические характеристики счётчика приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Технические характеристики датчика СВП - 2500

Название измерительного устройства	Выходной сигнал, мА	Основная относительная погрешность, ± %	Расход, м <sup>3</sup> /ч		Условный диаметр (Ду), мм	Давление, МПа
			min	max		
СВП-2500	4-20	3	62,5	2500	100	1,6-2,5

### 2.3.13 Индукционный расходомер ЭРИС-ВТ



Рисунок 13 – Индукционный расходомер ЭРИС-ВТ

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Для определения расхода воды будет использоваться расходомер ЭРИС-ВТ, изображённый на рисунке 13, принцип работы которого основан на возникновении электродвижущей силы в датчике жидкости, которая пересекает магнитное поле [4].

Технические характеристики расходомера приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Технические характеристики датчика ЭРИС-ВТ

Название измерительного устройства	Выходной сигнал, мА	Основная относительная погрешность, ± %	Расход, м <sup>3</sup> /ч		Условный диаметр (Ду), мм	Давление, МПа
			min	max		
ЭРИС-ВТ	4-20	1,5	5	12500	100...1000	1,6

#### 2.3.14 Счётчик вихревой газовый СВГ-М



Рисунок 14 – Счетчик вихревой газовый СВГ-М

Для узла коммерческого учёта, в котором будет вычисляться расход газа, используется счётчик вихревой газовый СВГ-М, изображённый на рисунке 14, который состоит из:

- датчик температуры;
- датчик избыточного давления;

– датчик расхода (ДРГ-М).

Принцип работы данного счётчика заключается в следующем: тело находящиеся на пути обтекающих его струй изменяет давление потока до тела обтекания и после него, в результате происходит срыв вихрей. Образование вихрей происходит, поочередно получается дорожка Кармана [4].

Технические характеристики счётчика СВГ-М приведены в таблице 19.

Таблица 19 – Технические характеристики и параметры датчика СВГ-М

Название измерительного устройства	Выходной сигнал, мА	Основная относительная погрешность, ± %	Расход, м <sup>3</sup> /ч		Условный диаметр (Ду), мм	Давление, МПа
			min	max		
СВГ-М	4-20	1-1,5	4	10000	50...200	0,16-2,5

### 2.3.15 Блок питания Метран-602



Рисунок 15 – Блок питания Метран-602

Для преобразования сетевого напряжения 220В в стабилизированное напряжение 24 или 36 В и питания датчиков температуры и давления применяется блок питания Метран-602, изображённый на рисунке 15, который состоит из

сетевого трансформатора, а так же из двух имеющих схему защиты и стабилизатор независимых каналов.

Что бы защитить блок питания от коротких замыканий и перегрузок используется схема защиты, которая после устранения неполадок, автоматически выводит его в рабочий режим.

Технические характеристики блока питания Метран-602 приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Технические характеристики блока питания Метран-602

Блок питания	Кол-во каналов	Выходное напряжение, В	Максимальный ток нагрузки, мА	Ток срабатывания защиты, мА	Ток короткого замыкания, мА
Метран-602	2	24; 36	50	75	45

## 3 ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗАЦИИ

### 3.1. Подбор и обоснование контроллера

#### 3.1.1 Анализ контроллеров

На данный момент многие компании, в том числе и отечественные, разрабатывают различные программируемые контроллеры, которые применяются в разных отраслях.

Выбирая программируемый логический контроллер требуется выполнить сравнение различных видов ПЛК и уже опираясь на данные анализа, осуществлять выбор контроллера, который окажется наиболее подходящим для условий поставленных задач. Рассмотрим несколько видов ПЛК, их преимущества и недостатки, а так же произведём сравнительный анализ.

а) Программируемый логический контроллер ЭЛСИ-Т производства компании "ЭЛЕСИ". Современный ПЛК, который не отличается большой мощностью, но довольно компактен, что является достоинством. Контроллер ЭЛСИ-Т может быть использован в различных сферах, начиная от распределённых систем управления и заканчивая локальной автоматикой.

Надёжность и эффективность в сложных промышленных условиях достигается за счёт прочности и компактности конструкции.

Контроллер включает в себя:

- 1) процессорный модуль;
- 2) набор модулей расширения;
- 3) коммутационную панель;
- 4) блок питания.

Наиболее важная информация, требуемая для функционирования объекта, хранится во встроенной энергонезависимой памяти даже во время отсутствия электропитания.

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		40

Изменение задачи обработки, необходимых параметров и доступ к текущей информации осуществляется посредством подключения пульта инженера к контроллеру.

Проблема обмена данными в системе решается подключением к различным полевым шинам, а использование контроллера в распределённых и локальных СУ разных видов возможна благодаря широкому спектру интерфейсных модулей.

Благодаря применению интерфейсов RS-232, CAN, V.27 и т.д. осуществляется приём/передача информации, а так же ПЛК имеет возможность собирать и обрабатывать информацию с первичных датчиков.

Благодаря широкому спектру модулей ввода/вывода, ключевым достоинством которых является встроенный микроконтроллер, обеспечивается высокая функциональность. Таким образом высвободив ресурсы ЦП для решения задач управления объектом непосредственно в модуле осуществляется обработка первичных данных. Так же исключается необходимость подстройки за счёт встроенных возможностей автоматической калибровки, которые позволяют получить точные измерения.

В распределённых СУ синхронная работа контроллеров возможна благодаря наличию часов реального времени.

Помощь при устранении неисправностей и защиту от ложных воздействий обеспечивают встроенные возможности самодиагностики.

Для подключения удалённых устройств ввода/вывода используется интерфейс CAN

ПЛК ЭЛСИ-Т надёжен и прост в эксплуатации, имеет потребляемую мощность не более 50Вт с питанием от сети 18-36В, но не обладает выдающимися характеристиками в плане мощности.

б) Контроллер SLC-500 производства Allen-Bradley. Данный ПЛК широко применяется по всему земному шару.

Достоинства данного контроллера:

1) развёрнутая система команд, которая включает в себя математические возможности и косвенную адресацию;

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		41



2) надёжность, которая была подтверждена сотнями тысяч приложений и отзывами специалистов;

3) широко распространённое решение используемое для приложений автоматизации;

4) экономичность и простота в использовании сохраняющая при этом большой спектр возможностей.

SLC-500 – это семейство малых ПЛК, основанное на следующих модификациях: контроллер, имеющий возможность расширения с помощью двухслотного шасси, либо модульный контроллер имеющий до 960 точек ввода/вывода. Таким образом, с минимальными затратами можно реализовать большое количество приложений, так как большинство модулей и средств программирования подходят для обеих модификаций.

Процессор SLC – 5/04 для увеличения скорости обработки математических команд, включает в себя сопроцессор. Благодаря наличию порта (DH+) данный процессор без дополнительного оборудования обладает возможностью связи с процессорами SLC-5 по сети Data Highway Plus. Для реализации распределённого ввода/вывода, любой ПЛК SLC-500 может быть установлен в сеть дистанционного ввода/вывода Allen-Bradley 1771 Remote I/O.

Для минимизации затрат на создание системы управления и понижения требований к монтажному пространству SLC-500 предоставляет большое количество модулей дискретного ввода/вывода.

#### Технические характеристики и особенности ПЛК SLC-500

1) конструкция ввода/вывода, которая даёт возможность для расширения или перестройки контроллера;

2) контроллер имеет возможность удалённого доступа, используя для соединения с ним сеть Ethernet;

3) возможность обмена сообщениями по сети с другими сетями, а так же модульная связь в шасси;

4) имеется возможность устанавливать контроллер в ограниченных пространствах за счёт его компактной конструкции;

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		42

5) к модулям ввода/вывода так же может быть получен удалённый доступ, благодаря сети ControlNet;

6) контроллер имеют конфигурацию от 20 до 40 входов/выходов;

7) ПЛК разработан таким образом, что имеет возможность эксплуатироваться в суровых промышленных условиях, а так же имеет защиту от высокой температуры, вибраций и электромагнитных помех.

в) Программируемый логический контроллер S7-300 производства компании "SIEMENS". SIMATIC S7-300 - это модульный ПЛК, разработанный для создания автоматизированных систем различного уровня сложности.

Все модули ПЛК SIMATIC S7-300 работают с естественным охлаждением и могут использовать до 32 коммуникационных процессоров, распределенных по стойкам, а так же функциональных и сигнальных модулей.

Возможности данного контроллера позволяют получать выгодные условия в сферах автоматизации в разных отраслях производства, благодаря применению структур локального и распределённого ввода/вывода, модульной конструкции, работе с естественным охлаждением, удобству эксплуатации и обслуживания, а так же множеству функций, поддерживаемых на уровне ОС. Наличие широкого спектра модулей ввода/вывода, функциональных модулей и коммуникационных процессоров, а так же применение нескольких типов ЦП с разной производительностью, способствуют эффективному использованию данного контроллера.

Сферы использования ПЛК SIMATIC S7-300:

1) автоматизация оборудования для создания электротехнической аппаратуры и технических средств;

2) автоматизация оборудования для машиностроения;

4) автоматизация измерительных установок;

5) автоматизация специализированного оборудования;

6) создание систем автоматического позиционирования и регулирования;

7) автоматизация упаковочного оборудования.

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		43

Благодаря модульной конструкции ПЛК SIMATIC S7-300 позволяют включать в себя:

1) интерфейсные модули, которые позволяют подключаться к базовому блоку стоек расширения ввода/вывода;

2) модуль CPU;

3) сигнальные модули, которые выполняют работу по вводу/выводу аналоговых и дискретных сигналов, имеющих различные временные и электрические параметры;

4) модули блоков питания (PS), которые позволяют осуществлять питание ПЛК от сети переменного тока с напряжением 120-230В или от источника постоянного тока напряжением 24-48-60-110В;

5) функциональные модули, обладающие способностью без вмешательства человека решать задачи позиционирования автоматического регулирования, а также обработки сигналов.

г) программируемый логический контроллер производства «ЭМИКОН» ЭК-2000. Нашёл своё применение в различных отраслях промышленности, таких как:

1) химическая промышленность;

2) машиностроение;

3) нефтяной и газовый промысел и транспортировка;

4) пищевая отрасль;

5) металлургия.

Применение данного ПЛК на важных участках автоматизированных систем управления, возможно благодаря качественному ПО и конструкции контроллера, которая обеспечивает ему необходимую надёжность.

В контроллерах серии ЭК-2000 с процессорной архитектурой x86 в формате PC / 104, работающих под управлением операционной системы PV QNX4.25, благодаря интерфейсам RS-485 и RS-232C, а так же благодаря MODBUS протоколу реализована сетевая связь магистральной архитектуры.

									Лист
									44
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	270304.2020.199 ПЗ				

Применение контроллеров компании ЭМИКОН даёт возможность сократить затраты на разработку автоматизированной системы управления, так как импортные аналоги могут обходиться в несколько раз дороже, но в нашем случае мы не преследуем цели экономить на оборудовании и данный критерий не является для нас ключевым. Хотя стоит сказать, что контроллер ЭК-2000 не сильно уступает разработкам конкурентов.

### 3.1.2. Критерии выбора

Рассмотрев различные контроллеры зарубежного и отечественного производства, можем заметить, что на данный момент есть обильный ассортимент различных ПЛК от ведущих компаний производителей, среди которых каждый может подобрать самый приемлемый вариант для решения поставленных задач.

Благодаря сравнительному анализу был выбран программируемый логический контроллер от компании Allen-Bradley SLC-500, который позволит управлять системой и отвечает всем нашим требованиям, а именно:

- 1) стоимость, надёжность и гарантия производителя;
- 2) количество входов-выходов, которые поддерживаются;
- 3) поддерживаемые протоколы обмена.

### 3.2 Расчёт энергопотребления контроллера и подбор конфигурации

Используя источник питания от компании Allen-Bradley вида SLC-500, мы рассчитаем энергопотребление ПЛК, подберём модули ввода/вывода и посчитаем энергопотребление контроллера.

Конфигурация сигналов контроллера приведена в таблице 21.

Таблица 21 – Конфигурация сигналов контроллера

Тип сигнала	DI (24В)	DO (24В)	AI (4-20мА)
Количество сигналов	29	46	76

Процессор SLC-5 / 04 имеет:

- 1) Время сканирования 0,9мс;
- 2) DH+ и RS-232 коммуникационные порты;
- 3) Кол-во входов/выходов – 4096;
- 4) Ток нагрузки шины 1,0А при 5В и 200мА при 24В;
- 5) Кол-во аналоговых локальных входов/выходов – 96;
- 6) объем памяти – 64К слов.

Расчёт энергопотребления и конфигурация контроллера приведены в таблице 22.

Таблица 22 – Энергопотребление и конфигурация контроллера

№ шасси	№ слота	Каталожный номер	Источник питания 5В	Источник питания 24В	Описание
1	2	3	4	5	6
1746-A10	0	1747-L543	1	0,2	ЦП SLC-5/04
	1	1746-NI16I	0,125	0,075	Входные аналоговые модули
	2	1746-NI16I	0,125	0,075	
	3	1746-NI16I	0,125	0,075	
	4	1746-NI16I	0,125	0,075	
	5	1746-NI16I	0,125	0,075	
	6	1746-IB32	0,106	-	Входные дискретные модули
	7	1746-OB32	0,19	-	Выходные дискретные модули
	8	1746-OB32	0,19	-	
	9	резерв	-	-	-
	Итого	I, А	2,111	0,575	Блок питания 1746-P2
	БП	I, А	5	0,96	
	Запас	I, А	0,385	0,385	

Дискретный модуль постоянного тока IB 32.

- ток нагрузки задней шины 5В при 106мА;
- число резервных сигналов – 3;
- для работы в ограниченных пространствах, оборудован высокоуплотнённым выходом;
- напряжение управления 15-30В.

Источник питания SLC 500 1746-P2.

- входное напряжение 120,220В;
- ток питания монтажной платы 5А при 5В;
- потребляемая мощность – 70 Вт.

Входной аналоговый модуль 17NI16I.

- ток нагрузки шины 125мА при 5В;
- максимально возможное разрешение – 16 бит;
- число резервных сигналов – 4.

Дискретный выходной модуль ОВ 32.

- рабочее напряжение – 5-50В;
- число резервных сигналов – 18;
- низкое потребление тока благодаря уплотнённому выходу.

### 3.3 Создание алгоритмов для управления технологическим процессом

Сперва осуществляется инициализация аналоговых модулей в программе за счёт FLL инструкции и копирования конфигурации в выходной модуль. Потом для дальнейшей обработки записываются данные в память при отсутствии ошибок при проверке. Затем осуществляется сохранение данных и масштабирование.

При возникновении различных нестандартных ситуаций, в том числе поломок и ошибок, возможен переход из основной программы на вспомогательные подпрограммы для устранения возникших неполадок.

Подпрограмма «регулирование уровня воды в барабане», в которой осуществляются следующие действия.

- 1) проверка состояния двух каналов на ошибки битов;
- 2) запись каналов в память;
- 3) масштабирование;
- 4) расчёт управляющего воздействия;
- 5) сравнение текущего положения клапана с вычисленным значением.

Опираясь на данную информацию подпрограмма либо закрывает, либо открывает клапан, а так же на верхний уровень будет послан сигнал.

Подпрограмма «подготовка газопровода». Если режим ожидания не включен, то осуществляется переход и основной программы на данную подпрограмму, в которой выполняются следующие действия:

- 1) устанавливается контроль отсутствия пламени запальника в горелке;
- 2) подаётся сигнал для включения продувки газопровода если данная функция не включена;
- 3) установка контрольного времени от 5 до 10 минут после окончания которого осуществляется проверка включения продувки газопровода и если данная проверка не пройдена, то посылаётся сигнал «Авария продувки»;
- 4) контроль закрытия задвижки газа и если после окончания заданного для этого контрольного времени задвижка не закрылась, то подаётся сигнал «Авария закрытия»;
- 5) если есть сигнал на световых индикаторах о наличии ошибок, то включается режим «Розжиг запрещён». Если аварии отсутствуют, то выполняется проверка нажатия кнопки «Розжиг» для данной горелки. Если все условия выполнены, то подаётся сигнал «Данная горелка готова к розжигу».

Подпрограмма «вентиляция топки» переход на которую из основной программы осуществляется если активен режим розжига, но вентиляция топки не осуществлялась и бит включения имеет значение равное единице. В данной подпрограмме выполняются следующие действия:

- 1) проверяется состояние вентилятора и дымохода;
- 2) подаётся сигнал на отключение регуляторов разрежения если состояние соответствует норме, если нет, то снимается контроль разрежения в топке и осуществляется контроль состояния пускателей;
- 3) проверяется техническое состояние вентилятора и дымохода;
- 4) устанавливается контроль состояния вентилятора если все условия выполняются, если нет, то подаётся сигнал на включение вентилятора и дымохода

если направляющие аппараты вентилятора и дымососа находятся в закрытом положении;

5) подача сигнала «Авария включения» если не выполнен процесс закрытия направляющих аппаратов вентилятора или дымососа по окончании заданного контрольного времени;

6) переход к вентиляции топки если все условия выполнены и отсутствуют аварии.

Подпрограмма «подготовка котла в розжигу» переход на которую из основной программы осуществляется, если розжиг котла не произошёл и требуется вентиляция топки, а бит включения розжига котла равен единице.

Данная подпрограмма выполняет следующие действия:

- 1) регуляция разряжения в топке;
- 2) создание сообщения «Авария высокое разряжение в топке» если значение разряжения превышает установленную норму;
- 3) включение режима вентиляции топки;
- 4) проверка выполнения вентиляции. Если она не произошла, то подаётся сигнал «Авария вентиляции», если же все условия были выполнены и все параметры в норме, то включается оповещение «Котёл к розжигу готов».

Подпрограмма «розжиг горелок», переход на которую из основной программы осуществляется, если выключены горелки, а бит розжига равен единице. Розжиг горелок не произойдёт если не выполнены подготовительные операции:

Данная подпрограмма выполняет следующие действия:

- 1) переход на подпрограмму подготовки газопровода если кнопка «розжиг» не нажата и подача сигнала «Запрет розжига»;
- 2) переход на подпрограмму «вентиляция топки» если перед розжигом не произведена вентиляция и формирования сигнала «Вентиляция не проведена»;
- 3) формирование сообщения «Котёл к розжигу не готов и переход к подпрограмме «подготовка котла к розжигу» если не соответствуют норме общекотловые параметры;



4) закрытие заслонки газа горелки, либо аварийное сообщение «Авария закрытия заслонки газа» если по истечению заданного контрольного времени не закрылась заслонка;

5) если открыт клапан на газозапальнике, то происходит включение искро-разрядного устройства, в противном случае осуществляется открытие данного клапана либо подаётся сигнал «Авария открытия» если клапан не открылся по истечению заданного контрольного времени;

6) осуществляется заполнение корпуса газозапальника газозапальником и её зажигания с подачей сигнала с датчика на сигнализатор горения;

7) обеспечивается закрытие/открытие клапана в зависимости от наличия пламени в запальнике;

8) производится проверка пламени запальника, если оно есть, то подаётся сигнал для выключения горелки, либо создаётся сообщение «Авария факела горелки» если по истечению контрольного времени этого не произошло;

Алгоритм управления контроллером приведён в приложении Е, а программа в приложении Г.

### 3.4. Верхний уровень АСУ ТП

#### 3.4.1 Рабочее место оператора

Оператор является неотъемлемой частью АСУ ТП и оборудование на его рабочем месте не менее важно, чем оборудование котельного агрегата. Так как именно оператору придётся принимать решения, если произойдёт аварийная ситуация или неполадки, поэтому ПО автоматизированного рабочего места оператора, должно соответствовать всем возложенным на него требованиям, обеспечивать возможность управления оборудованием котельной и обладать следующими свойствами и функциями:

- 1) расчёт технических данных;
- 2) наличие сигнализации, которая незамедлительно оповестит в случае неполадок и проблем с оборудованием;

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		50

- 3) возможность обмена данными с СУ котлов и оборудования;
- 4) предоставление развёрнутой информации о работе и состоянии оборудования;
- 5) возможность создания различных архивов процессов, сообщений, событий и т.д;
- 6) возможность настройки, диагностики и контроля за состоянием всей системы;
- 7) возможность предварительной обработки и контроля данных;
- 8) дистанционное управление;
- 9) автоматизированное проектирование;
- 10) удобный и интуитивно понятный интерфейс;

#### 3.4.2 Обзор и критерии выбора SCADA-пакетов

На основании анализа рынка ПО, приведённого в таблице 23, мы будем использовать в данной дипломной работе пакет RSVIEW32, который позволит нам разработать удобный и понятный интерфейс (HMI)

Пакет RSVIEW32 обладает широким спектром возможностей для создания экранов с применением различных графических объектов, анимаций и т.д. именно поэтому и был выбран для создания интерфейса HMI (человеко-машинный интерфейс)

Для контроля и управления технологическими процессами и сбора данных пакет RSVIEW 32 производства компании Rockwell Automation, будет хорошим вариантом, т.к. является интегрированным ПО HMI и предоставляет набор возможностей для визуализации различных процессов.

RSVIEW 32 – это удобный и интуитивно понятный интерфейс для MS Windows, обладающий множеством полезных функций для создания программных компонентов благодаря поддержке всех новейших технологий и возможности работать с платформами, которые используют технологии VBA, OLE и т.д.

Таблица 23 – Обзор рынка программного обеспечения

Критерии	Системы		
	RSView	Sitex	Trace Mode
1	2	3	4
Разработчики	Rockwell Automation-США	Jade Software – Великобритания	AdAstrA - Россия
Требования к системе (ОС)	Windows 95 и Windows NT	ОС реального времени QNX	Windows NT
Средства сетевой поддержки	Ethernet, Control Net, ARCNET	Ethernet, ARCNET, Token-Ring, FDDI, ATM	Ethernet, ARCNET, ATM
Средства взаимодействия с другими системами	DD, DDE и OPC	TCP/IP и DDE	OPC, NetBIOS и TCP/IP
Используемые технологии	ActiveX, OLE и ODBC	ActiveX, ODBC	ActiveX, ODBC
Встроенные командные языки	Visual Basic for Applications (VBA)	Visual Basic for Applications (VBA)	Visual Basic for Applications (VBA), Visual C++
Используемый синтаксис для поддержания БД	ANSI SQL	ANSI SQL	ANSI SQL
Графические возможности систем	Используются объекты созданные в AutoCAD, Corel DRAW	Графика и отчеты рассматриваются как производные (внимание-БД)	Высокие графические возможности

С помощью среды VBA, разработанной с целью увеличения функциональности пакета RS View32, создатель проекта, если ему недостаточно интегрированных возможностей, может автоматизировать HMI приложение, используя расширенный спектр функций.

Если возникнет потребность проверить наличие связи системы с исполнительным устройством, то для такого случая в пакете предусмотрена функция, позволяющая произвести мониторинг тегов.

RSView 32 является самой оптимальной SCADA-системой, позволяющей управлять ПЛК Allen-Bradley благодаря прямым драйверным связям. Эти связи используются для соединения с техникой данного производителя и позволяют применять технологии коммуникации с максимальной эффективностью.

Так же в пакете предусмотрена защита, которая позволит обеспечить безопасность проекта за счёт 15 способов защиты на различных уровнях, начиная от уровня проекта, которая заблокирует возможность доступа и изменения для определённых пользователей и заканчивая уровнем системы, которая ограничит любой доступ к ОС и предоставит возможность нахождения исключительно внутри пакета.

Для проведения отладки и тестов, пакет RSVIEW может предоставить различные средства, которые включают в себя:

- редактирование проекта в онлайн режиме;
- тестирование проекта с применением различных условий
- возможность произвести тестирования отдельно взятого участка

SCADA система Trace Mode так же может похвастаться широким спектром возможностей, которые может предложить пользователю. Начиная от возможности связи резервного и основного АРМ и заканчивая автоматическим генерированием аналоговых или цифровых тревог.

Достоинства данного пакета:

- возможность обеспечить обмен данными в режиме реального времени благодаря функциям OPC сервера;
- возможность отображать изменения вносимые в профиль.
- возможность быстрого переключения и использования дополнительного порта RS-485, если основной вышел из строя.
- возможность найти и посмотреть требуемый архив в протоколе;
- внушительное количество поддерживаемых систем;
- возможность формировать время смены канала на драйвере.

Благодаря полной совместимости пакета RSVIEW 32 с выбранным оборудованием от компании Allen-Bradley для создания человеко-машинного интерфейса будет выбран именно он. К тому же данный пакет обладает достаточными возможностями для создания экранов и полностью удовлетворяет нашим требованиям.

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		53

### 3.4. Описание созданного интерфейса оператора

Для создания проекта первым делом требуется решить вопрос с хранением всех файлов системы. Для этого требуется создать новый каталог. (для модуля данное действие не требуется т.к. его файлы хранятся в собственном каталоге)

Фундаментом для построения САУ процессом является база данных тегов, т.к они представляют из себя общую информационную систему где для каждого типа есть свой идентификатор, уровень доступа и описание.

Для внутренних тегов требуется сперва задать начальное значение.

Интерфейс оператора, который предоставляет ему возможность в режиме реального времени отслеживать и контролировать протекание процесса, представляет из себя экраны, на которых содержится различная информация. Например значения параметров, сведения о процессах или же состояние оборудования.

После запуска системы, появляется окно входа в систему, в котором пользователю требуется идентифицироваться и ввести пароль для получения доступа к системе.

Вид данного окна представлен на рисунке Д.1 в приложении Д

После прохождения процедуры авторизации программа открывает окно проекта, на котором показаны основные данные:

- меню навигации;
- параметры и их значения;
- вид котельной.

Именно с этого момента начинается вся работа оператора. От простоты в использовании и удобства созданных экранов зависит, получит ли человек все важные данные о системе для контролирования технологического процесса или нет. Сможет ли он увидеть неполадку и устранить её до того, как она приведёт к неприятным последствиям. С главного окна, работник, используя меню навигации может попасть в другие окна для осуществления контроля и управления технологическими процессами.

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		54

1) в окне подготовки воды оператор получает возможность управления насосами, слежения за процентом открытия клапанов и за температурой на выходе из теплообменников;

2) в окне деаэратора оператор может осуществлять управление насосами, а так же контролировать уровень уровня воды в деаэраторе и следить за давлением пара;

3) В окне котла оператору предоставляются следующие данные:

- уровень загазованности;
- давление пара и уровень воды в барабане;
- разрежение в топке;
- процент открытия/закрытия клапанов;
- соотношение воздуха и газа.

Анализируя их и опираясь на показания устройств индикации следить за протеканием технологического процесса и его безопасностью.

4) окно архивного тренда отображает архивные данные в графическом формате;

5) в окне аварий оператор получает оповещения о возникновении неполадок, которые могут привести к нежелательным последствиям или поломке дорогостоящего оборудования. В данное окно выводятся все оповещения об авариях и если оператор своевременно увидит их, то сможет предотвратить чрезвычайную ситуацию;

6) в окне тренда реального времени отображаются все изменения параметров в реальном времени, таким образом в данном окне оператор может контролировать наиболее важные параметры, которые постоянно меняются;

7) так же присутствует окно помощи. Оно упрощает процесс использования программы для опытных сотрудников и помогает человеку имеющему малый опыт работы с данной системой, лучше ориентироваться в окнах и в показаниях что там изображены. В данное окно вынесены все горячие клавиши и УГО объектов. Если возникают какие либо сомнения или проблемы с идентификацией объекта на экране или же неопытный оператор не знает какую клавишу ему требуется нажать

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		55

для продолжения работы, он может воспользоваться окном помощи и не тратить своё время или время коллег, для уточнения данного вопроса.

После окончания использования программы оператор имеет возможность нажать кнопку закрытия на любом окне и попадёт на окно выхода из программы. В данном окне предусмотрена защита от случайного клика, так что перед окончательным выходом из программы оператор должен подтвердить выход из системы, либо же отменить выход из системы если он передумал или это было случайное нажатие.

Все окна программы приведены в приложении Д.

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		56

## 4 РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ ПРОЕКТИРУЕМОЙ СИСТЕМЫ

### 4.1 Общие положения

Надёжность АСУ ТП – это свойство системы сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность системы выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях эксплуатации. Надёжность АСУ включает свойства безотказности, ремонтпригодности, а в некоторых случаях, и долговечности.

Что бы оценить надёжность создаваемой АСУ ТП, примем работу системы за функцию. Если система не способна в полном объеме выполнить поставленные перед ней цели и задачи, соответствуя заданным требованиям по эксплуатации, то это можно назвать отказом функции.

При создании АСУ ТП нужно опираться на следующие критерии надёжности:

1) комплексные показатели:

- оперативная готовность (Ког);
- готовность по функции (Кг).

2) функция централизованного контроля, которая характеризуется следующими значениями:

- безотказная работа в течение заданного времени ( $P(t)$ );
- наработка до отказа (Т).

3) управляющие функции АСУ ТП характеризуются благодаря показателю надёжности (готовность по функции (Кг)).

4) показатель ремонтпригодности характеризуется временем за которое АСУ ТП способна восстановится для выполнения поставленных задач (Тв).



## 4.2 Расчёт показателей надёжности

Расчёт показателей надёжности состоит из следующих пунктов:

1) все средства принимающие участие в реализации задач автоматизированной системы управления техническим процессом должны быть определены.

2) создаётся список функций автоматизированной системы управления технологическим процессом, а к нему в свою очередь выдвигаются условия с точки зрения надёжности.

3) производится создание структурной схемы расчёта надёжности для всех технических средств, которые принимают участие при создании автоматизированной системы управления технологическим процессом.

4) производится определение различных параметров для всех технических средств, которые должны присутствовать в расчётах надёжности.

Таким образом, поток отказов вычисляется по данной формуле:

$$\lambda = \frac{1}{T} \quad (1)$$

А поток восстановления определяется по следующей формуле:

$$\mu = \frac{1}{T_B} \quad (2)$$

Для получения значений  $T$  и  $T_B$ , следует обратиться к списку норм для технических условий на устройства.

5) структурная схема для расчёта надёжности подлежит упрощению за счёт объединения технических средств в не занятые участки. А совокупность последовательных не зарезервированных средств меняется на эквивалентный

элемент, который обладает характеристиками параметров потока восстановления и отказа. Определяется по следующим формулам:

$$\lambda_{\text{э}} = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n; \quad (3)$$

$$\mu_{\text{э}} = \frac{\mu_1 \times \mu_2 \times \dots \times \mu_n \times (\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n)}{\lambda_1 \times \mu_2 \times \dots \times \mu_n + \lambda_2 \times \mu_1 \times \dots \times \mu_n + \lambda_n \times \mu_1 \times \dots \times \mu_n} . \quad (4)$$

Если соединения с резервированием являются параллельными, то значения показателей надёжности находятся при использовании следующих формул:

– наработка до отказа находится по данной формуле:

$$T_{\text{э}} = \frac{\mu + 3\lambda}{2\lambda^2} ; \quad (5)$$

– коэффициент готовности можно вычислить по данной формуле:

$$K_{\text{ГЭ}} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 \\ -(\lambda_1 - \lambda_2) & \mu_1 & \mu_2 & 0 \\ \lambda_1 & -(\lambda_2 + \mu_1) & 0 & \mu_2 \\ \lambda_2 & 0 & -(\lambda_1 + \mu_2) & \mu_1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ -(\lambda_1 + \lambda_2) & \mu_1 & \mu_2 & 0 \\ \lambda_1 & -(\lambda_2 + \mu_1) & 0 & \mu_2 \\ \lambda_2 & 0 & -(\lambda_1 + \mu_2) & \mu_1 \end{vmatrix}} ; \quad (6)$$

– время восстановления, а именно его среднее значение вычисляется по данной формуле:

$$T_{\text{ВЭ}} = \frac{T_{\text{э}} \times (1 - K_{\text{ГЭ}})}{K_{\text{ГЭ}}} ; \quad (7)$$

– применив следующие формулы мы сможем рассчитать показатели надёжности:

$$P(t) = e^{-\frac{t}{T}}; \quad (8)$$

$$T_B = \frac{1}{\mu}. \quad (9)$$

Так же следует принять во внимание следующие условия, для осуществления корректных расчётов:

- 1) время восстановления АСУ ТП и распределение времени наработки на отказ подчиняется экспоненциальному закону;
- 2) вероятность работы автоматизированной системы управления технологическим процессом без отказов за определённый промежуток времени не имеет никакой зависимости от времени начала работы;
- 3) обслуживание может производиться при восстановлении, которое ничем не ограничивается;
- 4) должен осуществляться непрерывный контроль за состоянием технических средств автоматизированной системы управления, без всяких исключений.

#### 4.3 Расчёт надёжности автоматического управления проектируемой системой

Под данный критерий попадают следующие функции системы:

- 1) функция регистрации и регулирования;
- 2) функция сигнализации;
- 3) функция управления.

Элементы принимающие непосредственное участие при реализации измерения:

- 1)  $T_B = 1\text{ч}$ ;
- 2) контроллер ( $T=350000\text{ч}$ );

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

3) датчик ( $T=100000$ ч);

4) электронно-вычислительная машина ( $T=150000$ ч);

5) модуль приёма аналоговых сигналов ( $T=220000$ ч);

Воспользуемся следующей формулой для вычисления параметров потока восстановления и отказов:

$$\lambda_1 = \frac{1}{100000} = 1 \cdot 10^{-5} \quad (10)$$

$$\lambda_2 = \frac{1}{220000} = 0,46 \cdot 10^{-5}, \quad (11)$$

$$\lambda_3 = \frac{1}{750000} = 0,14 \cdot 10^{-5}, \quad (12)$$

$$\lambda_4 = \frac{1}{150000} = 0,67 \cdot 10^{-5}; \quad (13)$$

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \frac{1}{1} = 1. \quad (14)$$

Для достоверного определения параметров потоков восстановления и отказов элементов, воспользуемся формулами (3) и (4), которые мы указали выше при написании методики расчёта показателей надёжности:

$$\lambda_{\Sigma} = (1 + 0,46 + 0,14 + 0,67) \times 10^{-5} = 2,27 \times 10^{-5}, \quad (15)$$

$$\mu_{\Sigma} = \frac{1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 2,27 \times 10^{-5}}{(1 \times 1 + 1 \times 0,46 + 1 \times 0,14 + 1 \times 0,67) \times 10^{-5}} \quad (16)$$

Для нахождения параметров надёжности всей системы в общем применим следующие формулы:

Время наработки до отказа системы:

$$T = \frac{1}{2,27 \times 10^{-5}} = 44052 \text{ (ч)}. \quad (17)$$

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		61

Время требуемое для полного восстановления системы:

$$T_B = \frac{1}{1} = 1 \text{ (ч)}. \quad (18)$$

Для определения вероятности работы системы без отказов за 10000 часов можно воспользуемся следующей формулой:

$$P(10000) = e^{-10000/T} = 0,797 \quad (19)$$

Таким образом, проанализировав полученные значения, можно утверждать, что данная система является надёжной и способна выполнять возложенные на неё функции без нареканий.

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		62

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте представлена автоматизированная система управления котельной комплексного сборного пункта с котлоагрегатами ДЕ-6,5/14-ГМ на базе программируемого логического контроллера серии SLC-500 на основе процессора SLC-5/04 фирмы "Allen-Bradley".

При использовании данного контроллера мы смогли осуществить следующие функции:

- 1) обмен данными с верхним уровнем управления;
- 2) сигнализация о состоянии оборудования;
- 3) автоматическое регулирование;
- 4) сбор и обработка аналоговых измерений;
- 5) выдача на механизмы управляющего воздействия;
- 6) сбор и обработка сигналов аварий.

Осуществлён подбор оборудования и технических средств автоматизации.

Основным критерием при выборе современного датчика послужила его интеллектуальность, то есть не просто наличие в датчике микропроцессора, а программируемая многофункциональность датчика, модульность его построения, наличие в нем интерфейсов к типовым цифровым полевым сетям.

На основании заданных критериев были применены датчики и преобразователи российского производства, которые соответствуют всем требованиям автоматизации.

Был осуществлён анализ рынка контроллеров и выбран ПЛК SLC-500 производства компании "Allen-Bradley". Так же произведён расчёт энергопотребления и подобрана конфигурация для данного программируемого логического контроллера.

Была разработана структура автоматизированной системы управления технологическим процессом.

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		63

Благодаря применению ПО RSLogix500 и языка лестничной логики Ladder Logic, были осуществлены программирование и отладка программы для пользователя.

Разработан верхний уровень управления, а именно рабочее место оператора, которое было реализовано при помощи пакета RSView32. При выборе данного пакета мы опирались на анализ рынка программного обеспечения, требуемого для данной задачи, а так же на полную совместимость пакета RSView32 с оборудованием компании "Allen-Bradley".

Верхний уровень обеспечил следующие функции:

- 1) формирование и вывод оперативных данных на экран;
- 2) обработка и хранение информации;
- 3) регистрация и отображение параметров технологического процесса;
- 4) аварийная сигнализация;
- 5) регулирование и управление параметров технологического процесса.

Произведён расчёт надёжности проектируемой системы, который показал, что данная система является надёжной и способна выполнять возложенные на неё функции без нареканий.

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		64

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технологический регламент котельного агрегата ДЕ-6,5/14-ГМ.
2. Приборы и средства автоматизации: Каталог. Т.1. Приборы для измерения температуры. - М.: ООО Издательство "Научтехлитиздат", 2004. - 276 с.
3. Приборы и средства автоматизации. Каталог. Т.2. Приборы для измерения давления, перепада давления и разряжения. - М.: ООО Издательство "Научтехлитиздат", 2004. - 168с.
4. Приборы и средства автоматизации. Каталог. Т.3. Приборы для измерения расхода и количества жидкости, газа, пара и учета тепловой энергии. - М.: ООО Издательство "Научтехлитиздат", 2004. - 238с.
5. Приборы и средства автоматизации. Каталог. Т.4. Приборы для измерения и регулирования уровня жидкости и сыпучих материалов. - М.: ООО Издательство "Научтехлитиздат", 2004. - 176с.
6. Приборы и средства автоматизации. Каталог. Т.5. Приборы для определения состава и свойств газа, жидкости, твердых и сыпучих веществ. - М.: ООО Издательство "Научтехлитиздат", 2005. - 368с.
7. Приборы и средства автоматизации. Каталог. Т.7. Приборы регулирующие. Сигнализаторы температуры, давления, уровня. Датчики реле. Исполнительные механизмы отечественного и зарубежного производства. М.: ООО Издательство "Научтехлитиздат", 2005. - 488с.
8. Ротач В. Я. Теория автоматического управления: Учебник для вузов. - М.: Издательство МЭИ, 2004. - 400с.
9. Онищенко Н. П. Эксплуатация котельных установок. - М.: "Агропромиздат", 1987. - 352с.
10. Устройства и эксплуатация котлов. Справочник. Вергазов В. С. - М.: , 1991. - 271с. Семейство малых программируемых контроллеров SLC-500. / Allen-Bradly A Rockwell International Company. 1995 - 27с.
11. Описание инструкций языка Ladder Logic. / Allen-Bradley A Rockwell International Company. 1995 - 74с.

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		65



12. Аналоговые модули ввода-вывода (серия 1746) SLC-500. Руководство пользователя / Allen-Bradley A Rockwell International Company. 1996 - 66с.

13. Дискретные модули ввода-вывода (серия 1746) SLC-500. Руководство пользователя / Allen-Bradley A Rockwell International Company. 1996 - 48с.

14. Плещев В.В. Выбор средств разработки программного обеспечения АСУ // Промышленные контроллеры, 2003.-.№8.- с.32-34.

15. RSView 32. Руководство пользователя.-Milwaukee: Rockwell Software Inc. 1997 - 557 с.

16. Паровые и водогрейные котлы. Справочное пособие. М.: НПО ОБТ/ Составитель - А. К. Зыков, 1995. - 119с.

17. Борщов Д. Я. Эксплуатация отопительной котельной на газообразном топливе. - М.: "Стройиздат", 1988. - 240с.

18. Бессонов А.А., Мороз А.В. Надежность системы автоматического регулирования. - Л: "Энергоатом", 1984. - 216 с.

19. Безопасность жизнедеятельности и промышленная безопасность: Учебное пособие.-2-е изд. стереот./ Под ред. проф. В.Д. Шантарина - Тюмень: ТюмГНГУ, 2002. - 308с.

20. Методические указания к выполнению раздела "Безопасность и экологичность проекта" в дипломных проектах технологических специальностей. Составители: Г.В. Старикова, В.П. Милевский, В.Д. Шантарин.- Тюмень: ТюмГНГУ, 2002.

21. Методические указания к оценке экономической эффективности технических систем в курсовом и дипломном проектировании для студентов направления АСОиУ, АТП, УИТС дневного и заочного обучения. Составители: И.А. Силифонкина, М.П. Ермакова, Тюмень:ТюмГНГУ, 2003.

22. Компоненты для комплексной автоматизации. Siemens. SIMATIC. - М., 2006. - 167с.

23. ГОСТ 2.106– 96. Единая система конструкторской документации. Текстовые документы. – Москва: Стандартинформ, 2007. – 32 с.

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		66

24. ГОСТ 2.301– 68. Единая система конструкторской документации. Форматы. – Москва: Изд– во стандартов, 2000. – 3 с.

25. ГОСТ 2.303– 68. Единая система конструкторской документации. Линии. – Москва: Стандартиформ, 2007. – 8 с.

26. ГОСТ 2.304– 68. Единая система конструкторской документации. Шрифты чертёжные. – Москва: Изд– во стандартов, 1979. – 20 с.

27. ГОСТ 2.701– 2008. ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. – Москва: Изд– во стандартов, 2008. – 27 с.

28. ГОСТ 2.702– 75. ЕСКД. Правила выполнения электрических схем. – Москва: Изд– во стандартов, 1975. – 45 с.

29. ГОСТ 2.708– 81. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники. – Москва: Стандартиформ, 2005. – 15 с.

30. СТО ЮУрГУ 04–2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное оформление. Общие требования к содержанию и оформлению / Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев Л.В. Винокурова. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. - 56 с.

31. Хаустейн, Х. Д. Гибкая автоматизация / Х. Д. Хаустейн. - М.: Прогресс, 2000.

32. Хлытчиев, М. С. Основы автоматизации и автоматизации производственных процессов / М.С. Khlytchiev. - М.: Радио и связь, 2005.

33. Щеголев М.М. Топливо, печи и котельные / М.М. Щеголев. - 4-е изд., Переработанное. - М.: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1953. - 54 с.

34. Эстеркин Р. И. Котельные установки. Курсовое и дипломное оформление. Учебник пособий для техникумов.- Л.: Энергоатомиздат. Leningra. Кафедра, 1989.-280 с.

35. Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплообмен: Учеб. пособие для вузов - 3-е изд., изм. и доп. - М.: Высшее. Школа, 1980.-467 с.

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		67

36. Гусев Ю.А. Основы проектирования котельных (учебное пособие для вузов). Издание 2-е, переработанное и дополненное. М.: Стройиздат, 1973.

37. Роддатис К.Ф. Полтарацкий А.Н. Справочник по котельным установкам малой производительности. / Под ред. Роддатиса К.Ф.- М.: ЭнергATOMиздат, 1989.- 488 с.

38. Зимницкий В.А., Каплун А.В. Лопастные насосы. Справочник. М., 1980.

39. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: Справочник / А.М. Ба-класт, В.М. Бродянский, Б.П. Голубев и др.; Под итог. редактор Вице-адмирал Григорье-ва и В.Н. Зорина.-М.: ЭнергоATOMиздат, 1983.-552с.

40. Лифшиц О. В. Справочник по водоподготовке котельных. Издание 2-й, ред. и доп., М.: Энергия, 1976.

41. Порецкий Л.Я. и другие. Справочник оператора газифицированных котельных / Л.Я. Порецкий, Р.Р. Рыбаков, Л.: Недра, 1988.- 608 с.

42. Сжигание газов в топках котлов и печей, а также обслуживание газовых объектов предприятий. Издание В.Е. Verhman. Ленинградская "Недра", 1980.

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		68

ПРИЛОЖЕНИЯ  
ПРИЛОЖЕНИЕ А

Контрольно-измерительные приборы и автоматика

Таблица А.1 – Таблица КИПиА

№	Наименование параметра (единица измерения)	УГО на схеме	Единицы измерения	Тип сигнала				Пределы измерения датчика (исполнит, мех.)	Пределы изменения параметра	Название измерит, устройства (исполнит, мех.)	Диапазон вх/вых сигнала
				DI	DO	AI	AO				
1	Давление воды перед насосом №1 (БН-1)	PIS	МПа	+				24В	0-0,05	ДМ-2005 Cr-1Ex	0-2,5
2	Температура подшипников насоса №1 (БН-1)	TE	°С			+		4-20 мА	0-70	ТСП М-246 (Pt100)	-50-120
3	Температура подшипников двигателя №1 (БН-1)	TE	°С			+		4-20 мА	0-70	ТСП М-246 (Pt100)	-50-120
4	Давление воды после насоса №1 (БН-1)	PIS	МПа	+				24В	0-0,5	ДМ-2005 Cr-1Ex	0-2,5
5	Насос №1 включен (БН-1)	HS NS		+				24В			
5	Включение насоса №1 (БН-1)	HS NS			+			24В			
5	Выключение насоса №1 (БН-1)	HS NS			+			24В			
6	Давление воды перед насосом №2 (БН-1)	PIS	МПа	+				24В	0-0,05	ДМ-2005 Cr-1Ex	0-2,5
8	Температура подшипников двигателя №2 (БН-1)	TE	°С			+		4-20 мА	0-70	ТСП М-246 (Pt100)	-50-120
9	Давление воды после насоса №2 (БН-1)	PIS	МПа	+				24В	0-0,5	ДМ-2005 Cr-1Ex	0-2,5

10	Насос №2 включен (БН-1)	HS NS		+			24В			
10	Включение насоса №2 (БН-1)	HS NS			+		24В			
10	Выключение насоса №2 (БН-1)	HS NS			+		24В			
11	Регулирование давления пара в деаэраторе	PT	МПа			+	4-20 мА	0,12	Метран-100-ДИ	0-1
12	Клапан, регулирующий №1 (%-открытия)	HS NS	%			+	4-20 мА	0-100	МЭО	0-100
12	Клапан, регулирующий №1 (открыть)	HS NS	%			+	24В		МЭО	
12	Клапан, регулирующий №1 (закрыть)	HS NS	%			+	24В		МЭО	
13	Уровень воды в деаэраторе	LT				+	4-20 мА	170	Метран-100-ДД	
14	Клапан, регулирующий №2 (%-открытия)	HS NS	%			+	4-20 мА	0-100	МЭО	0-100
14	Клапан, регулирующий №2 (открыть)	HS NS				+	24В		МЭО	
15	Сигнализация уровня воды в деаэраторе (верхний уровень)	LE	см	+			24В	250	УЗС 207	8-300
15	Сигнализация уровня воды в деаэраторе (нижний уровень)	LE	см	+			24В	50	УЗС 207	8-300
16	Давление воды на выходе деаэратора	PT	МПа			+	4-20 мА	0,1-0,15	Метран-100-ДИ	0-1

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

270304.2020.199 ПЗ

Лист

70

17	Температура воды на выходе деаэратора	ТТ	°С			+		4-20 мА	0-100	ТСПУ Метран-276	0-100
18	Расход воды на входе деаэратора	FE FT	м <sup>3</sup> /ч			+		4-20 мА	2-7	ЭрисВТ-50	0,8-30
19	Температура дымовых газов после ТО-2	ТТ	°С			+		4-20 мА	0-120	ТСПМ-206	-50-200
20	Регулирование температуры воды после ТО-2	ТТ	°С			+		4-20 мА	75	ТСПУ Метран-276	0-100
21	Регулирование температуры воды перед ТО-2	ТТ	°С			+		4-20 мА	50	ТСПУ Метран-276	0-100
22	Клапан, регулирующий №3 (%-открытия)	HS NS	%			+		4-20 мА	0-100	МЭО	0-100
22	Клапан, регулирующий №3 (открыть)	HS NS				+		24В		МЭО	
22	Клапан, регулирующий №3 (закрыть)	HS NS				+		24В		МЭО	
23	Давление воды перед ТО-2	РТ	МПа			+		4-20 мА	0-0,6	Метран-100-ДИ	0-1
24	Давление воды после ТО-2	РТ	МПа			+		4-20 мА	0-0,65	Метран-100-ДИ	0-1
25	Температура дымовых газов перед ТО-2	ТТ	°С			+		4-20 мА	0-150	ТСПМ-206	-50-200
26	Температура дымовых газов после ТО-1	ТТ	°С			+		4-20 мА	0-120	ТСПМ-206	-50-200
27	Регулирование температуры воды после ТО-1	ТТ	°С			+		4-20 мА	45	ТСПУ Метран-276	0-100

28	Регулирование температуры воды перед ТО-1	ТТ	°С			+		4-20 мА	15	ТСПУ Метран-276	0-100
29	Клапан, регулирующий №4 (%-открытия)	HS NS	%			+		4-20 мА	0-100	МЭО	0-100
29	Клапан, регулирующий №4 (открыть)	HS NS				+		24В		МЭО	
29	Клапан, регулирующий №4 (закрыть)	HS NS				+		24В		МЭО	
30	Давление воды после ТО-1	РТ	МПа			+		4-20 мА	0-0,6	Метран-100-ДИ	0-1
31	Давление воды перед ТО-1	РТ	МПа			+		4-20 мА	0-0,5	Метран-100-ДИ	0-1
32	Температура дымовых газов перед ТО-1	ТТ	°С			+		4-20 мА	0-150	ТСП М-206	-50-200
33	Давление воды перед насосом №1 (БН-2)	PIS	МПа	+				24В	0-0,15	ДМ-2005 Сг-1Ех	0-2,5
34	Температура подшипников насоса №1 (БН-2)	ТЕ	°С			+		4-20 мА	0-70	ТСП М-246 (Pt100)	-50-120
35	Температура подшипников двигателя №1 (БН-2)	ТЕ	°С			+		4-20 мА	0-70	ТСП М-246 (Pt100)	-50-120
36	Давление воды после насоса №1 (БН-2)	PIS	МПа	+				24В	0-1,65	ДМ-2005 Сг-1Ех	0-2,5
37	Насос №1 включен (БН-2)	HS NS				+		24В			
37	Включение насоса №1 (БН-2)	HS NS				+		24В			
37	Выключение насоса №1 (БН-2)	HS NS				+		24В			

38	Давление воды перед насосом №2 (БН-2)	PIS	МПа	+				24В	0-0,15	ДМ-2005 Cr-1Ex	0-2,5
39	Температура подшипников насоса №2 (БН-2)	TE	°С			+		4-20 мА	0-70	ТСП М-246 (Pt100)	-50-120
40	Температура подшипников двигателя №2 (БН-2)	TE	°С			+		4-20 мА	0-70	ТСП М-246 (Pt100)	-50-120
41	Давление воды после насоса №2 (БН-2)	PIS	МПа	+				24В	0-1,65	ДМ-2005 Cr-1Ex	0-2,5
42	Насос №2 включен (БН-2)	HS NS		+				24В			
42	Включение насоса №2 (БН-2)	HS NS				+		24В			
42	Выключение насоса №2 (БН-2)	HS NS				+		24В			
43	Давление воды перед насосом №3 (БН-2)	PIS	МПа	+				24В	0-0,15	ДМ-2005 Cr-1Ex	0-2,5
44	Температура подшипников насоса №3 (БН-2)	TE	°С			+		4-20 мА	0-70	ТСП М-246 (Pt100)	-50-120
45	Температура подшипников двигателя №3 (БН-2)	TE	°С			+		4-20 мА	0-70	ТСП М-246 (Pt100)	-50-120
46	Давление воды после насоса №3 (БН-2)	PIS	МПа	+				24В	0-1,65	ДМ-2005 Cr-1Ex	0-2,5
47	Насос №3 включен (БН-2)	HS NS		+				24В			
47	Включение насоса №3 (БН-2)	HS NS				+		24В			



47	Выключение насоса №3 (БН-2)	HS NS			+		24В			
48	Расход топливного газа в узле учета газа	FE FT	м <sup>3</sup> /ч			+	4-20 мА	2366	СВГ. М-2500	62,5-2500
49	Давление топливного газа в узле учета газа	PT	МПа			+	4-20 мА	0,02	Метран-100-ДИ	0-1
50	Температура топливного газа в узле учета газа	TT	°С			+	4-20 мА	30-50	ТСПМ-206	-50-200
51	Температура топливного газа на входе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1	TT	°С			+	4-20 мА	30-50	ТСПМ-206	-50-200
52	Расход топливного газа на входе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1	FE FT	м <sup>3</sup> /ч			+	4-20 мА	1183	СВГ. М-1600	40-1600
53	Температура подшипников вентилятора	TE	°С			+	4-20 мА	0-70	ТСММ-243 (100М)	-50-120
54	Дутьевой вентилятор включен	HS NS			+		24В			
54	Включение дутьевого вентилятора	HS NS			+		24В			
55	Регулирование давления пара в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1	PT	МПа			+	4-20 мА	1,4	Метран-100-ДИ	0-1,5
56	Клапан, регулирующий №5 (%-открытия)	HS NS	%			+	4-20 мА	0-100	МЭО	0-100

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

270304.2020.199 ПЗ

Лист

74

56	Клапан, регулирующий №5 (открыть)	HS NS			+			24В		МЭО	
56	Клапан, регулирующий №5 (закрыть)	HS NS			+			24В		МЭО	
57	Регулирование давления топливного газа на входе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1	PT	МПа			+		4-20 мА	0,02	Метран-100-ДИ	0-1
58	Регулирование давления потока воздуха на входе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1	PT	МПа			+		4-20 мА	0,01	Метран-100-ДИ	0-1
59	Клапан, регулирующий №6 (%-открытия)	HS NS	%			+		4-20 мА	0-100	МЭО	0-100
59	Клапан, регулирующий №6 (открыть)	HS NS			+			24В		МЭО	
59	Клапан, регулирующий №6 (закрыть)	HS NS			+			24В		МЭО	
60	Расход пара на выходе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1	FE FT	м <sup>3</sup> /ч			+		4-20 мА	62,5-2250	СВП-2500	0-2500
61	Контроль пламени в котле ДЕ-6,5/14-ГМ №1	BE			+			24В		ФД - 1	
62	Регулирование разрежения в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1	PT	МПа			+		4-20 мА	0-0,15	АДР 0.25.2	0-0,25

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

270304.2020.199 ПЗ

Лист

75

63	Клапан, регулирующий №8 (%- открытия)	HS NS	%			+		4-20 мА	0-100	МЭО	0-100
63	Клапан, регулирующий №8 (открыть)	HS NS				+		24В		МЭО	
63	Клапан, регулирующий №8 (закрыть)	HS NS				+		24В		МЭО	
64	Расход питательной воды на входе котла ДЕ- 6,5/14-ГМ №1	FE FT	м <sup>3</sup> /ч			+		4-20 мА	2-7	ЭрисВТ-50	0,8-30
65	Регулирование уровня воды в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1	LT	см			+		4-20 мА	90	Метран- 100-ДД	
66	Клапан, регулирующий №7 (%- открытия)	HS NS	%			+		4-20 мА	0-100	МЭО	0-100
66	Клапан, регулирующий №7 (открыть)	HS NS				+		24В		МЭО	
67	Сигнализация уровня воды в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1 (верхний уровень)	LE	см	+				24В	100	УЗС 207	8-300
67	Сигнализация уровня воды в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1 (нижний уровень)	LE	см	+				24В	50	УЗС 207	8-300
68	Температура питательной воды после экономайзера	TT	°С			+		4-20 мА	0-130	ТСПУ Метран- 276	0-150

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

69	Температура питательной воды перед экономайзером	ТТ	°С			+		4-20 мА	0-100	ТСПУ Метран-276	0-150
70	Давление воды на выходе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1	РТ	МПа			+		4-20 мА	0-0,7	Метран-100-ДИ	0-1
71	Температура воды на выходе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1	ТТ	°С			+		4-20 мА	0-180	ТСПУ Метран-276	0-200
72	Температура топливного газа на входе котла ДЕ-16/14-ГМ №2	ТТ	°С			+		4-20 мА	30-50	ТСПМ-206	-50-200
73	Расход топливного газа на входе котла ДЕ-16/14-ГМ №2	FE FT	м³/ч			+		4-20 мА	1183	СВГ. М-1600	40-1600
74	Температура подшипников вентилятора	ТЕ	°С			+		4-20 мА	0-70	ТСММ-243 (100М)	-50-120
75	Дутьевой вентилятор включен	HS NS		+				24В			
75	Включение дутьевого вентилятора	HS NS			+			24В			
75	Выключение дутьевого вентилятора	HS NS			+			24В			
76	Регулирование давления пара в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2	РТ	МПа			+		4-20 мА	1,4	Метран-100-ДИ	0-1,5
77	Клапан, регулирующий №9 (%-открытия)	HS NS	%			+		4-20 мА	0-100	МЭО	0-100

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

270304.2020.199 ПЗ

Лист

77

77	Клапан, регулирующий №9 (открыть)	HS NS			+			24В		МЭО	
77	Клапан, регулирующий №9 (закрыть)	HS NS			+			24В		МЭО	
78	Регулирование давления топливного газа на входе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2	PT	МПа			+		4-20 мА	0,02	Метран-100-ДИ	0-1
79	Регулирование давления потока воздуха на входе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2	PT	кПа			+		4-20 мА	0,01	Метран-100-ДИ	0-1
80	Клапан, регулирующий №10 (%-открытия)	HS NS	%			+		4-20 мА	0-100	МЭО	0-100
80	Клапан, регулирующий №10 (открыть)	HS NS				+		24В		МЭО	
80	Клапан, регулирующий №10 (закрыть)	HS NS				+		24В		МЭО	
81	Расход пара на выходе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2	FE FT	м <sup>3</sup> /ч			+		4-20 мА	62,5-2250	СВП-2500	0-2500
82	Контроль пламени в котле ДЕ-6,5/14-ГМ №2	BE			+			24В		ФД - 1	
83	Регулирование разрежения в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2	PT	МПа			+		4-20 мА	0-0,15	АДР 0.25.2	0-0,25

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

270304.2020.199 ПЗ

Лист

78

84	Клапан, регулирующий №12 (%-открытия)	HS NS	%			+		4-20 мА	0-100	МЭО	0-100
84	Клапан, регулирующий №12 (открыть)	HS NS				+		24В		МЭО	
84	Клапан, регулирующий №12 (закрыть)	HS NS				+		24В		МЭО	
85	Расход питательной воды на входе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2	FE FT	м <sup>3</sup> /ч			+		4-20 мА	2-7	ЭрисВТ-50	0,8-30
86	Регулирование уровня воды в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2	LT				+		4-20 мА	90	Метран-100-ДД	
87	Клапан, регулирующий №11 (%-открытия)	HS NS	%			+		4-20 мА	0-100	МЭО	0-100
87	Клапан, регулирующий №11 (открыть)	HS NS				+		24В		МЭО	
87	Клапан, регулирующий №11 (закрыть)	HS NS				+		24В		МЭО	
88	Сигнализация уровня воды в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2 (верхний уровень)	LE	см	+				24В	100	УЗС 207	8-300
88	Сигнализация уровня воды в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2 (нижний уровень)	LE	см	+				24В	50	УЗС 207	8-300

89	Температура питательной воды после экономайзера	ТТ	°С			+		4-20 мА	0-130	ТСПУ Метран-276	0-150
90	Температура питательной воды перед экономайзером	ТТ	°С			+		4-20 мА	0-90	ТСПУ Метран-276	0-100
91	Давление воды на выходе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2	РТ	МПа			+		4-20 мА	0-0,7	Метран-100-ДИ	0-1
92	Температура воды на выходе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2	ТТ	°С			+		4-20 мА	0-180	ТСПУ Метран-276	0-200
93	Температура подшипников вентилятора	ТЕ	°С			+		4-20 мА	0-70	ТСММ-243 (100М)	-50-120
94	Температура подшипников вентилятора	ТЕ	°С			+		4-20 мА	0-70	ТСММ-243 (100М)	-50-120
95	Вытяжной вентилятор включен	HS NS			+			24В			
95	Включение вытяжного вентилятора	HS NS				+		24В			
95	Выключение вытяжного вентилятора	HS NS				+		24В			
96	Вытяжной вентилятор включен	HS NS			+			24В			
96	Включение вытяжного вентилятора	HS NS				+		24В			
96	Выключение вытяжного вентилятора	HS NS				+		24В			



97	Контроль загазованности помещения (нижний придел)	QE	%			+		4-20 мА	5	СТМ-30	0-100
97	Контроль загазованности помещения (верхний придел)	QE	%			+		4-20 мА	50	СТМ-30	0-100
98	Контроль загазованности помещения (нижний придел)	QE	%			+		4-20 мА	5	СТМ-30	0-100
98	Контроль загазованности помещения (верхний придел)	QE	%			+		4-20 мА	50	СТМ-30	0-100
99	Вытяжной вентилятор включен	HS NS				+		24В			
99	Включение вытяжного вентилятора	HS NS				+		24В			
99	Выключение вытяжного вентилятора	HS NS				+		24В			
100	Вытяжной вентилятор включен	HS NS				+		24В			
100	Включение вытяжного вентилятора	HS NS				+		24В			
100	Выключение вытяжного вентилятора	HS NS				+		24В			
Сумма											
				29	46	76					



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица RTU

Таблица Б.1 – Таблица RTU

№ слота	№ контакта	Адрес ввода/вывода	Наименование параметра (единица измерения)	Тип сигнала				Пределы измерения датчика (исполнит, мех.)	Диапазон вх/вых сигнала
				DI	DO	AI	AO		
0	Процессорный модуль 1747-L543								
1 1746-PI161	0	I: 1.0	Температура подшипников насоса №1 (БН-1) (°С)			+		4-20 мА	-50-120
	1	I: 1.1	Температура подшипников двигателя №1 (БН-1) (°С)			+		4-20 мА	-50-120
	2	I: 1.2	Температура подшипников насоса №2 (БН-1) (°С)			+		4-20 мА	-50-120
	3	I: 1.3	Температура подшипников двигателя №2 (БН-1) (°С)			+		4-20 мА	-50-120
	4	I: 1.4	Давление пара в деаэраторе (МПа)			+		4-20 мА	0-1
	5	I: 1.5	Процент открытия клапана №1 (%)			+		4-20 мА	0-100
	6	I: 1.6	Уровень воды в деаэраторе			+		4-20 мА	
	7	I: 1.7	Процент открытия клапана №2 (%)			+		4-20 мА	0-100
	8	I: 1.8	Давление воды на выходе деаэратора (МПа)			+		4-20 мА	0-1
	9	I: 1.9	Температура воды на выходе деаэратора (°С)			+		4-20 мА	0-100
	10	I: 1.10	Расход воды на входе деаэратора (м³/ч)			+		4-20 мА	0,8-30
	11	I: 1.11	Температура дымовых газов после ТО-2 (°С)			+		4-20 мА	-50-200
	12	I: 1.12	Температура воды после ТО-2 (°С)			+		4-20 мА	0-100
	13	I: 1.13	Температура воды перед ТО-2 (°С)			+		4-20 мА	0-100
	14	I: 1.14	Процент открытия клапана №3 (%)			+		4-20 мА	0-100
15	I: 1.15	Давление воды перед ТО-2 (МПа)			+		4-20 мА	0-1	

2 1746-Н1161	0	I: 2.0	Давление воды после ТО-2 (МПа)		+	4-20 мА	0-1
	1	I: 2.1	Температура дымовых газов перед ТО-2 (°С)		+	4-20 мА	-50-200
	2	I: 2.2	Температура дымовых газов после ТО-1 (°С)		+	4-20 мА	-50-200
	3	I: 2.3	Температура воды после ТО-1 (°С)		+	4-20 мА	0-100
	4	I: 2.4	Температура воды перед ТО-1 (°С)		+	4-20 мА	0-100
	5	I: 2.5	Процент открытия клапана №4 (%)		+	4-20 мА	0-100
	6	I: 2.6	Давление воды после ТО-1 (МПа)		+	4-20 мА	0-1
	7	I: 2.7	Давление воды перед ТО-1 (МПа)		+	4-20 мА	0-1
	8	I: 2.8	Температура дымовых газов перед ТО-1 (°С)		+	4-20 мА	-50-200
	9	I: 2.9	Температура подшипников насоса №1 (БН-2) (°С)		+	4-20 мА	-50-120
	10	I: 2.10	Температура подшипников двигателя №1 (БН-2) (°С)		+	4-20 мА	-50-120
	11	I: 2.11	Температура подшипников насоса №2 (БН-2) (°С)		+	4-20 мА	-50-120
	12	I: 2.12	Температура подшипников двигателя №2 (БН-2) (°С)		+	4-20 мА	-50-120
	13	I: 2.13	Температура подшипников насоса №3 (БН-2) (°С)		+	4-20 мА	-50-120
	14	I: 2.14	Температура подшипников двигателя №3 (БН-2) (°С)		+	4-20 мА	-50-120
15	I: 2.15	Расход топливного газа в узле учета газа (м³/ч)		+	4-20 мА	62,5-2500	
3 1746-Н1161	0	I: 3.0	Давление топливного газа в узле учета газа (МПа)		+	4-20 мА	0-1
	1	I: 3.1	Температура топливного газа в узле учета газа (°С)		+	4-20 мА	-50-200
	2	I: 3.2	Температура топливного газа на входе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1 (°С)		+	4-20 мА	-50-200
	3	I: 3.3	Расход топливного газа на входе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1 (м³/ч)		+	4-20 мА	40-1600
	4	I: 3.4	Температура подшипников вентилятора (°С)		+	4-20 мА	-50-120
	5	I: 3.5	Давление пара в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1 (МПа)		+	4-20 мА	0-1,5

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

270304.2020.199 ПЗ

Лист

83

3 1746-НП161	6	I: 3.6	Процент открытия клапана №5 (%)			+		4-20 мА	0-100	
	7	I: 3.7	Давление топливного газа на входе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1 (МПа)			+		4-20 мА	0-1	
	8	I: 3.8	Давление потока воздуха на входе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1 (МПа)			+		4-20 мА	0-1	
	9	I: 3.9	Процент открытия клапана №6 (%)			+		4-20 мА	0-100	
	10	I: 3.10	Расход пара на выходе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1 (м³/ч)			+		4-20 мА	0-2500	
	11	I: 3.11	Процент открытия клапана №8 (%)			+		4-20 мА	0-100	
	12	I: 3.12	Расход питательной воды на входе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1 (м³/ч)			+		4-20 мА	0,8-30	
	13	I: 3.13	Уровень воды в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1 (см)			+		4-20 мА		
	14	I: 3.14	Процент открытия клапана №7 (%)			+		4-20 мА	0-100	
	15	I: 3.15	Температура питательной воды после экономайзера (°С)			+		4-20 мА	0-150	
	4 1746-НП161	0	I: 4.0	Температура питательной воды перед экономайзером (°С)			+		4-20 мА	0-150
		1	I: 4.1	Давление воды на выходе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1 (МПа)			+		4-20 мА	0-1
		2	I: 4.2	Температура воды на выходе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1 (°С)			+		4-20 мА	-50-200
		3	I: 4.3	Температура топливного газа на входе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2 (°С)			+		4-20 мА	-50-200
		4	I: 4.4	Расход топливного газа на входе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2 (м³/ч)			+		4-20 мА	40-1600
5		I: 4.5	Температура подшипников вентилятора (°С)			+		4-20 мА	-50-120	
6		I: 4.6	Давление пара в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2 (МПа)			+		4-20 мА	0-1,5	
7		I: 4.7	Процент открытия клапана №9 (%)			+		4-20 мА	0-100	
	8	I: 4.8	Давление топливного газа на входе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2 (кПа)			+		4-20 мА	0-1	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

270304.2020.199 ПЗ

Лист

84

4 1746-Н1161	9	I: 4.9	Давление потока воздуха на входе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2 (кПа)		+	4-20 мА	0-1
	10	I: 4.10	Процент открытия клапана №10 (%)		+	4-20 мА	0-100
	11	I: 4.11	Расход пара на выходе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2 (м <sup>3</sup> /ч)		+	4-20 мА	0-2500
	12	I: 4.12	Процент открытия клапана №12 (%)		+	4-20 мА	0-100
	13	I: 4.13	Расход питательной воды на входе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2 (м <sup>3</sup> /ч)		+	4-20 мА	0,8-30
	14	I: 4.14	Уровень воды в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2		+	4-20 мА	
5 1746-Н1161	0	I: 5.0	Температура питательной воды после экономайзера (°С)		+	4-20 мА	0-150
	2	I: 5.2	Давление воды на выходе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2 (МПа)		+	4-20 мА	0-1
	3	I: 5.3	Температура воды на выходе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2 (°С)		+	4-20 мА	0-200
	4	I: 5.4	Температура подшипников вентилятора (°С)		+	4-20 мА	-50-120
	5	I: 5.5	Температура подшипников вентилятора (°С)		+	4-20 мА	-50-120
	6	I: 5.6	Контроль загазованности помещения (нижний придел), %		+	4-20 мА	0-100
	7	I: 5.7	Контроль загазованности помещения (верхний придел), %		+	4-20 мА	0-100
	8	I: 5.8	Контроль загазованности помещения (нижний придел), %		+	4-20 мА	0-100
	9	I: 5.9	Контроль загазованности помещения (верхний придел), %		+	4-20 мА	0-100
	10	I: 5.10	Разрежение в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1 (МПа)		+	4-20 мА	0-0,25
	11	I: 5.11	Разрежение в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2 (МПа)		+	4-20 мА	0-0,25
6 1746-ИВ32	0	I: 6.0/0	Давление воды перед насосом №1 (БН-1) (МПа)	+		24В	0-2,5
	1	I: 6.0/1	Давление воды после насоса №1 (БН-1) (МПа)	+		24В	0-2,5
	2	I: 6.0/2	Насос №1 включен (БН-1)	+		24В	
	3	I: 6.0/3	Давление воды перед насосом №2 (БН-1)(МПа)	+		24В	0-2,5



6 1746-IB32	4	I: 6.0/4	Давление воды после насоса №2 (БН-1) (МПа)	+			24В	0-2,5
	5	I: 6.0/5	Насос №2 включен (БН-1)	+			24В	
	6	I: 6.0/6	Сигнализация уровня воды в деаэраторе (верхний уровень) (см)	+			24В	8-300
	7	I: 6.0/7	Сигнализация уровня воды в деаэраторе (нижний уровень) (см)	+			24В	8-300
	8	I: 6.0/8	Давление воды перед насосом №1 (БН-2) (МПа)	+			24В	0-2,5
	9	I: 6.0/9	Давление воды после насоса №1 (БН-2) (МПа)	+			24В	0-2,5
	10	I: 6.0/10	Насос №1 включен (БН-2)	+			24В	
	11	I: 6.0/11	Давление воды перед насосом №2 (БН-2) (МПа)	+			24В	0-2,5
	12	I: 6.0/12	Давление воды после насоса №2 (БН-2) (МПа)	+			24В	0-2,5
	13	I: 6.0/13	Насос №2 включен (БН-2)	+			24В	
	14	I: 6.0/14	Давление воды перед насосом №3 (БН-2) (МПа)	+			24В	0-2,5
	15	I: 6.0/15	Давление воды после насоса №3 (БН-2) (МПа)	+			24В	0-2,5
	16	I: 6.1/0	Насос №3 включен (БН-2)	+			24В	
	17	I: 6.1/1	Дутьевой вентилятор включен	+			24В	
	18	I: 6.1/2	Контроль пламени в котле ДЕ-6,5/14-ГМ №1	+			24В	
	19	I: 6.1/3	Сигнализация уровня воды в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1 (верхний уровень) (см)	+			24В	8-300
	20	I: 6.1/4	Сигнализация уровня воды в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1 (нижний уровень) (см)	+			24В	8-300
	21	I: 6.1/5	Дутьевой вентилятор включен	+			24В	
	22	I: 6.1/6	Контроль пламени в котле ДЕ-6,5/14-ГМ №2	+			24В	
	23	I: 6.1/7	Сигнализация уровня воды в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1 (верхний уровень) (см)	+			24В	8-300
	24	I: 6.1/8	Сигнализация уровня воды в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1 (нижний уровень) (см)	+			24В	8-300

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

270304.2020.199 ПЗ

Лист

86

7 1746-ОВ32	25	I: 6.1/9	Вытяжной вентилятор включен	+			24В	
	26	I: 6.1/10	Вытяжной вентилятор включен	+			24В	
	27	I: 6.1/11	Вытяжной вентилятор включен	+			24В	
	28	I: 6.1/12	Вытяжной вентилятор включен	+			24В	
	0	O: 7.0/0	Включение насоса №1 (БН-1)		+		24В	
	1	O: 7.0/1	Выключение насоса №1 (БН-1)		+		24В	
	2	O: 7.0/2	Включение насоса №2 (БН-1)		+		24В	
	3	O: 7.0/3	Выключение насоса №2 (БН-1)		+		24В	
	4	O: 7.0/4	Клапан, регулирующий №1 (открыть)		+		24В	
	5	O: 7.0/5	Клапан, регулирующий №1 (закрыть)		+		24В	
	6	O: 7.0/6	Клапан, регулирующий №2 (открыть)		+		24В	
	7	O: 7.0/7	Клапан, регулирующий №2 (закрыть)		+		24В	
	8	O: 7.0/8	Клапан, регулирующий №3 (открыть)		+		24В	
	9	O: 7.0/9	Клапан, регулирующий №3 (закрыть)		+		24В	
	10	O: 7.0/10	Клапан, регулирующий №4 (открыть)		+		24В	
	11	O: 7.0/11	Клапан, регулирующий №4 (закрыть)		+		24В	
	12	O: 7.0/12	Включение насоса №1 (БН-2)		+		24В	
13	O: 7.0/13	Выключение насоса №1 (БН-2)		+		24В		
14	O: 7.0/14	Включение насоса №2 (БН-2)		+		24В		
15	O: 7.0/15	Выключение насоса №2 (БН-2)		+		24В		
16	O:7.1/0	Включение насоса №3 (БН-2)		+		24В		
17	O: 7.1/1	Выключение насоса №3 (БН-2)		+		24В		

7 1746-ОВ32	18	О: 7.1/2	Включение дутьевого вентилятора	+		24В	
	19	О: 7.1/3	Выключение дутьевого вентилятора	+		24В	
	20	О: 7.1/4	Клапан, регулирующий №5 (открыть)	+		24В	
	21	О: 7.1/5	Клапан, регулирующий №5 (закрыть)	+		24В	
	22	О: 7.1/6	Клапан, регулирующий №6 (открыть)	+		24В	
	23	О: 7.1/7	Клапан, регулирующий №6 (закрыть)	+		24В	
	24	О: 7.1/8	Клапан, регулирующий №8 (открыть)	+		24В	
	25	О: 7.1/9	Клапан, регулирующий №8 (закрыть)	+		24В	
	26	О: 7.1/10	Клапан, регулирующий №7 (открыть)	+		24В	
	27	О: 7.1/11	Клапан, регулирующий №7 (закрыть)	+		24В	
	28	О: 7.1/12	Включение дутьевого вентилятора	+		24В	
	29	О: 7.1/13	Выключение дутьевого вентилятора	+		24В	
	30	О: 7.1/14	Клапан, регулирующий №9 (открыть)	+		24В	
	31	О: 7.1/15	Клапан, регулирующий №9 (закрыть)	+		24В	
	8 1746-ОВ32	0	О: 8.0/0	Клапан, регулирующий №10 (открыть)	+		24В
1		О: 8.0/1	Клапан, регулирующий №10 (закрыть)	+		24В	
2		О: 8.0/2	Клапан, регулирующий №12 (открыть)	+		24В	
3		О: 8.0/3	Клапан, регулирующий №12 (закрыть)	+		24В	
4		О: 8.0/4	Клапан, регулирующий №11 (открыть)	+		24В	
5		О: 8.0/5	Клапан, регулирующий №11 (закрыть)	+		24В	
6		О: 8.0/6	Включение вытяжного вентилятора	+		24В	

8 1746-ОВ32	7	О: 8.0/7	Выключение вытяжного вентилятора		+			24В	
	8	О: 8.0/8	Включение вытяжного вентилятора		+			24В	
	9	О: 8.0/9	Выключение вытяжного вентилятора		+			24В	
	10	О: 8.0/10	Включение вытяжного вентилятора		+			24В	
	11	О: 8.0/11	Выключение вытяжного вентилятора		+			24В	
	12	О: 8.0/12	Включение вытяжного вентилятора		+			24В	
	13	О: 8.0/13	Выключение вытяжного вентилятора		+			24В	
9	-	-	Резерв						
29	46	76							

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

270304.2020.199 ПЗ

Лист

89



## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Список переменных контроллера

Таблица В.1 – Список переменных в контроллере

Адрес переменной	Адрес ввода/вывода	Комментарий
F8: 0	I: 1.0	Температура подшипников насоса №1 (БН-1)
F8: 1	I: 1.1	Температура подшипников двигателя №1 (БН-1)
F8: 2	I: 1.2	Температура подшипников насоса №2 (БН-1)
F8: 3	I: 1.3	Температура подшипников двигателя №2 (БН-1)
F8: 4	I: 1.4	Давление пара в деаэраторе
F8: 5	I: 1.5	Процент открытия клапана №1
F8: 6	I: 1.6	Уровень воды в деаэраторе
F8: 7	I: 1.7	Процент открытия клапана №2
F8: 8	I: 1.8	Давление воды на выходе деаэратора
F8: 9	I: 1.9	Температура воды на выходе деаэратора
F8: 10	I: 1.10	Расход воды на входе деаэратора
F8: 11	I: 1.11	Температура дымовых газов после ТО-2
F8: 12	I: 1.12	Температура воды после ТО-2
F8: 13	I: 1.13	Температура воды перед ТО-2
F8: 14	I: 1.14	Процент открытия клапана №3
F8: 15	I: 1.15	Давление воды перед ТО-2
F8: 16	I: 2.0	Давление воды после ТО-2
F8: 17	I: 2.1	Температура дымовых газов перед ТО-2
F8: 18	I: 2.2	Температура дымовых газов после ТО-1
F8: 19	I: 2.3	Температура воды после ТО-1
F8: 20	I: 2.4	Температура воды перед ТО-1
F8: 21	I: 2.5	Процент открытия клапана №4
F8: 22	I: 2.6	Давление воды после ТО-1
F8: 23	I: 2.7	Давление воды перед ТО-1
F8: 24	I: 2.8	Температура дымовых газов перед ТО-1
F8: 25	I: 2.9	Температура подшипников насоса №1 (БН-2)
F8: 26	I: 2.10	Температура подшипников двигателя №1 (БН-2)
F8: 27	I: 2.11	Температура подшипников насоса №2 (БН-2)
F8: 28	I: 2.12	Температура подшипников двигателя №2 (БН-2)
F8: 29	I: 2.13	Температура подшипников насоса №3 (БН-2)
F8: 30	I: 2.14	Температура подшипников двигателя №3 (БН-2)
F8: 31	I: 2.15	Расход топливного газа в узле учета газа
F8: 32	I: 3.0	Давление топливного газа в узле учета газа
F8: 33	I: 3.1	Температура топливного газа в узле учета газа
F8: 34	I: 3.2	Температура топл. газа на входе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1
F8: 35	I: 3.3	Расход топливного газа на входе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1

F8: 36	I: 3.4	Температура подшипников вентилятора
F8: 37	I: 3.5	Давление пара в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1
F8: 38	I: 3.6	Процент открытия клапана №5
F8: 39	I: 3.7	Давление топливного газа на входе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1
F8: 40	I: 3.8	Давление потока воздуха на входе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1
F8: 41	I: 3.9	Процент открытия клапана №6
F8: 42	I: 3.10	Расход пара на выходе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1
F8: 43	I: 3.11	Процент открытия клапана №8
F8: 44	I: 3.12	Расход питательной воды на входе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1
F8: 45	I: 3.13	Уровень воды в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1
F8: 46	I: 3.14	Процент открытия клапана №7
F8: 47	I: 3.15	Температура питательной воды после экономайзера
F8: 48	I: 4.0	Температура питательной воды перед экономайзером
F8: 49	I: 4.1	Давление воды на выходе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1
F8: 50	I: 4.2	Температура воды на выходе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1
F8: 51	I: 4.3	Температура топл. газа на входе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2
F8: 52	I: 4.4	Расход топливного газа на входе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2
F8: 53	I: 4.5	Температура подшипников вентилятора
F8: 54	I: 4.6	Давление пара в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2
F8: 55	I: 4.7	Процент открытия клапана №9
F8: 56	I: 4.8	Давление топливного газа на входе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2
F8: 57	I: 4.9	Давление потока воздуха на входе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2
F8: 58	I: 4.10	Процент открытия клапана №10
F8: 59	I: 4.11	Расход пара на выходе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2
F8: 60	I: 4.12	Процент открытия клапана №12
F8: 61	I: 4.13	Расход питательной воды на входе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2
F8: 62	I: 4.14	Уровень воды в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2
F8: 63	I: 4.15	Процент открытия клапана №11
F8: 64	I: 5.0	Температура питательной воды после экономайзера
F8: 65	I: 5.1	Температура питательной воды перед экономайзером
F8: 66	I: 5.2	Давление воды на выходе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2
F8: 67	I: 5.3	Температура воды на выходе котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2
F8: 68	I: 5.4	Температура подшипников вентилятора
F8: 69	I: 5.5	Температура подшипников вентилятора
F8: 70	I: 5.6	Контроль загазованности помещения (нижний придел)
F8: 71	I: 5.7	Контроль загазованности помещения (верхний придел)
F8: 72	I: 5.8	Контроль загазованности помещения (нижний придел)
F8: 73	I: 5.9	Контроль загазованности помещения (верхний придел)
F8: 74	I: 5.10	Разрежение в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1
F8: 75	I: 5.11	Разрежение в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №2
V3: 0/0	I: 6.0/0	Давление воды перед насосом №1(БН-1)
V3: 0/1	I: 6.0/1	Давление воды после насоса №1 (БН-1)

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

270304.2020.199 ПЗ

Лист

91

V3: 0/2	I: 6.0/2	Насос №1 включен (БН-1)
V3: 0/3	I: 6.0/3	Давление воды перед насосом №2 (БН-1)
V3: 0/4	I: 6.0/4	Давление воды после насоса №2 (БН-1)
V3: 0/5	I: 6.0/5	Насос №2 включен (БН-1)
V3: 0/6	I: 6.0/6	Сигнализация уровня воды в деаэраторе (верхний уровень)
V3: 0/7	I: 6.0/7	Сигнализация уровня воды в деаэраторе (нижний уровень)
V3: 0/8	I: 6.0/8	Давление воды перед насосом №1 (БН-2)
V3: 0/9	I: 6.0/9	Давление воды после насоса №1 (БН-2)
V3: 0/10	I: 6.0/10	Насос №1 включен (БН-2)
V3: 0/11	I: 6.0/11	Давление воды перед насосом №2 (БН-2)
V3: 0/12	I: 6.0/12	Давление воды после насоса №2 (БН-2)
V3: 0/13	I: 6.0/13	Насос №2 включен (БН-2)
V3: 0/14	I: 6.0/14	Давление воды перед насосом №3 (БН-2)
V3: 0/15	I: 6.0/15	Давление воды после насоса №3 (БН-2)
V3: 1/0	I: 6.1/0	Насос №3 включен (БН-2)
V3: 1/1	I: 6.1/1	Дутьевой вентилятор включен
V3: 1/2	I: 6.1/2	Контроль пламени в котле ДЕ-6,5/14-ГМ №1
V3: 1/3	I: 6.1/3	Сигнализация уровня воды в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1 (верхний уровень)
V3: 1/4	I: 6.1/4	Сигнализация уровня воды в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1 (нижний уровень)
V3: 1/5	I: 6.1/5	Дутьевой вентилятор включен
V3: 1/6	I: 6.1/6	Контроль пламени в котле ДЕ-6,5/14-ГМ №2
V3: 1/7	I: 6.1/7	Сигнализация уровня воды в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1 (верхний уровень)
V3: 1/8	I: 6.1/8	Сигнализация уровня воды в барабане котла ДЕ-6,5/14-ГМ №1 (нижний уровень)
V3: 1/9	I: 6.1/9	Вытяжной вентилятор включен
V3: 1/10	I: 6.1/10	Вытяжной вентилятор включен
V3: 1/11	I: 6.1/11	Вытяжной вентилятор включен
V3: 1/12	I: 6.1/12	Вытяжной вентилятор включен

# ПРИЛОЖЕНИЕ Г

## Листинг программы

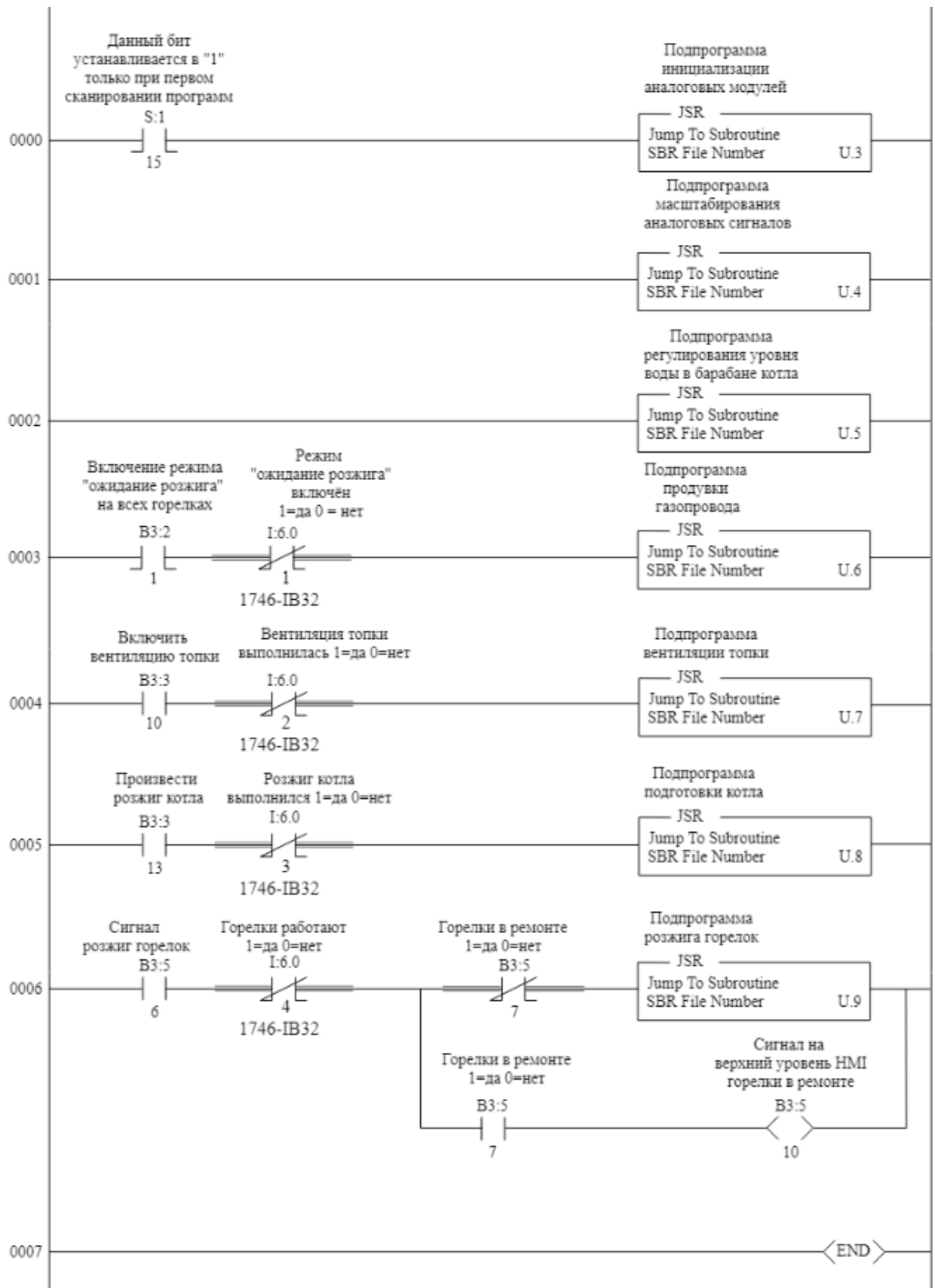


Рисунок Г.1 – Основная программа

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

270304.2020.199 ПЗ

Лист

93

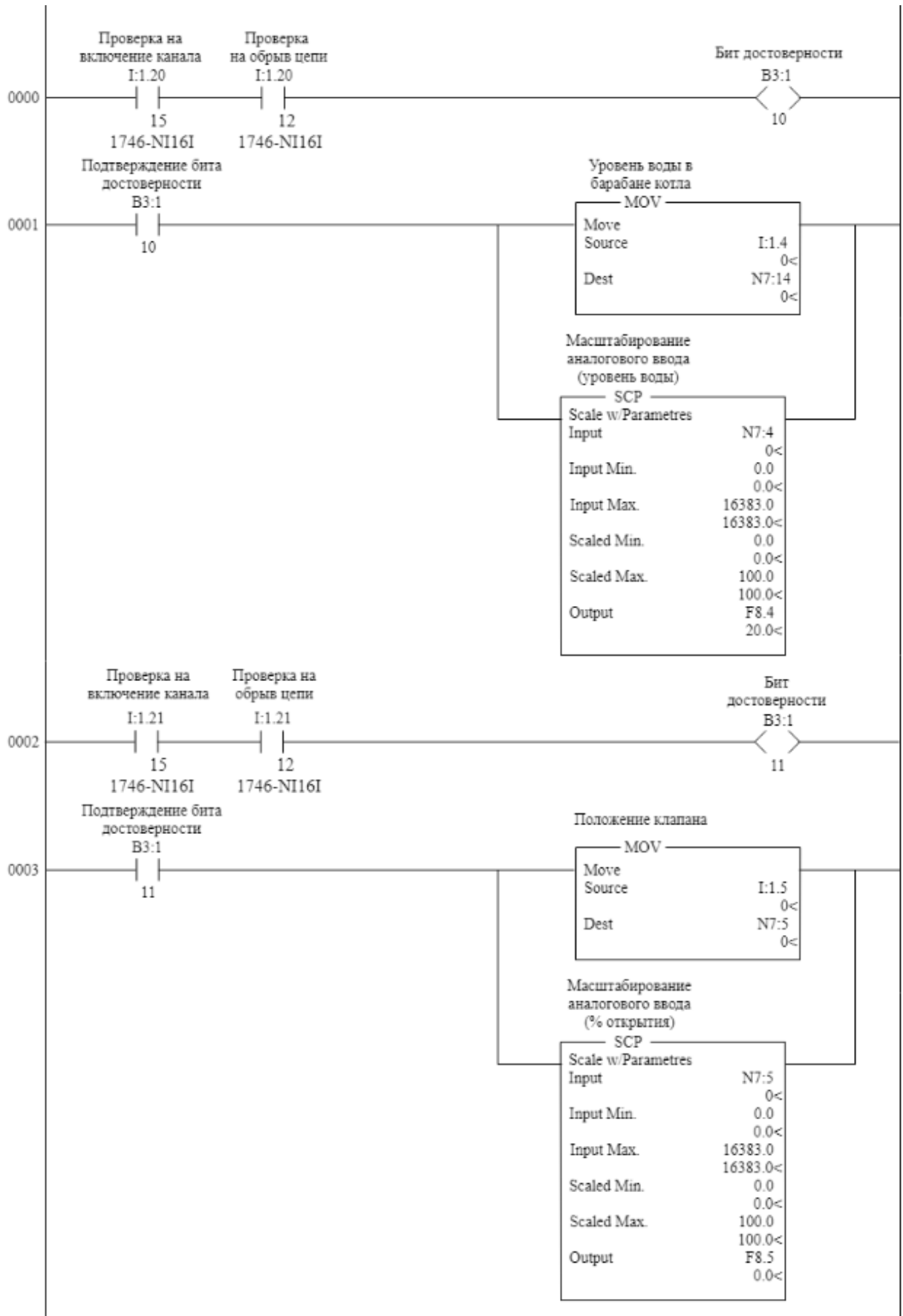


Рисунок Г.2 – Начало подпрограммы регулирования уровня воды в барабане котла

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

270304.2020.199 ПЗ

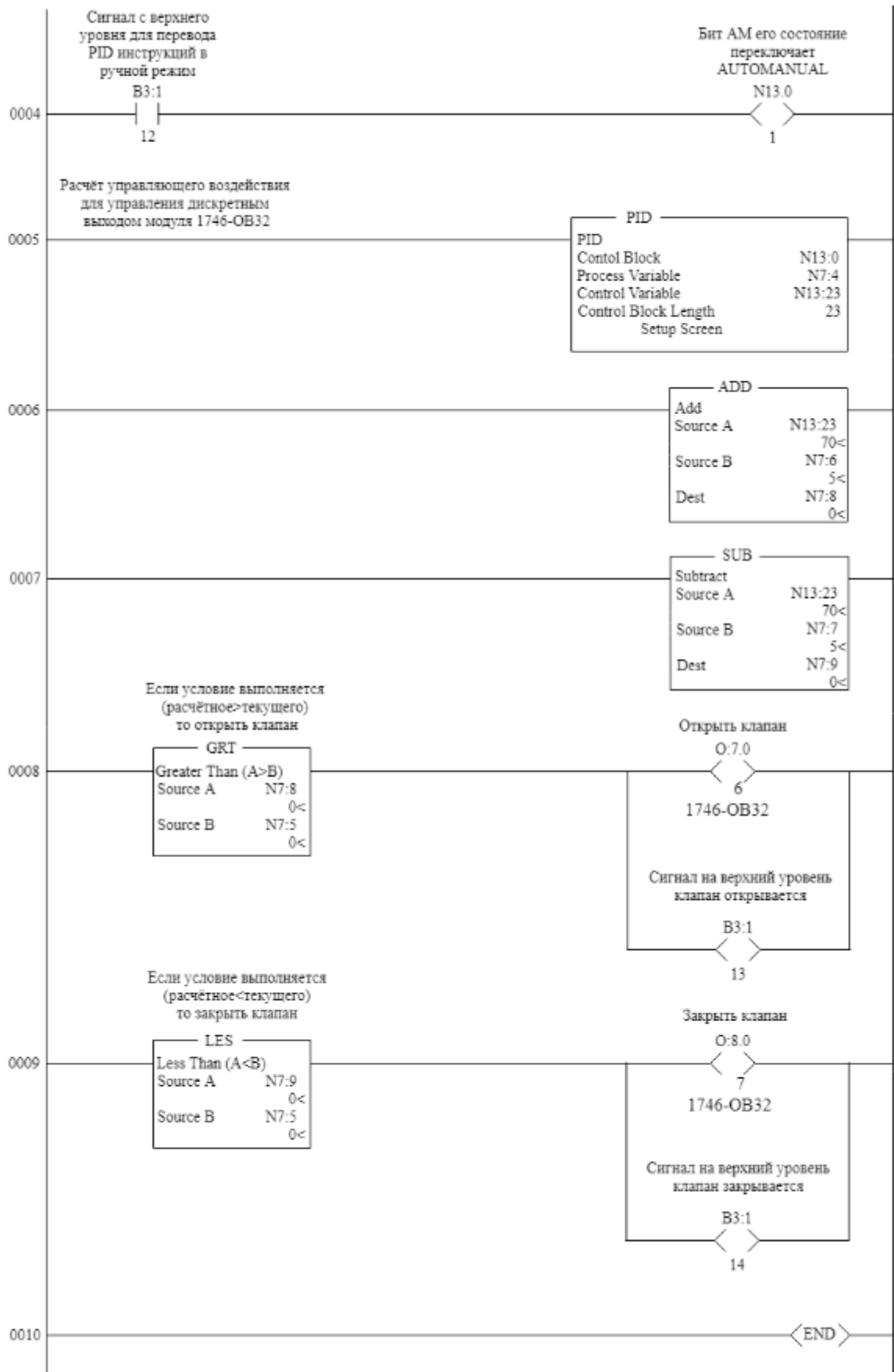


Рисунок Г.3 – Окончание подпрограммы регулирования уровня воды в барабане  
 КОТЛА

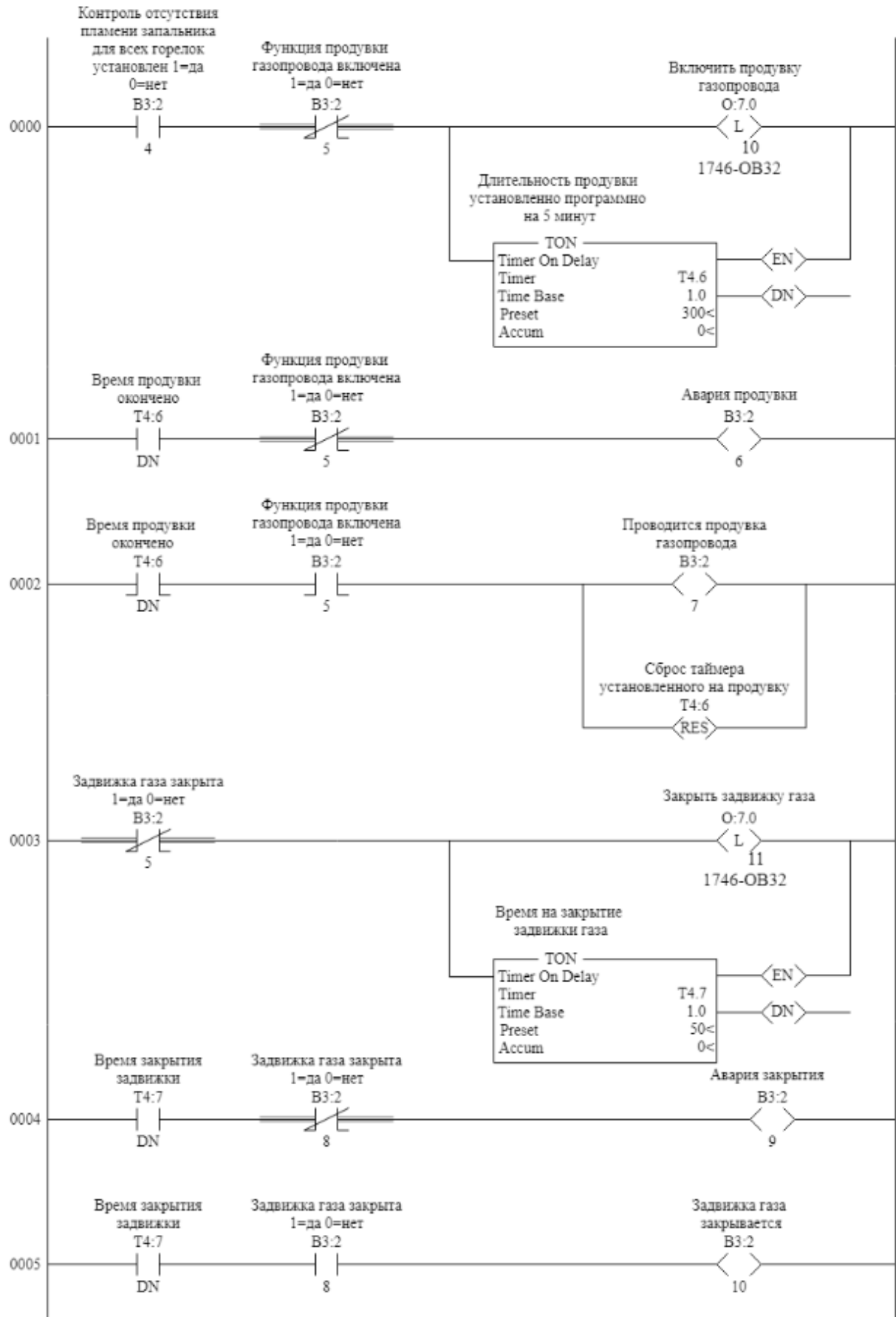


Рисунок Г.4 – Начало подпрограммы подготовки газопровода

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

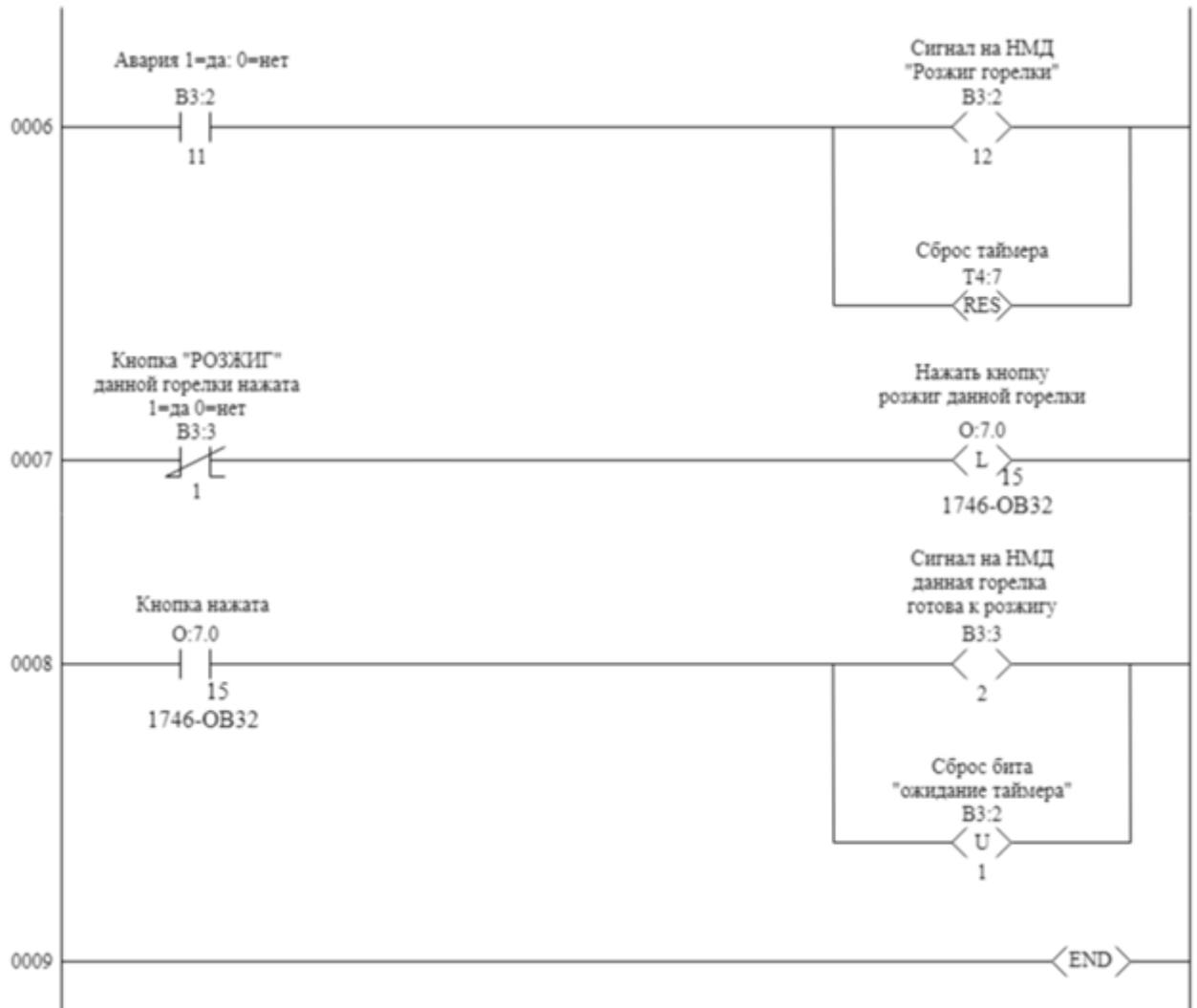


Рисунок Г.5 – Окончание подпрограммы подготовки газопровода

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

270304.2020.199 ПЗ



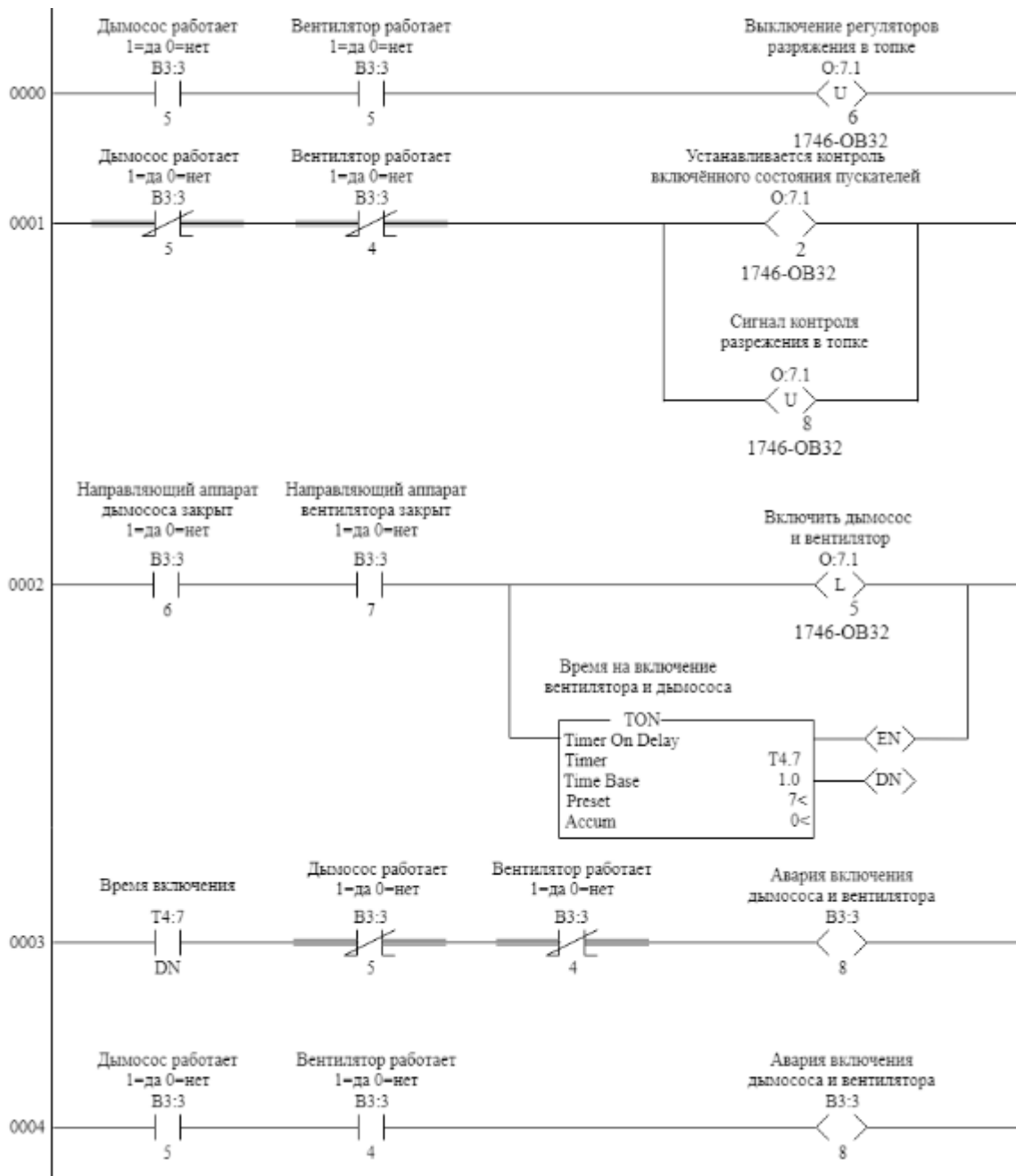


Рисунок Г.6 – Вентиляция топки

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

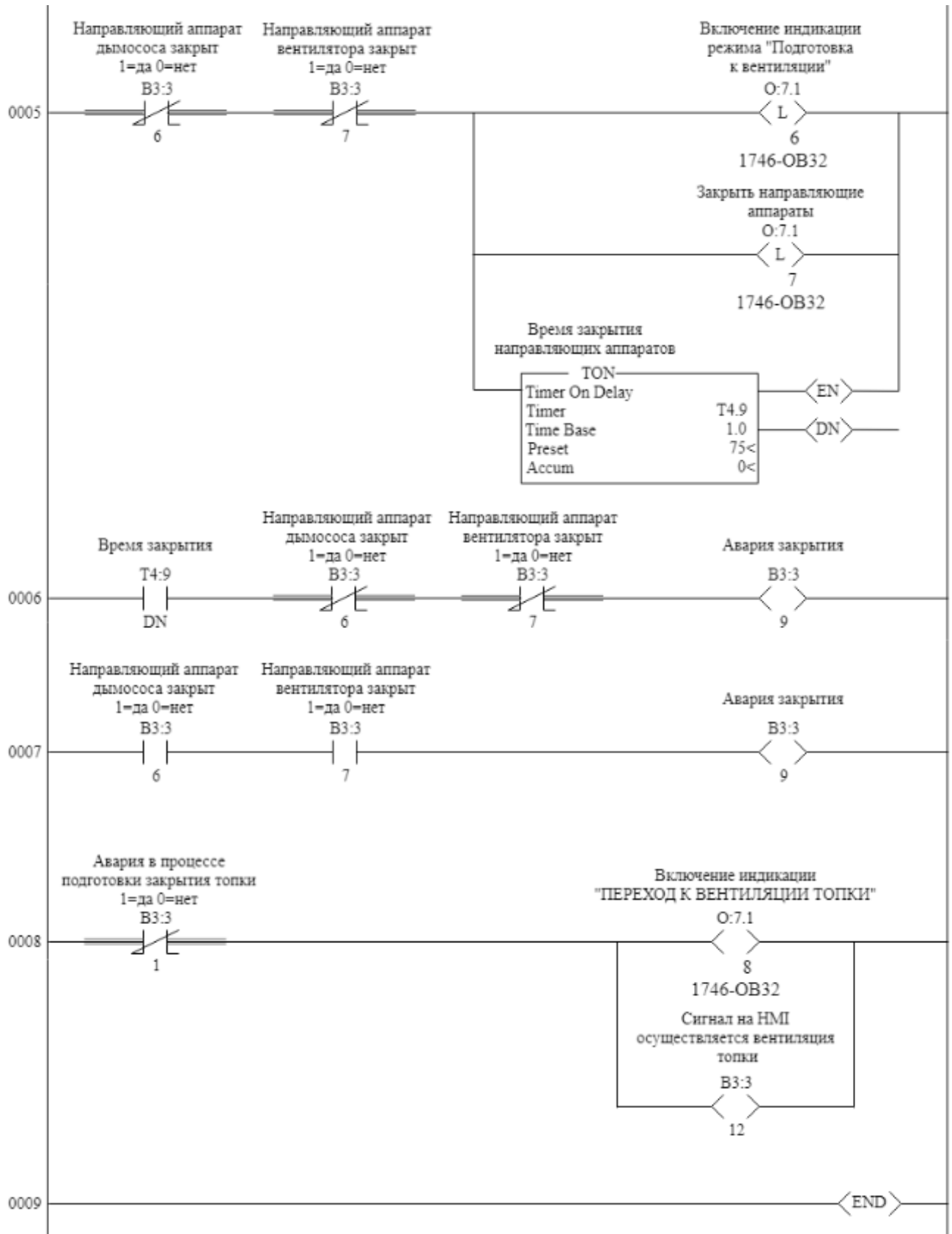


Рисунок Г.7 –Вентиляция топки: окончание подпрограммы

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

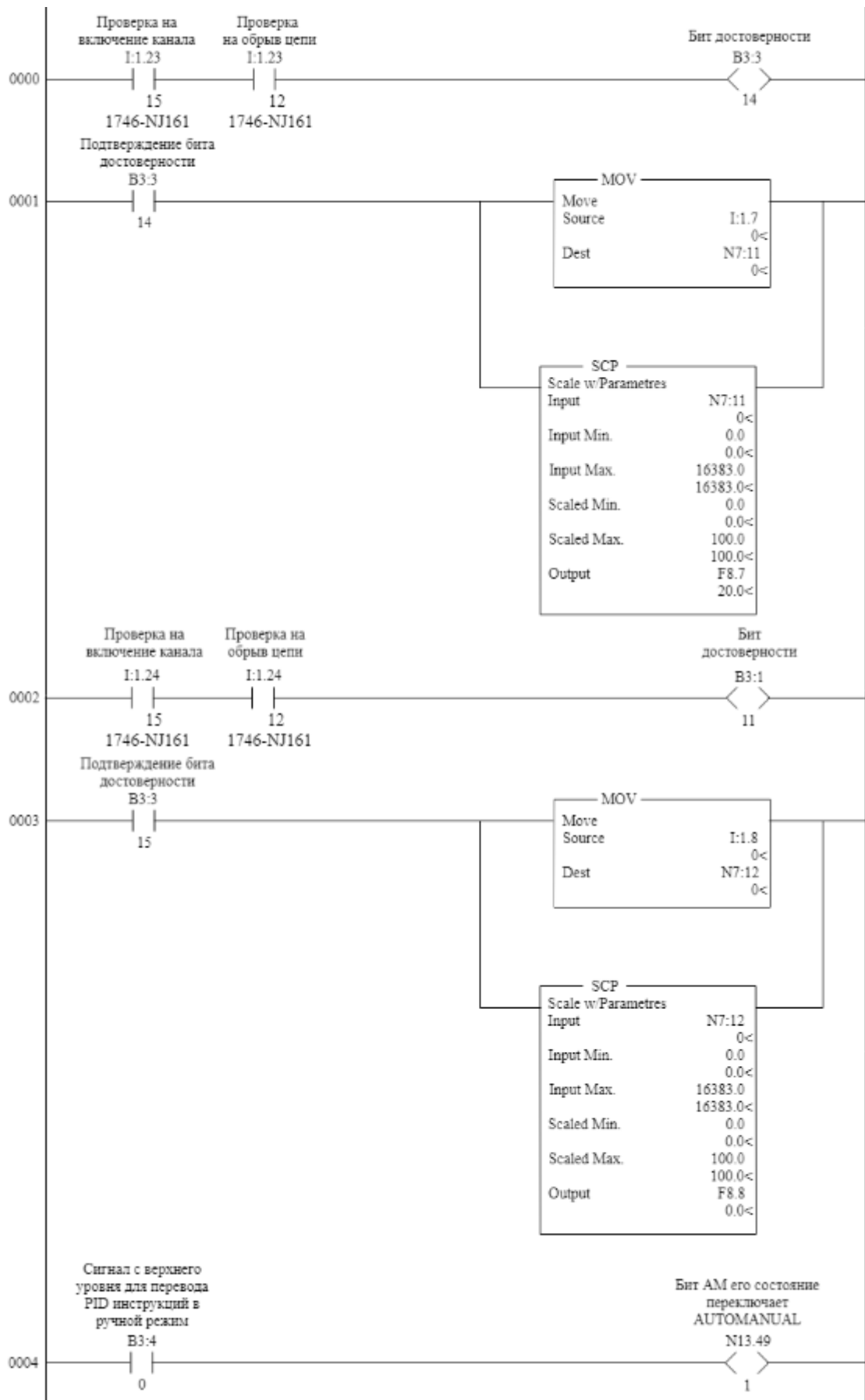


Рисунок Г.8 – Подготовка к розжигу котла 1

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

270304.2020.199 ПЗ

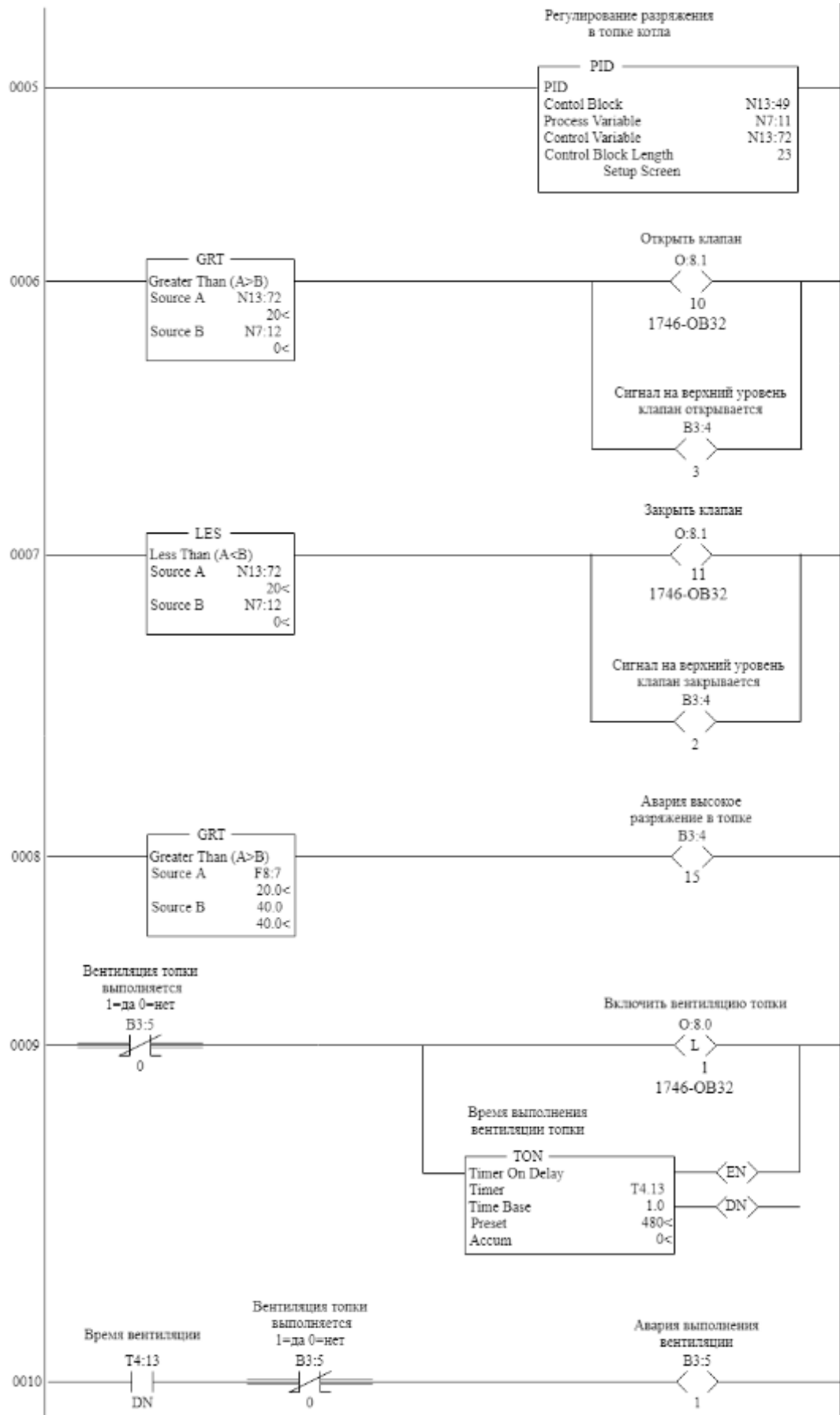


Рисунок Г.9 – Подготовка к розжигу 2

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

270304.2020.199 ПЗ

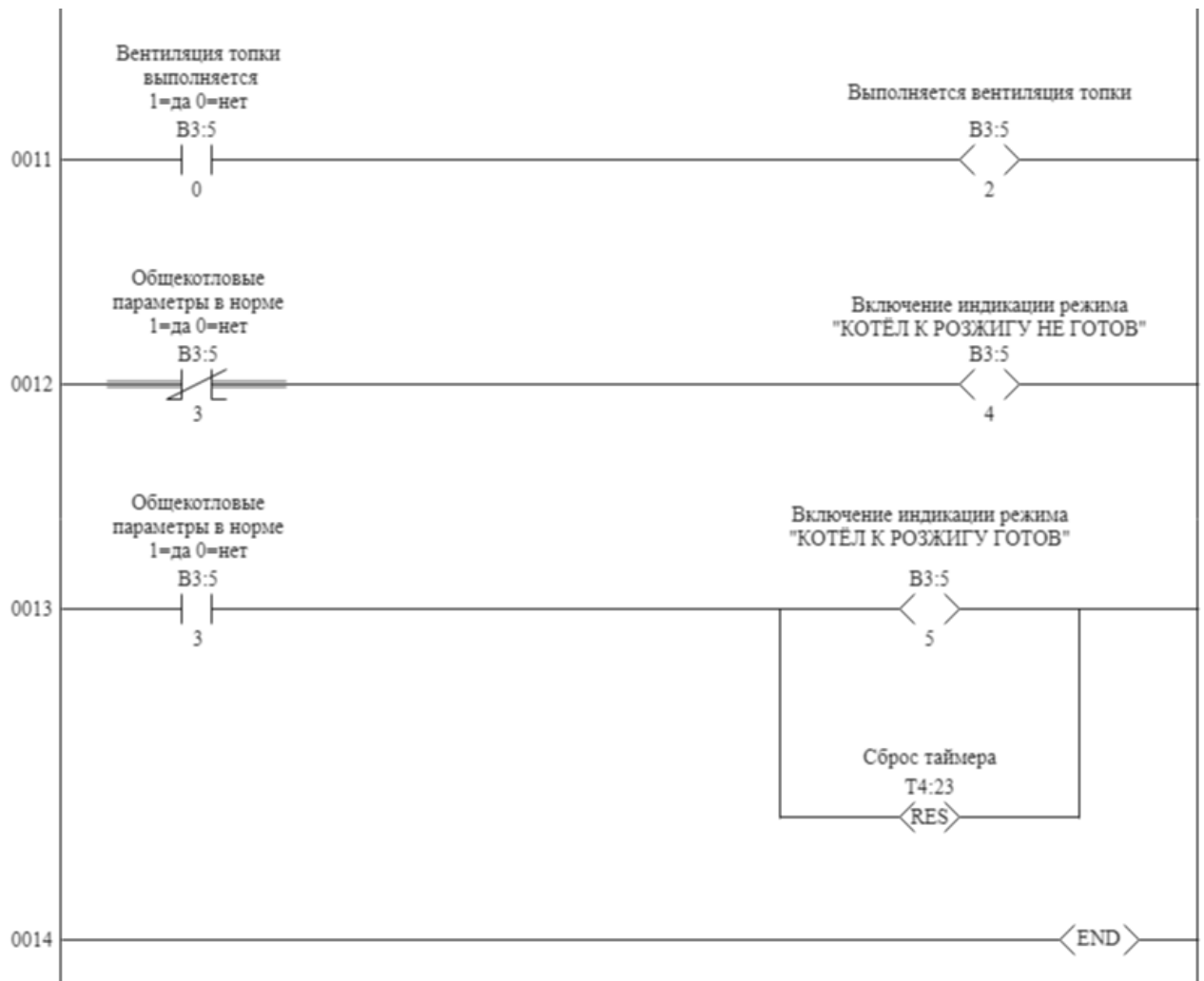


Рисунок Г.10 – Окончание подпрограммы подготовки котла к розжигу

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

# ПРИЛОЖЕНИЕ Д

## Экраны НМІ

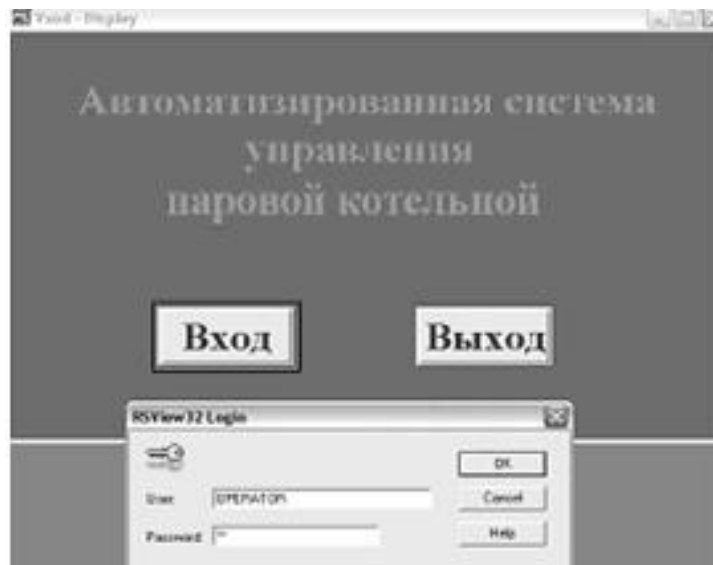


Рисунок Д.1 – Login window

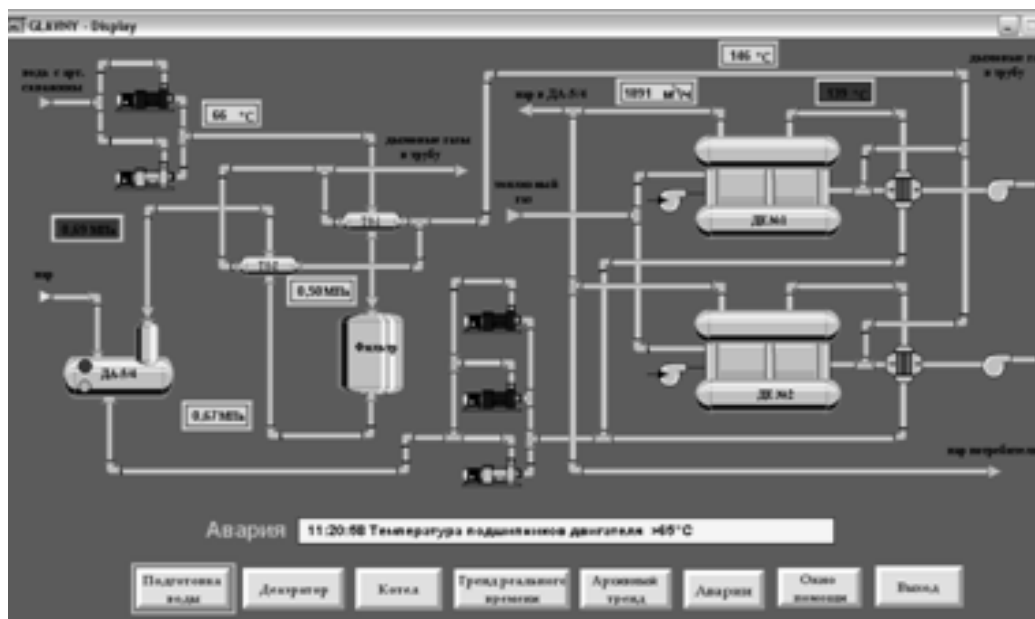


Рисунок Д.2 – Main screen

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

270304.2020.199 ПЗ

Лист

103

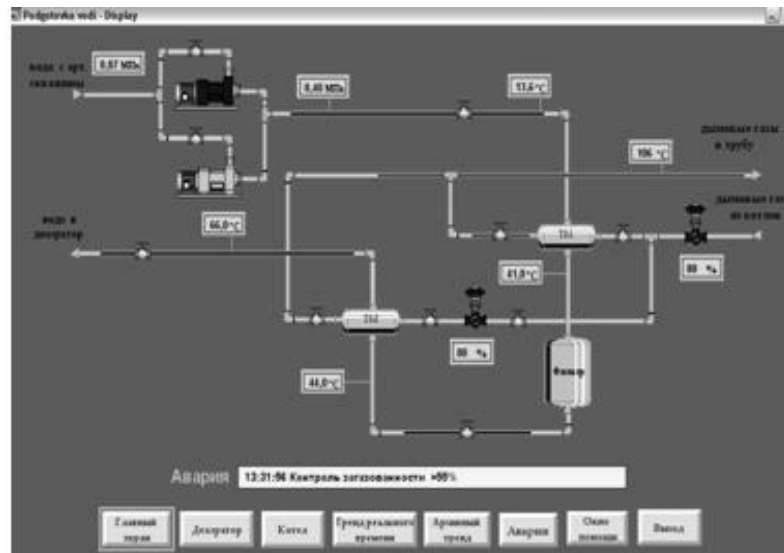


Рисунок Д.3 - Подготовка воды

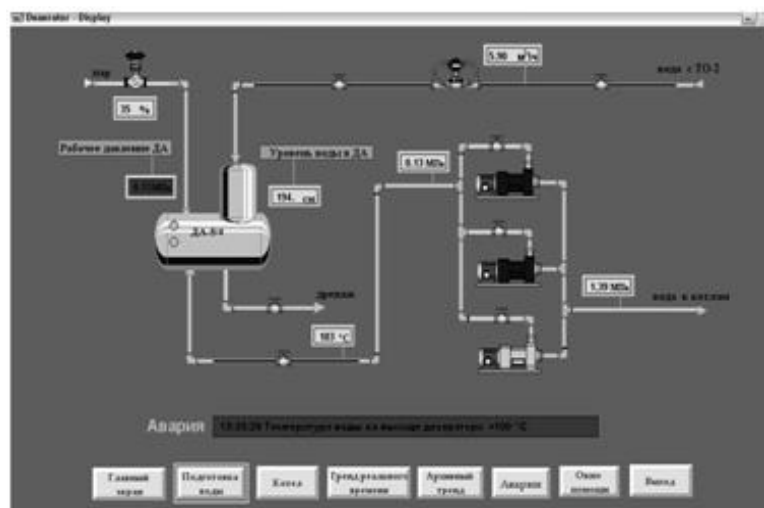


Рисунок Д.4 - Deaerator

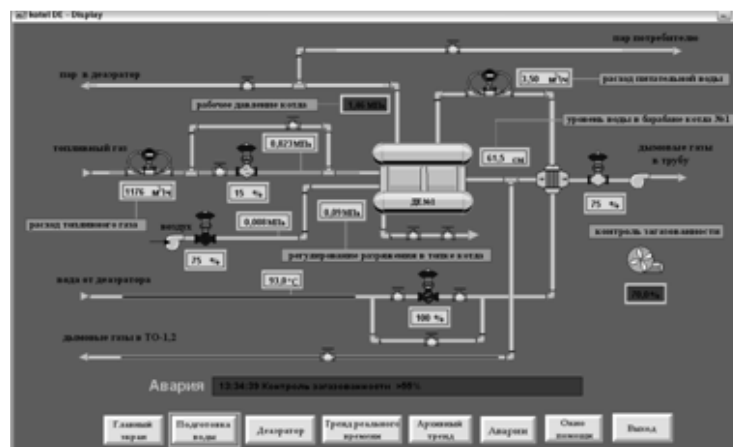


Рисунок Д.5 – Boiler

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

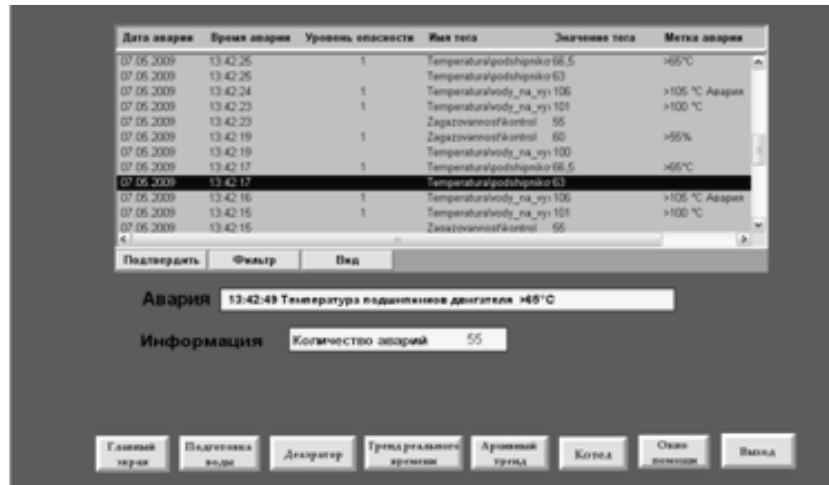


Рисунок Д.6 – Alarm Screen

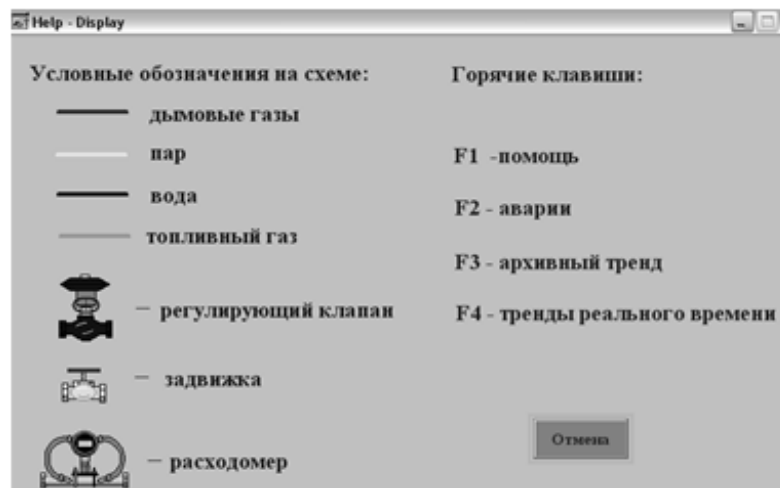


Рисунок Д.7 – Help Window

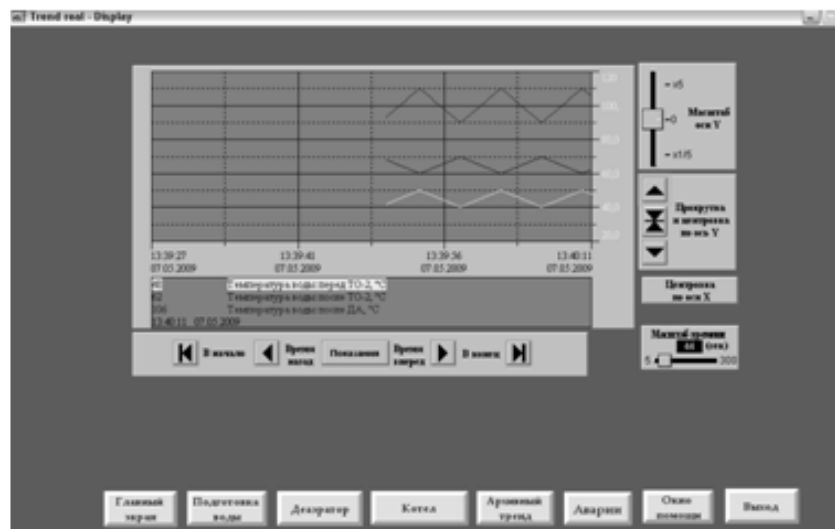


Рисунок Д.8 – Real time trend



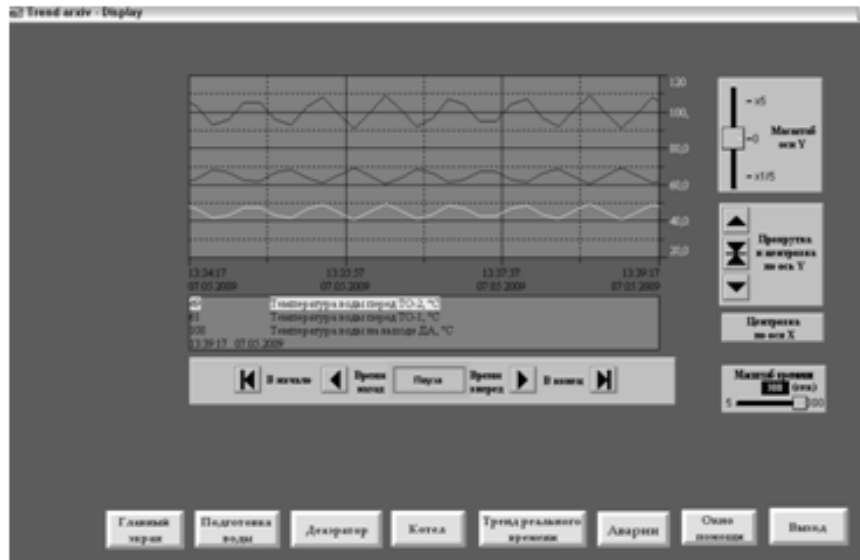


Рисунок Д.9 – Archive trend

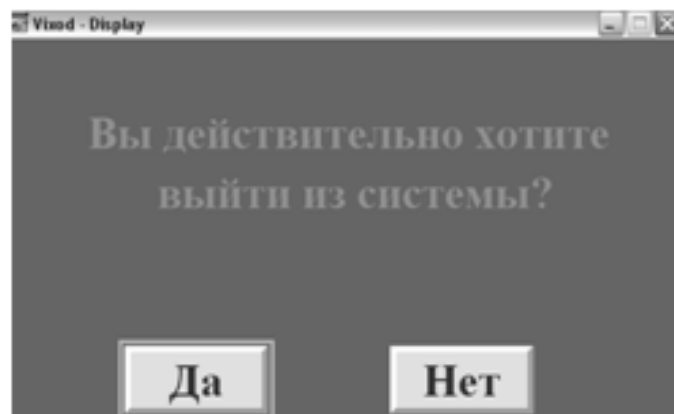
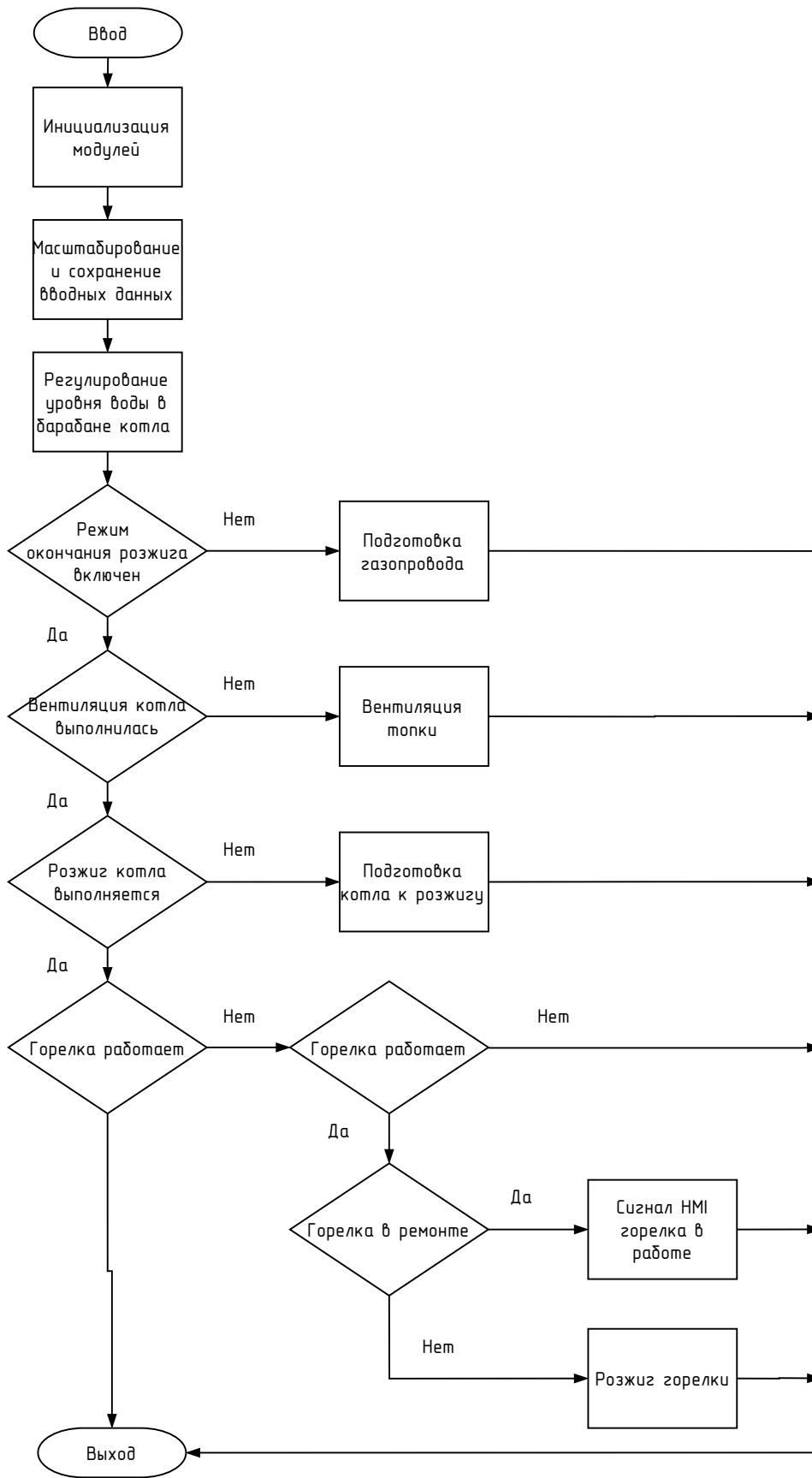


Рисунок Д.10 – Logout window

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Схемы и чертежи

					270304.2020.199 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		107



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

Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
Разработал		Баловнев В.И.		11.06
Проверил		Канашев Е.А.		11.06
Н.контр		Бардасова Т.А.		
Утв.		Казаринов Л.С.		

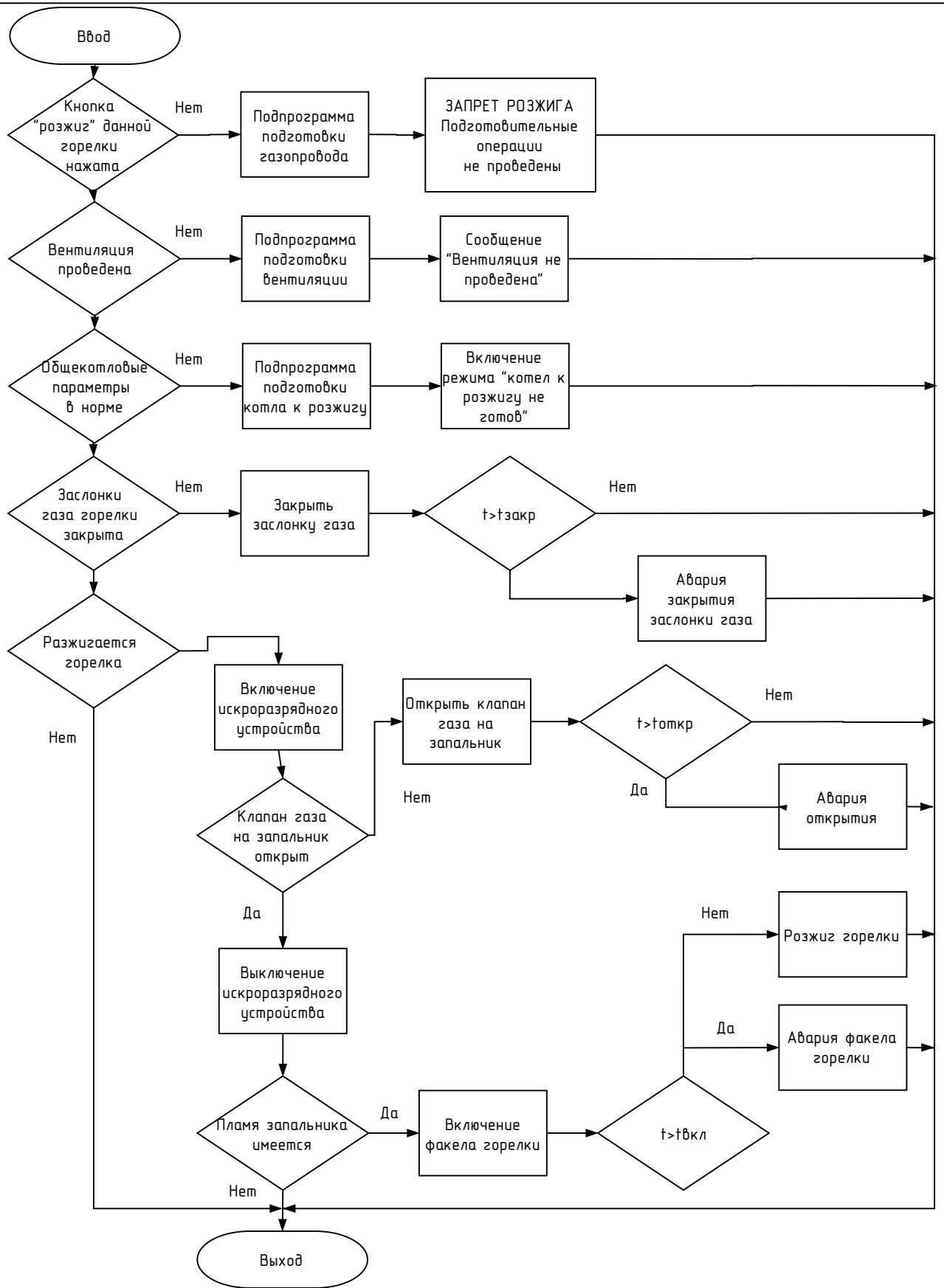
270304.2020.199.01 Д22

Автоматизированная система управления городской котельной

Алгоритм основной программы

Лист	1	Листов	1
------	---	--------	---

ЮУрГУ (НИУ)  
Кафедра АиУ



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

Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
Разработал		Баловнев В.И.		11.06
Проверил		Канашев Е.А.		11.06
Н.контр		Бардасова Т.А.		
Умв.		Казаринов Л.С.		

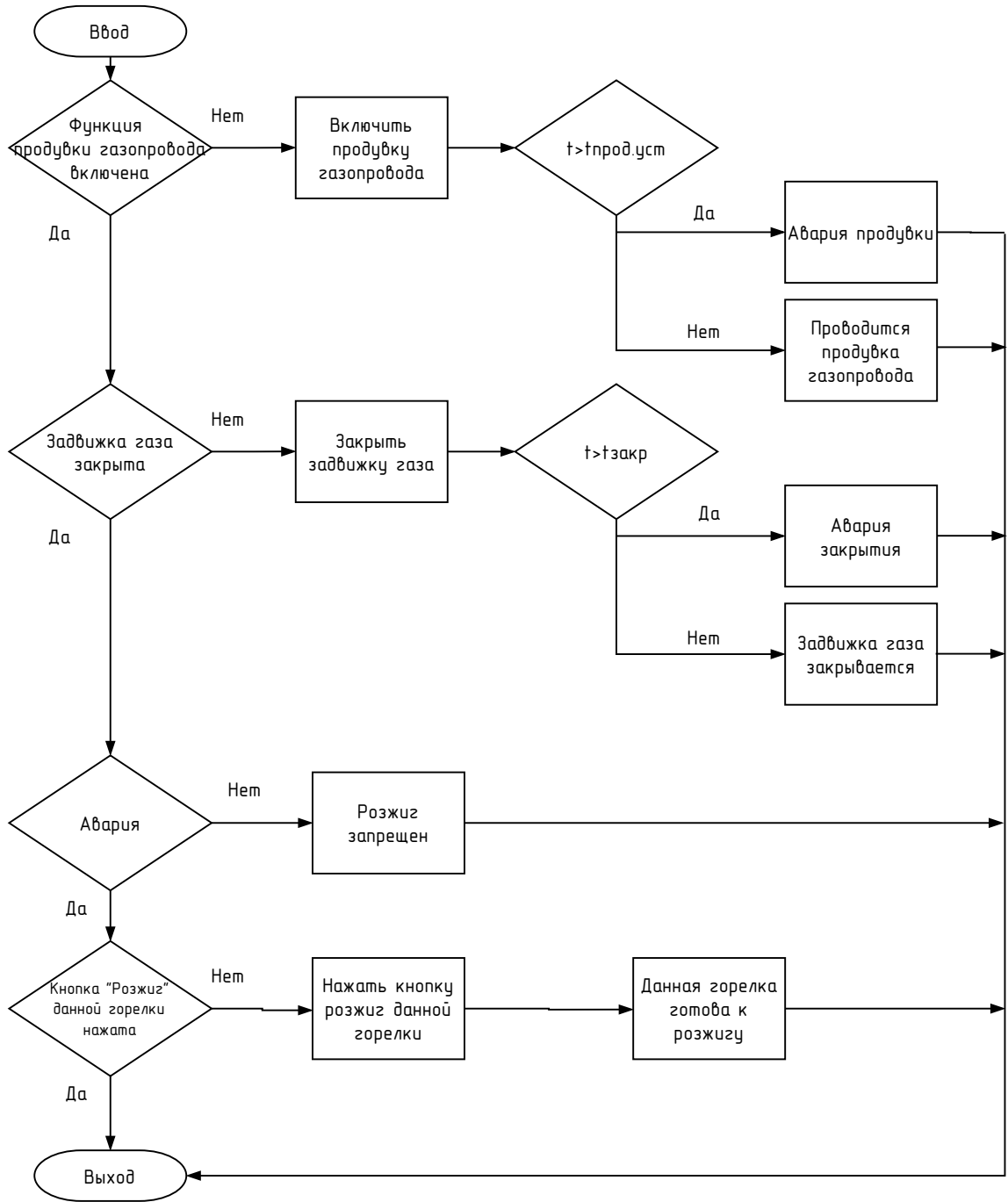
270304.2020.199.02 Д22

Автоматизированная система  
управления городской котельной

Алгоритм подпрограммы  
розжига горелки

Лист	Масса	Масштаб
1		
Лист	1	Листов 1

ЮУрГУ (НИУ)  
Кафедра АиУ



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

Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
Разработал		Баловнев В.И.		11.06
Проверил		Канашев Е.А.		11.06
Н.контр		Бардасова Т.А.		
Учв.		Казаринов Л.С.		

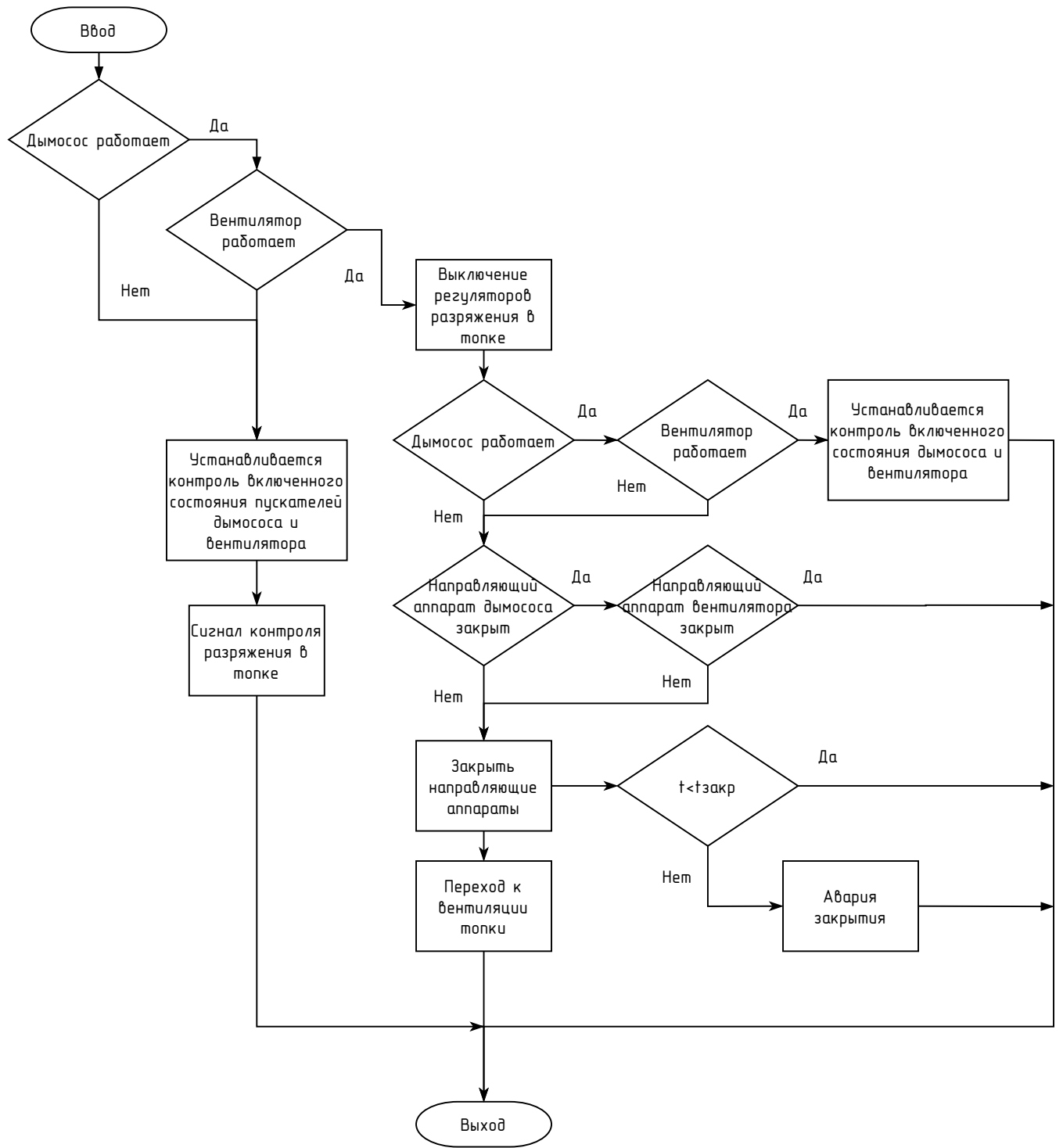
270304.2020.199.03 Д22

Автоматизированная система управления городской котельной

Алгоритм подпрограммы подготовки газопровода

Лист	1	Масса		Масштаб	
Лист	1	Листов	1		

ЮУрГУ (НИУ)  
Кафедра АиУ



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

Подп. и дата				
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
Разработал		Баловнев В.И.		11.06
Проверил		Канашев Е.А.		11.06
Интв. № подл.				
Н.контр		Бардасова Т.А.		
Утв.		Казаринов Л.С.		

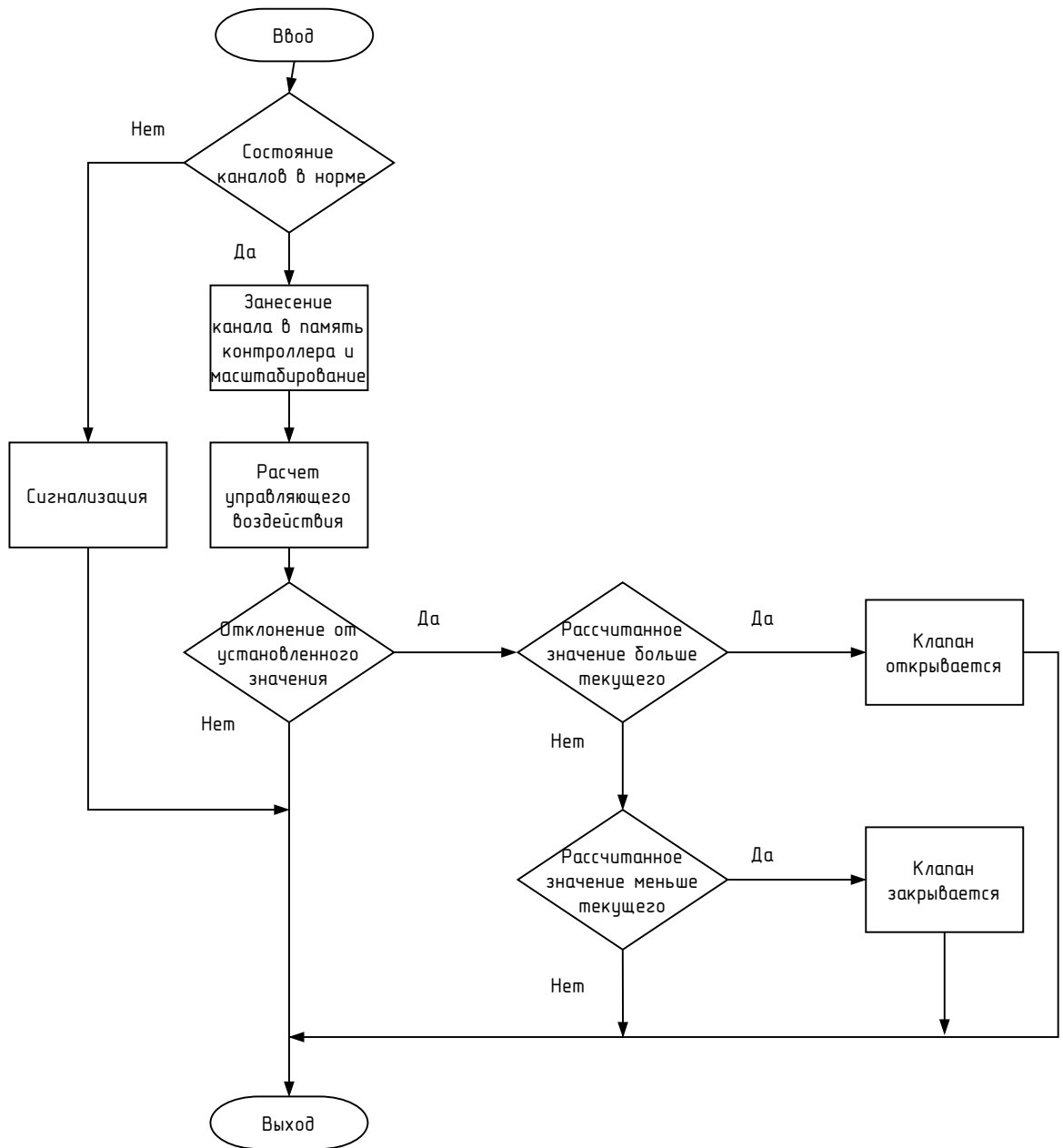
270304.2020.199.04 Д22

Автоматизированная система управления городской котельной

Алгоритм подпрограммы вентиляции топки

Лит.	Масса	Масштаб
Лист 1	Листов 1	

ЮУрГУ (НИУ)  
Кафедра АиУ



Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
Разработал		Баловнев В.И.		11.06
Проверил		Канашев Е.А.		11.06
Н.контр		Бардасова Т.А.		
Утв.		Казаринов Л.С.		

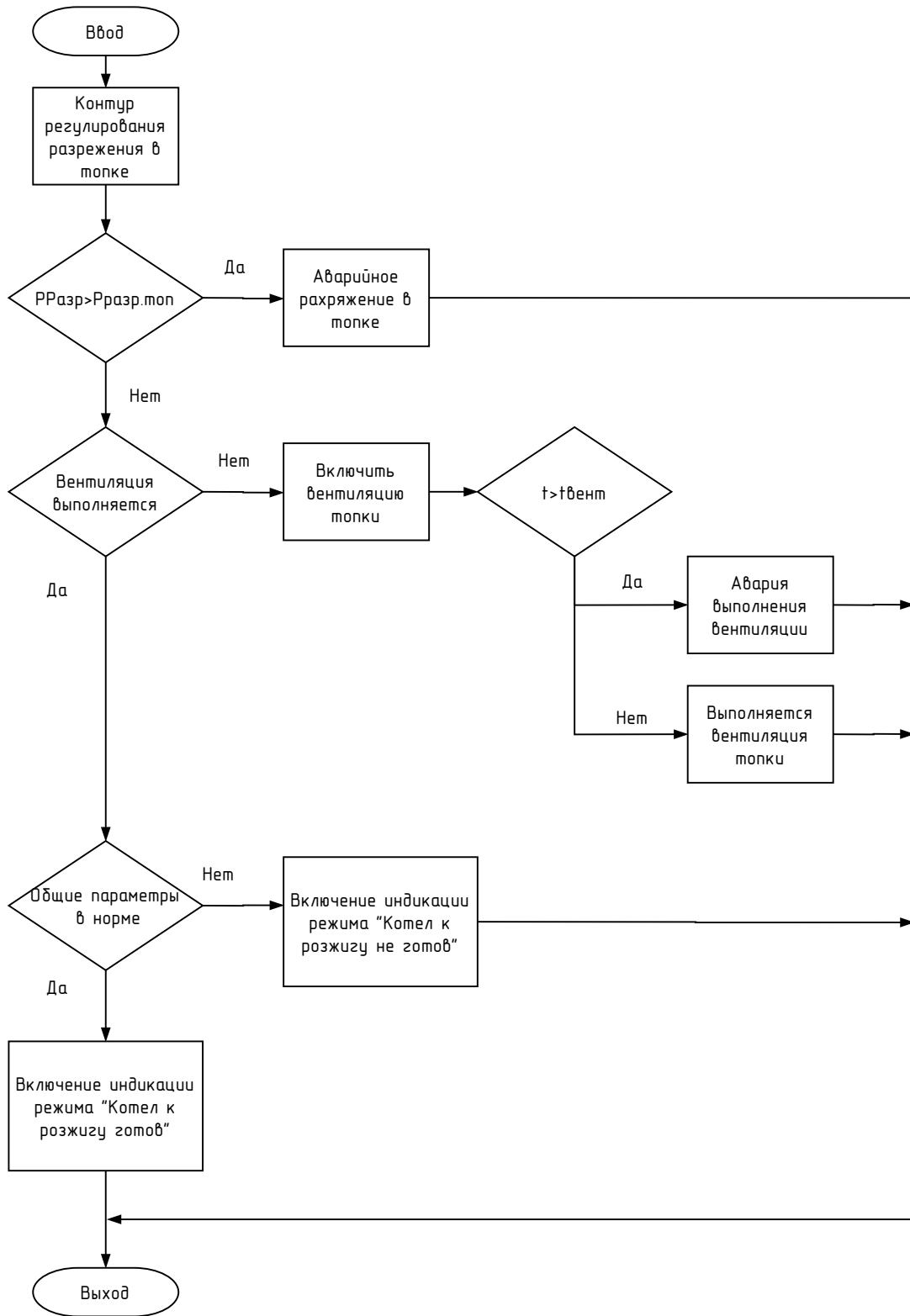
270304.2020.199.05 Д22

Автоматизированная система управления городской котельной

Алгоритм подпрограммы в барабане компа

Лит.	Масса	Масштаб
Лист	1	Листов 1

ЮУрГУ (НИУ) Кафедра АиУ



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

Подп. и дата				
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
Разработал		Баловнев В.И.		11.06
Проверил		Канашев Е.А.		11.06
Интв. № подл.				
Н.контр		Бардасова Т.А.		
Утв.		Казаринов Л.С.		

270304.2020.199.06 Д22

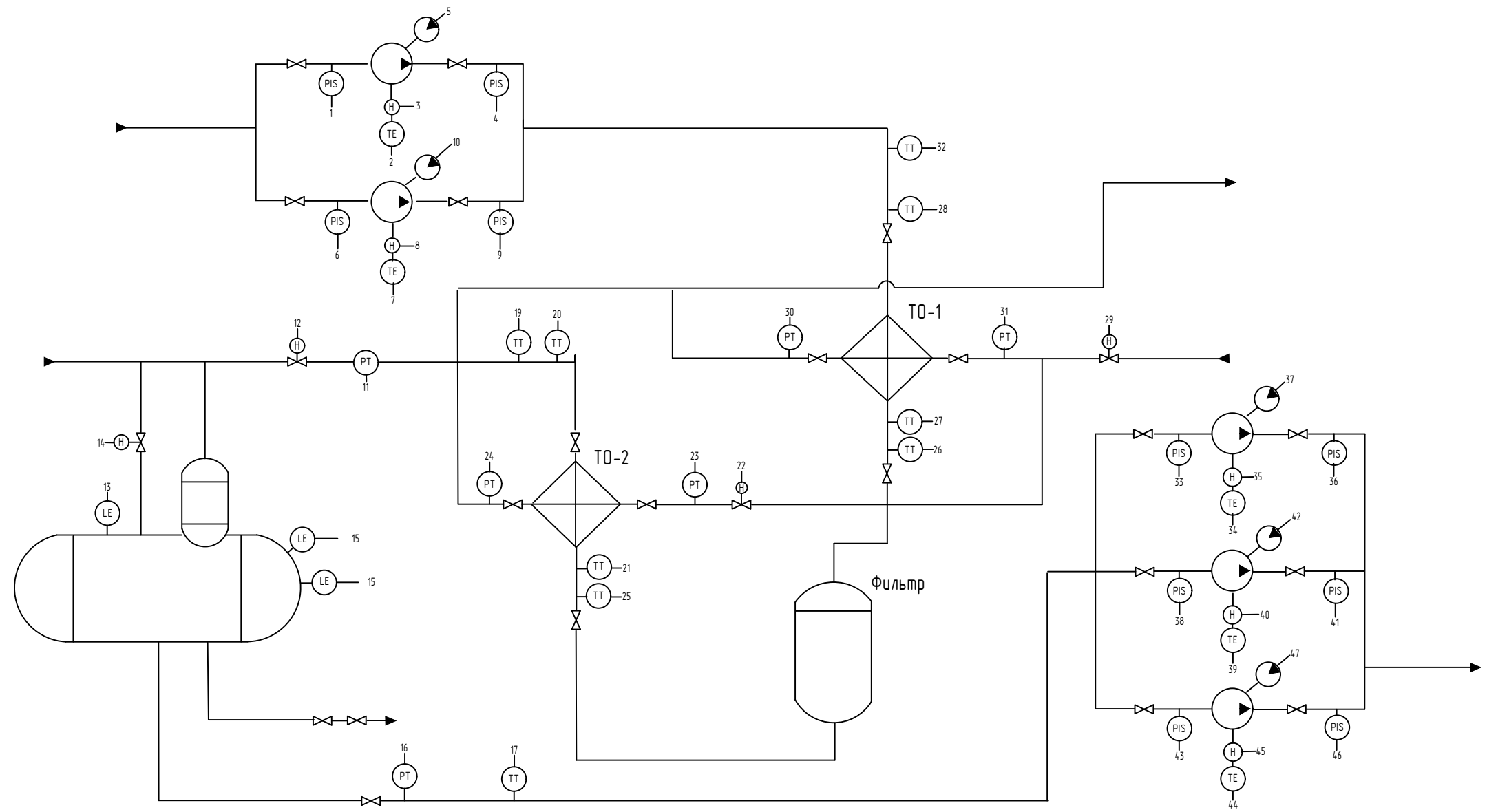
Автоматизированная система управления городской котельной

Алгоритм подпрограммы подготовки котла ДЕ-6,5/14 ГМ к розжигу

Лит.	Масса	Масштаб
Лист 1	Листов 1	

ЮУрГУ (НИУ)  
Кафедра АиУ





Приборы на месте		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47						
Приборы на щите		PIS	TE	TE	PIS	NS	PIS	TE	TE	PIS	NS	PT	NS	LT	NS	LE	PT	TT	FE	TT	TT	TT	NS	PT	PT	TT	TT	TT	TT	NS	PT	PT	TT	PIS	TE	TE	PIS	NS	PIS	TE	TE	PIS	NS	PIS	TE	TE	PIS	NS						
SLC-500	Сигнализация																																																					
	Регистрация																																																					
	Регулирование																																																					
	Измерение																																																					
Защита																																																						
SLC-5\04	Преобразование																																																					
	Сигнализация																																																					
	Регулирование																																																					

Создано
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

						270304.2020.199.01 С3				
Изм.	Кол.уч.	Лист	Ндок.	Подп.	Дата	Разработка автоматизированной системы управления городской котельной	Лист	Масса	Масштаб	
Разраб.		Барбасов В.И.			11.06					
Проверил		Канашев Е.А.			11.06					
Н.контр		Барбасова Т.А.				Схема автоматизации (подготовка воды)	Лист	1	Листов	1
Утв.		Казаринов Л.С.					ФГАОУ ВО "ЮУрГУ (НИУ)" Кафедра АиЧ			



Номер	Формат	Обозначение	Наименование	Кол-во листов
			<u>Текстовые документы</u>	
1	A4	27.03.04.2020.199 ТЗ	Техническое задание	2
2	A4	27.03.04.2020.199 ПЗ	Пояснительная записка	65
			<u>Графические документы</u>	
3	A4	27.03.04.2020.199.01 Д22	Алгоритм основной программы	1
4	A4	27.03.04.2020.199.02 Д22	Алгоритм подпрограммы розжига горелки	1
5	A4	27.03.04.2020.199.03 Д22	Алгоритм подпрограммы подготовки газопровода	1
6	A4	27.03.04.2020.199.04 Д22	Алгоритм подпрограммы вентиляции топки	1
7	A4	27.03.04.2020.199.05 Д22	Схема работы программы регулирования уровня воды в барабане котла	1
8	A4	27.03.04.2020.199.06 Д22	Алгоритм подпрограммы подготовки котла к розжигу	1
9	A3	27.03.04.2020.199.01 С3	Схема автоматизации (котлы)	1
10	A3	27.03.04.2020.199.02 С3	Схема автоматизации (подготовка воды)	1

27.03.04.2020.199

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Разработка автоматизированной системой управления городской котельной	Лист	Лист	Листов	
Разраб.		Баловнев В.И.		11.06			1		1
Пров.		Канашев Е.А.		11.06					
Н.контр		Бардасова Т.А.							
Утв.		Казаринов Л.С.							

ЮУрГУ (НИУ)  
Кафедра АиУ