

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



Институт электронного обучения
 Специальность 220301 Автоматизация технологических процессов и производств
 (в нефтегазовой отрасли)
 Кафедра интегрированных компьютерных систем управления

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Тема работы
Модернизация автоматизированной системы управления водогрейного котла газовой котельной «Вахского» нефтяного месторождения.

УДК 697.32-048.35

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8201	Евсеев Сергей Алексеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зам. начальника службы АСДТУ, АП и ИТ	Осинин Николай Владимирович	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Петухов Олег Николаевич			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Извеков Владимир Николаевич	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ИКСУ	Лиепиньш Андрей Вилнисович	К.Т.Н.		

Томск – 2016 г.

Реферат



Дипломная работа содержит 115 стр., 17 рис., 16 табл., 14 источников, 7 приложений.

Ключевые слова: КОТЕЛ ВОДОГРЕЙНЫЙ, ГАЗОВАЯ ГОРЕЛКА, УЗЕЛ ЗАМЕРА РАСХОДА ГАЗА, ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНЫЙ НАСОС, КЛАПАН С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ, БЛОК УПРАВЛЕНИЯ КОТЛОМ, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ПИД-РЕГУЛЯТОР, ЛОКАЛЬНЫЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, SCADA-СИСТЕМА.

Объектом исследования является водогрейный котел, пункт управления и контроля технологических параметров.

Цель работы – модернизация автоматизированной системы управления котельного оборудования с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA-системы.

В данном проекте была разработана система контроля и управления технологическим процессом на базе промышленного контроллера Schneider Electric Modicon TSX Quantum, с применением SCADA-системы ProWORX 32 и современных средств автоматизации.

Разработанная система может применяться в системах контроля, управления и сбора данных на различных промышленных предприятиях. Данная система позволит увеличить производительность, повысить точность и надежность измерений, сократить число аварий.

Экономическая эффективность/значимость работы: снижения показателей годового расхода основного и резервного вида топлива, без изменения показателей производительности котельного оборудования.

Введение

В последней четверти прошлого столетия в странах с передовой технологией были сформулированы принципиально новые концепции развития систем управления технологическими процессами и производственными системами. Предпосылками к этому стали устойчивая тенденция увеличения доли цифровых методов преобразования, обработки, передачи и хранения информации во всех сферах деятельности человека, и регулярная смена поколений технических средств обработки информации и информационного обмена. Эти средства могут непосредственно не затрагивать традиционные области автоматизации: датчики, приводы, регуляторы, однако меняют среду существования средств автоматизации в целом.

Подобный подход к разработке систем автоматизированного управления получил название концепции открытых систем. Создание АСУ ТП в этом случае требует системной интеграции, подразумевающей, что аппаратно-программные средства различных фирм- производителей совместимы снизу доверху и разработчик АСУ ТП по спецификации заказчика подбирает все необходимое оборудование и программное обеспечение. Всякая открытая система по иерархическому принципу и состоит из множества подсистем, при этом внутренняя архитектура каждой подсистемы в иерархии подобна глобальной архитектуре системы. Это означает, что программное обеспечение для систем любого уровня создается на общих принципах и является достаточно универсальным.

Таким образом, современные системы автоматизированного управления должны быть распределенными и обладать открытой архитектурой. Выполнение этих условий обеспечивает живучесть системы, возможность ее совершенствования и развития.

Наиболее актуальной проблемой, является проблема реализации систем, при которых управление осуществляется не вручную или аппаратно, а

программно, с помощью персонального компьютера, который является базовым компонентом средств управления.

Современное техническое предприятие помимо оборудования, обеспечивающего выпуск готовой продукции, имеет ряд системы обеспечивающих безопасность жизнедеятельности предприятия, таких как системы пожаротушения и оповещения при аварийных ситуациях, охранные сигнализации, которым также необходимо постоянное и гарантированное электропитание.

Программные комплексы позволяют диспетчерам одновременно контролировать разнородное оборудование, расположенное в здании, что существенно повышает надежность и эффективность работы системы электроснабжения и снижает затраты на ее эксплуатацию.

Успешный процесс переработки нефти и газа зависит от строгого контроля и поддержания на заданном уровне давления, температуры, расхода, а также от контроля качества выходных характеристик контролируемого оборудования. Поддержание с заданной точностью на заданном уровне параметров быстротекущих процессов при ручном управлении оказывается не возможным. Поэтому современное нефтегазоперерабатывающие производство возможно только при оснащении технических установок соответствующими автоматическими измерительными приборами, информационно - измерительными системами и системами автоматического управления. Таким образом, современный этап развития добычи и переработки нефти и газа немыслим без применения контрольно-измерительных приборов и микропроцессорной технологии. Для повышения эффективности работы создаются автоматизированные системы управления технологическими процессами на всех объектах, с применением современной вычислительной техники и систем сбора и передачи информации.

Целью курсового проекта является модернизация автоматизированного управления технологическим процессом на основе ПЛК, с выбранной SCADA системой котельного комплекса Вахского нефтяного месторождения.

1. Техническое задание

1.1. Основные задачи и цели АСУ водогрейных газо-мазутных котлов

Основными целями создания АСУ ТП являются:

- обеспечение переработки газа и резервного вида топлива (мазут) с заданной производительностью при минимальных эксплуатационных затратах;
- повышение надежности работы водогрейных котлов и предотвращение аварийных ситуаций;
- повышение оперативности контроля и управления технологическим процессом;

АСУ ТП реализуют следующие задачи:

- централизованный контроль и управление технологическими процессами;
- обеспечение надежной работы оборудования технологических сооружений и предотвращения аварийных ситуаций;
- повышение эффективности технологических процессов, протекающих в результате переработки газа и резервного вида топлива (мазут);
- передача текущей информации в центральный диспетчерский пункт (ЦДП).

1.2. Назначение и состав водогрейного газо-мазутного котла

Газовая котельная установка представляет собой систему котлов и вспомогательных устройств, используемую для нагрева теплоносителя (воды). Котельные на газовом топливе используются для отопления помещений, либо для получения тепловой энергии, необходимой для всевозможных производственных процессов.

К основным элементам газовой котельной относятся:

- Котел - это сосуд, в котором нагревается вода. Тепловая энергия, подводимая к котлу, может представлять собой тепло от сгорания топлива (газ, мазут). В результате этого вода в водогрейных котлах нагревается до требуемой температуры.
- Топки, или топочные устройства служат для сжигания топлива и превращение его химической энергии в теплоту нагретых газов.
- Питательные устройства (насосы, инжекторы) предназначены для подачи воды в котел.
- Газоходы; дымовые газы с высокой температурой перемещаются по газоходам котла и соприкасаясь с поверхностями нагрева котла, отдают последним свою теплоту, за счет которой в водогрейном котле происходит, нагрев воды до заданной температуры.
- Дымовые трубы, с помощью которых дымовые газы удаляются в атмосферу.

Без перечисленных элементов котельная установка работать не может.

На рисунке 1.1 представлен внешний вид водогрейного котла марки КВГМ-4 (производства «Г-Кирков» г. София - Болгария) теплопроизводительностью 4 Гкал/час, предназначенный для получения горячей воды давлением до 1,0 МПа (10 кгс/см²) и номинальной температурой 115°С, используемой в системах отопления и горячего водоснабжения промышленного и бытового назначения. Котлы предназначены для работы на

природном газе и жидком топливе (мазут), для сжигания топлива котлы оборудованы одной газомазутной горелкой типа Г-500ГМ 3Б; Регулирование производительности котла выполняется путем регулирования мощности горелки.



1.3. Назначение и состав водогрейного котла газовой котельной.

В процессе переработки газа или резервного вида топлива в котельной предусматривается:

- очистка воды от химических примесей (Блок химводоочистки воды);
- замер расхода и контроль параметров газа;
- снижение и регулирование давление газа до заданного режима;
- замер расхода воды

Технологическое оборудование газового котла состоит из следующих основных узлов:

- отключающих устройств, сбросных предохранительных клапанов, продувочных газопроводов;

- узла сухой очистки газа от механических примесей;
- узла замера расхода газа;
- узла регулирования давления газа;

В состав котла, кроме основных технологических узлов, входят следующие системы:

- контроля и автоматики;
- связи и телемеханики;
- электроосвещения;
- отопления и вентиляции;
- контроля загазованности;

Требования к автоматике котельного оборудования

Система автоматики котла должна обеспечивать следующее:

- измерение:

- 1) температуры теплоносителя на отводящем трубопроводе;
- 2) давления жидкости на выходе котла ;

- управление:

- 1) горелкой по температуре;
- 2) горелкой по давлению;
- 3) ввод в работу подпиточных насосов;

- индикацию:

- 1) измеряемых параметров;
- 2) аварийных ситуаций на мнемосхеме;

2. Основная часть

2.1. Описание технологического процесса газовой котельной

2.1.1. Исходная вода (с ПНС или от артскважин) поступает в блок химводоочистки. Первоначальным проектом газовой котельной Вахского нефтяного месторождения предусмотрен учет воды счетчиками, установленными на трубопроводах.

2.1.2. Запас химочищенной воды хранится в резервуаре запаса $V=50\text{м}^3$ и используется для подачи к котлам в аварийных случаях. Учет воды, поступающей в резервуар запаса, выполняется счетчиком, установленным на трубопроводе.

2.1.3. Для подогрева воды с целью подачи в систему отопления предназначены четыре водогрейных котла типа ВКГМ-4. Котлы №1...№4 оснащены горелками для сжигания жидкого и газообразного топлива. Жидкое топливо используется в качестве аварийного.

2.1.4. Газ поступающий на ГРП, первоначально попадает в узел сухой очистки газа от механических примесей, состоящего из двух параллельно включенных фильтров;

2.1.5. На фильтрах установлены датчики перепада давления, которые сигнализируют о засорении фильтров.

2.1.6. Параллельно фильтрам идет резервная нитка.

2.1.7. После узла очистки газа, идет узел замера расхода газа, состоящего из основной и резервной нитки.

2.1.8. Перечень входных и выходных сигналов приведен в таблице и представлен в приложении А.

На рисунке 2 приведена структура OPC-взаимодействий SCADA с котельным оборудованием.

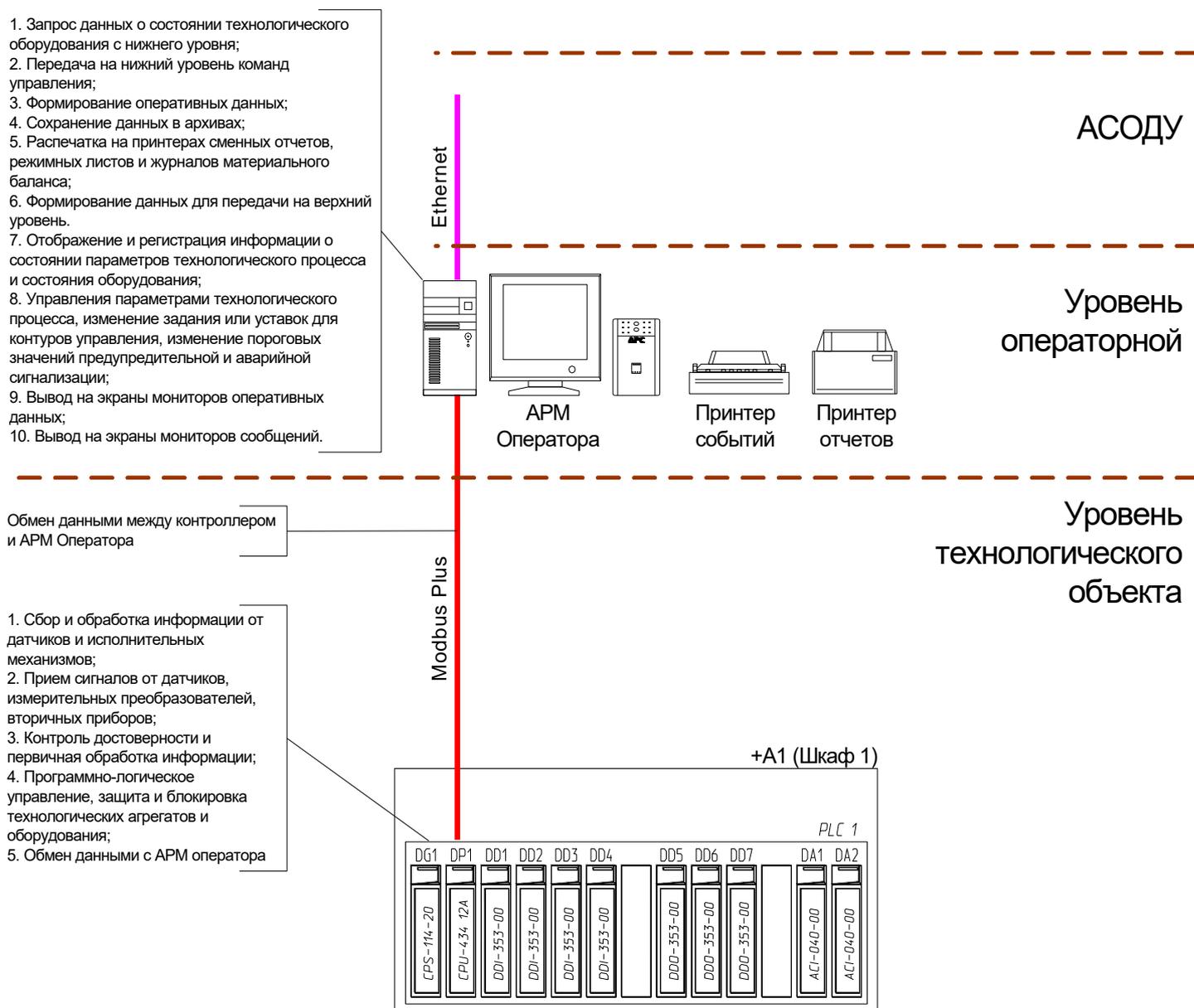


Рисунок 2 – Структура OPC-взаимодействий SCADA Газовой котельной.

Взаимодействие ПЛК со SCADA осуществляется посредством OPC-сервера.

Датчики и исполнительные устройства связаны со SCADA посредством унифицированного токового сигнала 4...20 мА. Широко применяется для организации связи промышленного электронного оборудования. Использует

для передачи данных последовательные линии связи RS-485, RS-422, RS-232, а также сети TCP/IP. Доступ к устройствам полевого уровня (датчикам, исполнительным устройствам) со всех уровней управления предприятием осуществляется посредством стандарта PROFINET (IEC 61850), который поддерживает практически все существующие сети полевого уровня (PROFIBUS, Ethernet, AS-I, CAN, LonWorks и др.).

Связь источника бесперебойного питания со SCADA осуществляется посредством протокола SNMP, который позволяет контролировать всю сетевую инфраструктуру, управляя сетевым оборудованием различных типов, наблюдать за работой служб OSE/RM и анализировать отчеты по их работе за заданный период. SNMP предназначен для мониторинга состояния сети АС и управления сетевыми устройствами.

2.2. Выбор средств реализации АС водогрейного котла.

Задачей выбора программно-технических средств реализации проекта АС является анализ вариантов, выбор компонентов АС и анализ их совместимости.

Программно-технические средства АС включают в себя: измерительные и исполнительные устройства, контроллерное оборудование.

Измерительные устройства осуществляют сбор информации о технологическом процессе. Исполнительные устройства преобразуют электрическую энергию в механическую или иную физическую величину для осуществления воздействия на объект управления в соответствии с выбранным алгоритмом управления. Контроллерное оборудование осуществляет выполнение задач вычисления и логических операций.

2.2.1. Выбор контроллерного оборудования

Рассмотрим контроллеры нескольких фирм-производителей.

Фирма **Allen-Bradley** выпускает разнообразные программируемые контроллеры как для управления отдельными машинами и механизмами, так и интегрированного управления всем процессом производства. Наиболее перспективными для АСУ ТП на сегодняшний день являются семейства программируемых контроллеров типа MicroLogix1000, SLC 500 (Small Logical Controller), PLC – 5 (Programmable Logical Controller), Control Logix, OpenController.

PLC – это мощные контроллеры, выпускаемые фирмой. Некоторые возможности PLC-контроллеров:

- 32 – х разрядный процессор;
- до 250Кслов встроенной памяти;
- многозадачность;
- стандартная поддержка языков Basic, C;
- модульность;
- высокая производительность;
- поддержка протоколов DH, DH+, Serial ports, Ethernet, FDDI.

Семейство малых программируемых контроллеров SLC 500 – это простота и широкие возможности по сбору и обработке данных, а также управлению технологическими процессами. Оно базируется на двух аппаратных модификациях: моноблочная и модульная. Контроллеры этого семейства поддерживают до 4600 точек ввода-вывода, сетевые решения DH+, DH485, Ethernet, ControlNet, DeviceNet, гибкость при настройке системы, объем памяти до 64Кслов. Все эти качества делают данное семейство наиболее применяемым для задач среднего порядка.

Модульный контроллер состоит из каркаса, блока питания, процессора и модулей ввода-вывода. Моноблочный – из блока питания, процессора и фиксированного количества точек ввода-вывода, заключенных в общий корпус. Для увеличения количества точек ввода-

вывода к моноблочному контроллеру может быть добавлен дополнительный слот.

Главным достоинством семейства программируемых микроконтроллеров MicroLogix1000 является их низкая цена в совокупности с мощностью и быстродействием, а компактные размеры позволяют использовать их в условиях дефицита монтажного пространства. В настоящее время семейство MicroLogix1000 включает в себя модели объемом памяти до 1Кслов, с возможностью подключения до 32 точек ввода/вывода. В этих контроллерах существует возможность связи с ПК, устройствами операторского интерфейса, модемом и подключение к сети DN485.

В последнее время появилось новое семейство контроллеров Control Logix. Оно отличается от PLC большей мощностью и производительностью, размерами сравнимыми с SLC и стоимостью ниже, чем у PLC.

Control Logix – мощное, надежное и современное решение для больших систем:

- современные процессоры с быстрой обработкой информации;
- установка нескольких процессоров для распределения задач управления;
- модульное исполнения всех компонентов позволяет построить оптимальную конфигурацию системы управления;
- поддержка DeviceNet, EtherNet, Remote I/O;
- дублирование и горячее резервирование.

Все контроллеры Logix программируются одним пакетом программирования RSLogix 5000. И, наконец, все контроллеры Logix, как часть интегрированной архитектуры, используют преимущества общего промышленного протокола (Common Industrial Protocol – CIP) для связи по сетям EtherNet/IP, ControlNet и DeviceNet.

Система Control Logix обеспечивает дискретное управление, управление непрерывными процессами, приводами и сервоприводами, в

сочетании с коммуникациями и современным вводом-выводом – в компактном и недорогом изделии. Система модульная, поэтому можно эффективно проектировать, монтировать и модернизировать ее с существенной экономией на обучении и разработке. Минимальная система Control Logix состоит из одного автономного контроллера и модулей ввода-вывода в одиночном шасси.

Технические характеристики контроллера:

- полная совместимость с существующими системами на базе PLC;
 - возможность расширять систему с помощью модулей ввода/вывода;
 - высокая устойчивость аппаратной платформы к вибрациям;
 - распределенная обработка при подключении к сетям EtherNet,;
 - быстрая разработка, легкий запуск и устранение неисправностей;
 - адресация 4000 аналоговых или 128000 дискретных входов/выходов;
 - модульная память пользователя до 7.5Mb;
 - максимальное число удаленных сборок для одного процессора – 250;
- максимальное число входов-выходов на модуль Control Logix – 32.

Контроллер фирмы «Элси-ТМ»

Контроллер «ЭЛСИ-ТМ» предназначен для измерения непрерывных сигналов, сбора и обработки информации с первичных датчиков, формирования сигналов управления по заданным алгоритмам, приема и передачи информации по последовательным каналам связи в системах измерения, контроля и управления объектами нефтяной и газовой промышленности (таблица 3.12, рис. 3.13).

Таблица 3.12 – Характеристики ПЛК «ЭЛСИ-ТМ»

Назначение	<p>Построение АСУ ТП высокого уровня сложности;</p> <p>Построение централизованных и распределенных систем автоматизации;</p> <p>Построение АСУ ТП предприятий с непрерывными и дискретными технологическими процессами.</p>
Задачи	Сбор информации с датчиков и вторичных преобразователей;

	Логическая обработка сигналов по заданным алгоритмам; Формирование управляющих воздействий; Контроль технологических параметров; Диагностика, тестирование и мониторинг аппаратных и программных средств; Обмен данными в распределенных системах; Предоставление необходимой информации в SCADA-систему.
Центральный процессор	400 МГц
Информационная емкость	до 640 дискретных или 240 аналоговых точек ввода/вывода в одном крейте
Расширяемость	до 8 крейтов расширения по 10 модулей в каждом: увеличение емкости до 5120 дискретных или 1920 аналоговых точек ввода/вывода
Flash-память	128 Мб
Оперативная память	128 Мб
Энергонезависимая память	32 Кб

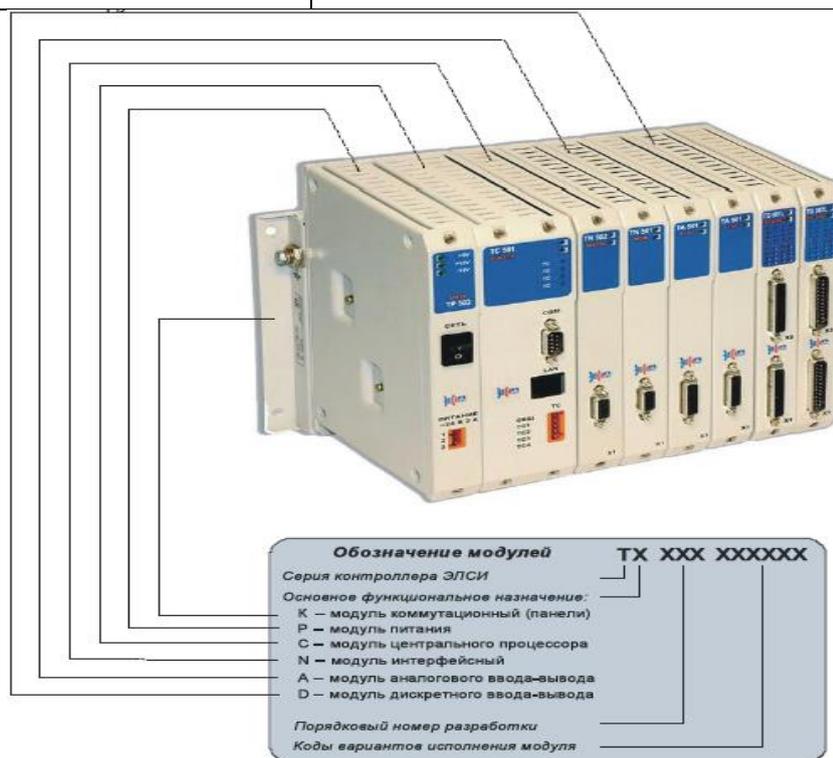


Рис.3.13 Внешний вид ПЛК «ЭЛСИ-ТМ»

Данный ПЛК собирается по модульной структуре. В первую очередь необходимы модуль питания TP 503 и процессорный модуль ТС 506 С400 ЕТН. Процессорный модуль ТС 506 С400 ЕТН поддерживает связь по Ethernet каналу, что снимает необходимость применения

дополнительных коммуникационных модулей. Из соображений резервирования принято устанавливать два модуля питания TP 503, которые поддерживают горячую замену.

Далее необходимо выбрать модули ввода-вывода и интерфейсные модули. Интерфейсные модули служат для осуществления связи по стандартным протоколам. В проектируемую систему устанавливаются модули TN 502 COM для связи с HART устройствами и TN 502 485 для связи с устройствами по каналу RS-485. Применение HART устройств подразумевает использование HART модема Метран-681.

Для организации ввода аналоговых сигналов применяется модуль TA 505 24 IDC, поддерживающий одновременный ввод до 24 аналоговых сигналов со временем преобразования АЦП не более 200мс. Такое высокое время преобразования не критично, т.к. аналоговым выходом в данной системе оснащены датчики, измеряющие значения достаточно инертных величин, таких как температура.

Ввод дискретных сигналов осуществляется с помощью модуля TD 501L 32I 024 DC, имеющего два канала по 16 контактов в каждом. Модуль поддерживает контакты типа «сухой контакт» и имеет гальваническую развязку.

Дискретный вывод организован с помощью модуля TD 502L 16O 024 DC, имеющего один канал с 16 контактами.

В проекте были рассмотрены 3 типа контроллеров:

- Allen-Bradley;
- Элеси;
- Контроллер фирмы «Schneider Electric» серии «Modicon TSX»;

Проанализировав их характеристики, в основе системы автоматизированного управления и учитывая опыт модернизации и технического переоснащения проводившиеся ранее в ООО «Энергонефть

Томск», принято решение использовать **Контроллер фирмы «Schneider Electric» серии «Modicon TSX»**, который показан на рисунке 3.



Рис. 3 – Контроллер «Schneider Electric» серии «Modicon TSX».

Контроллеры программируемые логические PLC Modicon предназначены для измерения постоянного напряжения, тока и сопротивления путем преобразования аналоговых сигналов в цифровые коды для последующей обработки и передачи по каналам связи, а также для преобразования дискретных сигналов (кодов) в аналоговые выходные сигналы напряжения и тока.

Модули ввода и вывода комплекса представляют собой аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи электрических величин. В сочетании со стандартными датчиками неэлектрических величин, такими как: термопары (ТС), термометры сопротивления (RTD), тензодатчики (TD), датчики измерения массы, направления движения, перемещения и

др. комплекс обеспечивает прием информации в виде температуры, давления, влажности и т.д.

Контроллеры PLC Modicon могут быть использованы для создания информационно- измерительных и управляющих систем различной конфигурации, используемых для управления технологическими процессами, для технического и коммерческого учета энергоносителей, для создания систем обеспечения безопасности и экологического мониторинга окружающей среды.

Контроллеры PLC Modicon состоят из ряда функционально законченных модулей, построенных на единой элементной базе и имеющих общий принцип действия. Объединение различных модулей на базовой плате, а также объединение нескольких базовых плат с модулями между собой с помощью шины данных позволяет создавать системы различной сложности и конфигурации.

В состав серий модулей входят:

- базовые платы;
- модули питания;
- процессорные модули;
- коммутационные модули;

Контроллеры с модулями ввода/вывода, осуществляющими прием, аналогоцифровое и цифро-аналоговое преобразование сигналов, первичную обработку информации и формирование аналоговых и дискретных выходных сигналов.

Таб.3.13 – Технические характеристики контроллера фирмы «Schneider Electric» серии «Modicon TSX» версии 140CPU31110 Quantum

Семейство продуктов	Платформа автоматизации Modicon Quantum
Тип изделия или компонента	Процессор Unity

Математический сопроцессор	C
Частота синхронизации	66 MHz
Тип встроенных клемм	1 Modbus Plus 2 Modbus

Дополнительно

Кол-во слотов	2\4\6\10\16
Кол-во стоек	2 местный
Кол-во станций распределенного вв.-выв.	63 станции от 1стойки для 3 распределенный сети
Кол-во станций распределенного вв.-выв.	31 станции от 2стойки для удаленный сети
Кол-во дискретных входов/выходов	8000 входов, 8000 выходов на сеть для распределенной стойки 31744 входа, 31744 выхода для удаленной стойки Не ограничено (макс. 27 слотов) для местной стойки
Число аналоговых вх/вых.	500 входов, 500 выходов на сеть для распределенной стойки 1984 входов, 1984 выходов для удаленной стойки Не ограничено (макс. 27 слотов) для местной стойки
Вх/вых., специализированные согласно приложению	Высокоскоростные входы прерываний Последовательный канал Счетчик Точные отметки времени
Кол-во дополнительных модулей	6 модули для Ethernet, Modbus, Modbus Plus, Profibus DP, Sy/Max протокол
Макс. количество соединений	1 USB

	<p>2 Modbus RS232/485 Modbus/ASCII</p> <p>2 Modbus Plus местный</p> <p>2 Ethernet TCP/IP местный</p> <p>2 Profibus DP местный</p> <p>2 AS-Interface распределенный</p> <p>4 AS-Interface удаленный</p> <p>Не ограничено AS-Interface местный</p>
Резервирование	<p>CPUs</p> <p>Ethernet TCP/IP</p> <p>Modbus Plus</p> <p>Источники питания</p> <p>Удаленные сети вв.-выв.</p>
Проверки	Управление процессом
Размер памяти	<p>2 Мбайт встроенное ОЗУ без карты PCMCIA</p> <p>19,3 Кбайт для локализованные внутренние данные</p> <p>148 Кбайт для локализованные данные и конфигурация без карты PCMCIA</p> <p>400 Кбайт для программа и нелокализованные данные без карты PCMCIA</p> <p>548 Кбайт для нелокализованные внутренние данные</p> <p>1152 Кбайт цилиндрический</p> <p>51712 В для локализованные внутренние биты</p>
Функция выключателя	<p>Ползунковый переключатель порта связи/откл.</p> <p>Ползунковый переключатель порта связи:</p> <p>ASCII/RTU/память</p>
Структура приложения	<p>1 периодическая быстрая задача</p> <p>1 циклическая/периодическая управляющая задача</p> <p>16 задач прерывания таймера</p> <p>64 задачи прерывания</p> <p>64 задачи прерывания ввода-вывода</p> <p>Нет вспом. задачи</p>

Время выполнения 1 инструкции	0,1...0,27 μ s арифметическ., с фикс. точкой 0,1...0,27 μ s с плавающей запятой 0,12...0,585 μ s булево 0,12...0,585 μ s на слово
Время выполнения для 1 К инструкций	1,86 100 % булевы 2,49 65 % булевых и 35 % числовых
System overhead	0,2 ms для быстрая задача 1 ms для управляющая задача
Номинальный ток шины	1800 mA
Сигнализация	1 светодиод красный , function: ошибка обмена данными через порт Modbus (ERROR A) 1 светодиод зеленый , function: ЦП выполнил самодиагностику при включении (READY) 1 светодиод зеленый , function: ЦП запущен и выполняет программу (RUN) 1 светодиод зеленый , function: производится обмен данными через порт Modbus Plus (Modbus) 1 светодиод зеленый , function: производится обмен данными через порт Modbus Plus (Modbus Plus) 1 светодиод оранжевый , function: память с защитой от записи (порт памяти) 1 светодиод красный , function: батарея отсутствует или нуждается в замене (BAT LOW)

Согласно перечню сигналов в системе, произведем выбор требуемых модулей ввода и вывода с условием резерва 20%. В системе 10 входных аналоговых сигналов и 20 выходных дискретных сигнала.

С учетом заданного количества сигналов был произведен выбор модулей ввода/вывода. Выбранные модули приведены в таблице 3.14.

Таблица 3.14 – Выбранные модули для контроллера Modicon TSX

Тип модуля	Наименование сигналов
140CPU 311 10	Процессор
140DDI 353 00	16 дискретных входов
140DDO 353 00	1 дискретных выходов
140ACI 040 00	10 аналоговых входов
140CPS 114 00	источник питания

Принимая во внимание количество сигналов на нашем объекте, был произведен выбор необходимого количества модулей:

- 140CPU 311 10 – 1 штука;
- 140DDI 353 00 – 2 штуки;
- 140DDO 353 00 – 1 штука;
- 140ACI 040 00 – 2 штуки;
- 140CPS 114 00 – 1 штука.

Основные характеристики модуля дискретного ввода 140DDI 353 00 представлены в таблице 3.15.

Таблица 3.15 – Характеристика модуля 140DDI 353 00

Характеристики	
Число входных каналов	32 в четырех группах по 8
Индикаторы	Active 1 ... 32 (Зеленые)-Индицируют состояние каналов
Рабочие напряжения и токи	
ON (напряжение)	+ 15 ... +30 В пост. напр.
OFF (напряжение)	-3 ... +5 В пост. напр.
ON (ток)	Мин. 2.0 мА
OFF (ток)	Макс. 0.5 мА
Абс. максимумы для входов	
Постоянно	30 В пост. напр.
1.3 мс	56 В пост. напр. затухающим импульсом
Время реакции	
OFF - ON	Макс. 1 мс

ON - OFF	Макс. 1 мс
Внутреннее сопротивление	2.5 КОм
Защита ввода	Ограничение резистором
Изоляция	
Группа - группа	500 В пер. напр. в течение 1 мин
Группа - шина	1780 В пер. напр. в течение 1 мин
Обнаружение дефектов	Отсутствует
Потребляемый по шине ток	330 мА
Потребляемая мощность	1.7 Вт + 0.36 Вт x число точек в ON
Внешнее питание	Не требуется для данного модуля
Защита	Отсутствует
Внутренняя	
Внешняя	На усмотрение пользователя

Основные характеристики модуля 140DDO 353 00 представлены в таблице 3.16.

Таблица 3.16 – Характеристика модуля дискретного вывода 140DDO 353 00

Характеристики	
Число входных каналов	32 в четырех группах по 8
Индикаторы	Active F 1 ... 32 (Зеленые)-Индицируют состояние каналов
Напряжения	
Макс. рабочее	+ 15 ... +30 В пост. напр.
Абс. максимум	56 В пост. напр. для затухающего импульса 1.3 мс
Падение при ON / точка	0..4 В пост. напр. при 0.5 А
Макс. ток нагрузки	
Для канала	0.5 А
Для группы	4 А
Для модуля	16 А
Ток утечки при OFF / канал	0.4 мА при 30 В
Макс. пиковый ток	

Для канала	5 А при продолжительности 500 мкс (не более 6 в минуту)
Время реакции (акт. нагрузка)	
OFF - ON	Макс. 1 мс
ON - OFF	Макс. 1 мс
Защита вывода (внутр.)	Подавление импульсов напряжения
Макс. индуктивность нагрузки	0.5 Гн при частоте переключений 4 Гц или 0.5 где: L - инд-сть нагрузки (Гн); L = I - ток нагрузки (А); I2 F F - частота переключений(Гц).
Макс. емкость нагрузки	50 мкФ
Изоляция	
Группа - группа	500 В пер. напр. в течение 1 мин
Группа - шина	1780 В пер. напр. в течение 1 мин
Обнаружение дефектов	Перегорание предохранителя, отсутствие внешнего питания
Потребляемый по шине ток	330 мА
Потребляемая мощность	1.75 Вт + 0.4 В x сумм. ток нагрузки модуля
Внешнее питание	19.2 ... 30 В пост. напр.

Основные характеристики модуля 140АСІ 040 00 представлены в таблице 3.17.

Таблица 3.17 – Характеристика модуля аналогового ввода 140АСІ 040 00

Характеристики	
Число каналов	16 независимых
Индикаторы	Active F Замечание: Этот модуль формирует сигнализацию отказа F, если по любому из каналов определяется обрыв линии (только

	для 4 ... 20 мА) или отсутствие напряжения (только для 1 ... 5 В).
Потенциальный сигнал	
Линейный диапазон измерений	1 ... 5 В пост. напр.
Макс. Допустимое напряжение	50 В пост. напр.
Входное сопротивление	> 20 МОм
Токовый сигнал	
Линейный диапазон измерений	4 ... 20 мА
Макс. допустимый ток	25 мА
Входное сопротивление	250 Ом ± 0.03%
Разрядность преобразования	12 разрядов
Погрешность при 25° С (вход по напряжению)	Типовая: ± 0.05% от всего диапазона Макс.: ± 0.1% от всего диапазона
Линейность	± 0.04%
Температурная погрешность	Типовая: ± 0.025% от всего диапазона/ ° С Макс.: ± 0.05% от всего диапазона/° С
Подавление синфазн. сигнала	> -72 дБ при 60 Гц
Фильтрация	Одиночные выбросы, срез -3 дБ при 15 Гц, ± 20%
Изоляция	
Канал - шина	1000 В пост. напр., импульс 3000 В до 1 мин
Рабочее напряжение	
Канал - канал	Макс. 30 В пост. напр.
Время преобразования	5 мс для всех каналов

Обнаружение дефектов	Обрыв линии (режим 4 ... 20 мА), сигнал ниже диапазона (1 ... 5 В)
Потребляемый по шине ток	240 мА
Потребляемая мощность	2 Вт
Внешнее питание	Не требуется для данного модуля

Основные характеристики модуля 140АСІ 040 00 представлены в таблице 3.18.

Таблица 3.18 – Характеристика модуля источника питания 140СPS 114 00

Характеристики	
Требования к входн. питанию	93 ... 138 В пер. напр. 170 ... 276 В пер.
Напряжение	напр
Частота	47 ... 63Гц
Искажение профиля напряжения	Меньше, чем 10% от основной гармоники
Ток	1.1 А при 115 В 0.6 А при 230 В
Отключение	38 А при 115 В 19 А при 230 В
Номинальная мощность	130 ВА
Прерывание питания	1/2 периода при полной нагрузке и минимальном напряжении/частоте. Не менее 1с между прерываниями.
Предохранители (внешние)	Рекомендуются плавкие на 2.0 А (# 57-0089-000 у Модикона или аналогичные)
Выходное питание	
Напряжение	5.1 В пост. напр
Максимальный ток	8 А при 60° С (см. рабочую характеристику ниже)
Минимальный ток	Не лимитируется
Защита	По перегрузке, по перенапряжению

Общие характеристики	Съемный, 7 клемм (Обозначение # 140 XTS 103 00)
Разъем для кабельных подключений	
Внутреннее рассеяние мощности	$6.0 + 1.5 \times I_{out} = \text{Вт}$ (где I_{out} - нагрузка в А)
Режим работы	Автономный

Таблица сигналов ввода/вывода представлена в приложении В.

2.2.2. Выбор датчиков

2.2.2.1. Выбор датчика давления

В качестве датчика давления с передачей данных для измерения давления будем использовать датчик Метран-100 ДИ фирмы Emerson, который показан на рисунке 5. Технические характеристики Метран-100 ДИ показаны в таблице 4.



Рисунок 7 – Датчик давления МЕТРАН -100

Интеллектуальные датчики давления серии Метран-100 предназначены для измерения и непрерывного преобразования в унифицированный аналоговый токовый сигнал и/или цифровой сигнал в стандарте протокола HART, или цифровой сигнал на базе интерфейса RS485 следующих входных величин: - избыточного давления (Метран-100-ДИ);

Измеряемые среды: жидкости (в т.ч. нефтепродукты), пар, газ, в т.ч. газообразный кислород и кислородосодержащие газовые смеси; пищевые продукты
Диапазоны измеряемых давлений: - минимальный 0-0,04 кПа; - максимальный 0-100 МПа
Основная погрешность измерений до $\pm 0,1\%$ от диапазона
Диапазон перенастроек пределов измерений до 25:1
Наличие исполнений: - взрывозащищенное (Ex, Вн); - кислородное
Межповерочный интервал - 3 года
Гарантийный срок эксплуатации - 3 года

Доступ к параметрам датчика через OPC-сервер. Встроенный фильтр радиопомех. Внешняя кнопка установки "нуля". Непрерывная самодиагностика.

Принцип работы: В сенсорном модуле моделей 100 используется тензорезистивный тензомодуль на кремниевой подложке. Чувствительным элементом тензомодуля является пластина 1 из кремния с пленочными тензорезисторами (структура КНК). Давление через разделительную мембрану 2 и разделительную жидкость 3 передается на чувствительный элемент тензомодуля. Воздействие давления преобразуется в деформацию чувствительного элемента, вызывая при этом изменение электрического сопротивления его тензорезисторов и разбаланс мостовой схемы. Электрический сигнал, образующийся при разбалансе мостовой схемы, измеряется АЦП и подается в электронный преобразователь. Электронный преобразователь преобразует это изменение в выходной сигнал.

2.2.2.2. Выбор датчиков температуры

На входном трубопроводе В качестве датчика температуры будем использовать датчик ТСМУ Метран-274 фирмы Emerson, который показан на рисунке 7. Таблица 5. Технические характеристики ТСМУ Метран-274, технические характеристики показаны в таблице 5.



Рисунок 9 – ТСМУ Метран-274-Ex.

Таблица 5 – Технические характеристики ТСМУ Метран-274-Ex.

Значения	Характеристики
0-50	Измеряемая температура, °С
двухпроводная	Схема подключения
15 ... 42	Напряжение питания (Uп), В
4 ... 20	Выходной сигнал, мА
0,25	Класс точности
-50 ... +80	Диапазон температур окр. среды, °С
1ExdIIВТ3	Маркировка взрывозащиты
IP65	Степень защиты по ГОСТ 14254

Принцип работы основан на изменении электрического сопротивления терморезистором при изменении его температуры. Чувствительный элемент первичного преобразователя и встроенный в головку датчика измерительный

преобразователь преобразуют измеряемую температуру в унифицированный выходной сигнал постоянного тока, что дает возможность построения АСУТП без применения дополнительных нормирующих преобразователей.

Термопреобразователь сопротивления Метран (ТСП) 206

Термопреобразователи сопротивления платиновые ТСП Метран-206 по рис. ,



предназначены для измерения температуры жидких и газообразных химически неагрессивных сред, а также агрессивных, не разрушающих материал защитной арматуры

Диапазон измеряемых температур: 50...500°C (для класса допуска А); 200...500°C, 50...200°C (для класса допуска В). Степень защиты от воздействия пыли и воды: IP65 по ГОСТ 14254.

2.2.2.3. Выбор газоанализатора.

Газосигнализатор модульный ГСМ-03 предназначен для непрерывного контроля до взрывоопасных концентраций горючих газов, паров легковоспламеняющихся жидкостей и их смесей категории ПА, ПВ, ПС групп Т1, Т2, Т3, Т4 во взрывоопасных зонах помещений всех классов, наружных установках и открытых пространствах термохимическим способом в диапазоне температур контролируемой среды от -60 до +50°C.



Рис. Внешний вид.

Функции

- точечный контроль загазованности на расстоянии до 1000 метров (при сопротивлении каждой жилы не более 10 Ом)
- световая сигнализация при достижении предельных концентраций совокупности компонентов от 0 до 50 % НКПР
- формирование двух порогов сигнализации Порог 1, Порог 2, значения которых задаются программно
- отключение питания датчика при достижении предельной концентрации загазованности во избежание выхода из строя (продление срока службы датчика)
- выдача пропорционального загазованности аналогового сигнала (4-20 мА) и информации по интерфейсу RS-485 с протоколом Modbus RTU

наличие встроенных и внешних портативных средств калибровки и диагностики, обеспечивающих повышенную комфортность внедрения на объекте

2.3. Экранные формы АС Котельного оборудования.

Мнемосхема котельного оборудования разработана в программе WinCC v7.0 и приведена в приложении Е.

Интерфейс оператора содержит рабочее окно, состоящее из следующих областей :

- строка пользователя;
- строка времени;
- строка даты;
- область видеокadra;
- окно оперативных сообщений.

Рабочее окно интерфейса АРМ оператора показано на рисунке 11.

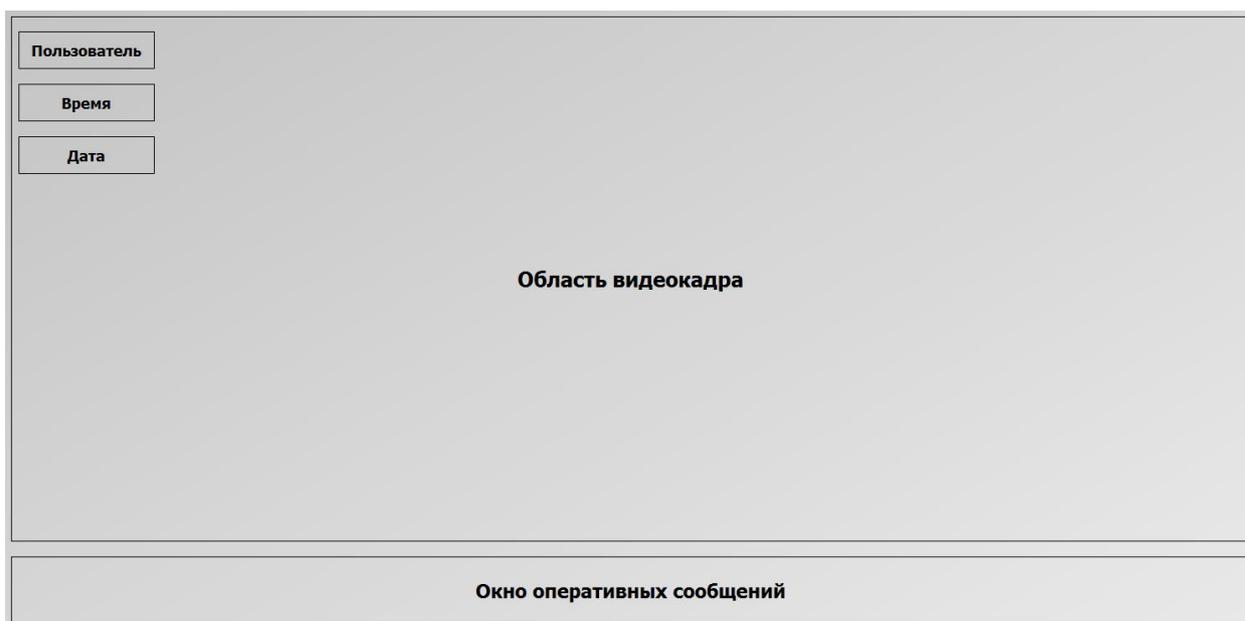


Рисунок 13 – Рабочее окно интерфейса оператора

Мнемознак аналогового параметра показан на рисунке 12.

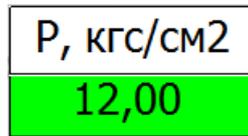


Рисунок 14 – Мнемознак аналогового параметра

В верхней части отображается единица измерения аналогового параметра.

В нижней части приняты следующие цвета отображения аналогового параметра:

- зеленый цвет – параметр достоверен и в норме;
- желтый цвет – параметр достоверен и достиг допустимого (максимального или минимального) значения;
- красный цвет – параметр достоверен и достиг предельного (максимального или минимального) значения;
- серый цвет – параметр недостоверен;

Мнемознак «Задвижка» показан на рисунке 13.

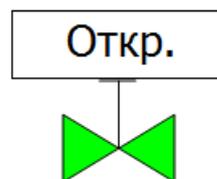


Рисунок 15 – Мнемознак «Задвижка»

В верхней части отображается положение задвижки черным шрифтом на белом фоне:

- «Открыта»
- «Закрыта»
- «Промежуточное».

При открытии верхняя часть мигает красным цветом, а при закрытии зеленым цветом.

В нижней части отображается режим управления задвижкой:

- зеленый цвет – дистанционное управление;
- желтый цвет – местное управление;
- серый цвет – управление отключено;
- красный цвет – авария по управлению (невозможность управления задвижкой).

Мнемознак «Регулятор» показан на рисунке 14.

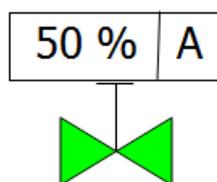


Рисунок 16 – Мнемознак «Регулятор»

В верхней части отображается процент открытия и режим управления «А» - автоматическое регулирование по уставке, «Р» - ручное регулирование.

В нижней части отображается режим управления регулятором:

- зеленый цвет – дистанционное управление;
- желтый цвет – местное управление;
- серый цвет – управление отключено;
- красный цвет – авария по управлению (невозможность управления регулятором).

Дерево экранных форм приведено в приложении Ж. Оператор имеет возможность осуществлять навигацию экранных форм. Главный экран позволяет переходить на дополнительные мнемосхемы, нажав на мнемознак «регулятор» – осуществляется переход на мнемосхему управления

регулятором, нажав на мнемознак «задвижка» - осуществляется переход на мнемосхему управления задвижкой.

Приложение А

Перечень входных и выходных сигналов

Дискретные

Адрес	Смысловое значение	Обозначение
1:00007	Газопровод к горелкам. Давление минимальное допустимое	FuelGas_PressLL
1:00008	Газопровод к горелкам. Давление максимальное допустимое	FuelGas_PressHH
1:00009	Водогрейный котел(№2). Наличие СО. Порог 1	WB2_COH
1:00010	Водогрейный котел(№2). Наличие СО. Порог 2	WB2_COHH
1:00011	Водогрейный котел (№3). Наличие СО. Порог 1	WB3_COH
1:00012	Водогрейный котел (№3). Наличие СО. Порог 2	WB3_COHH
1:00013	Водогрейный котел (№4). Наличие СО. Порог 1	WB4_COH
1:00014	Водогрейный котел (№4). Наличие СО. Порог 2	WB4_COHH
1:00015	Водогрейный котел (№5). Наличие СО. Порог 1	WB5_COH
1:00016	Водогрейный котел (№5). Наличие СО. Порог 2	WB5_COHH
1:00017	Вход в котельную. Наличие СО. Порог 1	BR_COH
1:00018	Вход в котельную. Наличие СО. Порог 2	BR_COHH
1:00035	Обратный трубопровод. Давление минимальное допустимое	NP_InPressL
1:00036	Обратный трубопровод. Давление максимальное допустимое	NP_InPressH
1:00037	Насос Н2/1. Сигнализация «Включен»	AP_P21_IsOn
1:00038	Насос Н2/1. Давление на выходе минимальное допустимое	AP_P21_OutPressL
1:00039	Насос Н2/2. Сигнализация «Включен»	AP_P22_IsOn
1:00040	Насос Н2/2. Давление на выходе минимальное допустимое	AP_P22_OutPressL
1:00051	Насос Н1/1. Сигнализация «Включен»	NP_P11_IsOn
1:00052	Насос Н1/2. Сигнализация «Включен»	NP_P12_IsOn
1:00053	Насос Н1/3. Сигнализация «Включен»	NP_P13_IsOn
1:00054	Насос Н1/4. Сигнализация «Включен»	NP_P14_IsOn
1:00061	Водогрейный котел (№2). Загазованность. Порог 1	WB2_GasH
1:00062	Водогрейный котел (№2). Загазованность. Порог 2	WB2_GasHH
1:00063	Водогрейный котел (№3). Загазованность. Порог 1	WB3_GasH
1:00064	Водогрейный котел (№3). Загазованность. Порог 2	WB3_GasHH
1:00065	Водогрейный котел (№4). Загазованность. Порог 1	WB4_GasH
1:00066	Водогрейный котел (№4). Загазованность. Порог 2	WB4_GasHH
1:00067	Водогрейный котел (№5). Загазованность. Порог 1	WB5_GasH
1:00068	Водогрейный котел (№5). Загазованность. Порог 2	WB5_GasHH
1:00069	Узел учета газа. Загазованность. Порог 1	UUG_GasH
1:00070	Узел учета газа. Загазованность. Порог 2	UUG_GasHH
1:00083	Источник бесперебойного питания. Работа от батареи	UPSWrkOnBattery
1:00084	Источник бесперебойного питания. Разряд батареи	UPSBatteryDisg
1:00085	Источник питания +24VDC. Исправен	PS24V_Ok
1:00121	Газопровод к горелкам. Клапан К3. Сигнализация «Открыт»	K3_IsOpen
1:00122	Газопровод к горелкам. Клапан К3. Сигнализация «Закрыт»	K3_IsClose
1:00123	Газопровод к горелкам. Клапан К3. Сигнализация «В работе»	K3_InWork
1:00125	Водогрейный котел (№2). Авария	WB2_Crash
1:00126	Водогрейный котел (№3). Авария	WB3_Crash
1:00127	Водогрейный котел (№4). Авария	WB4_Crash

Адрес	Смысловое значение	Обозначение
1:00128	Водогрейный котел (№5). Авария	WB5_Crash

Приложение А

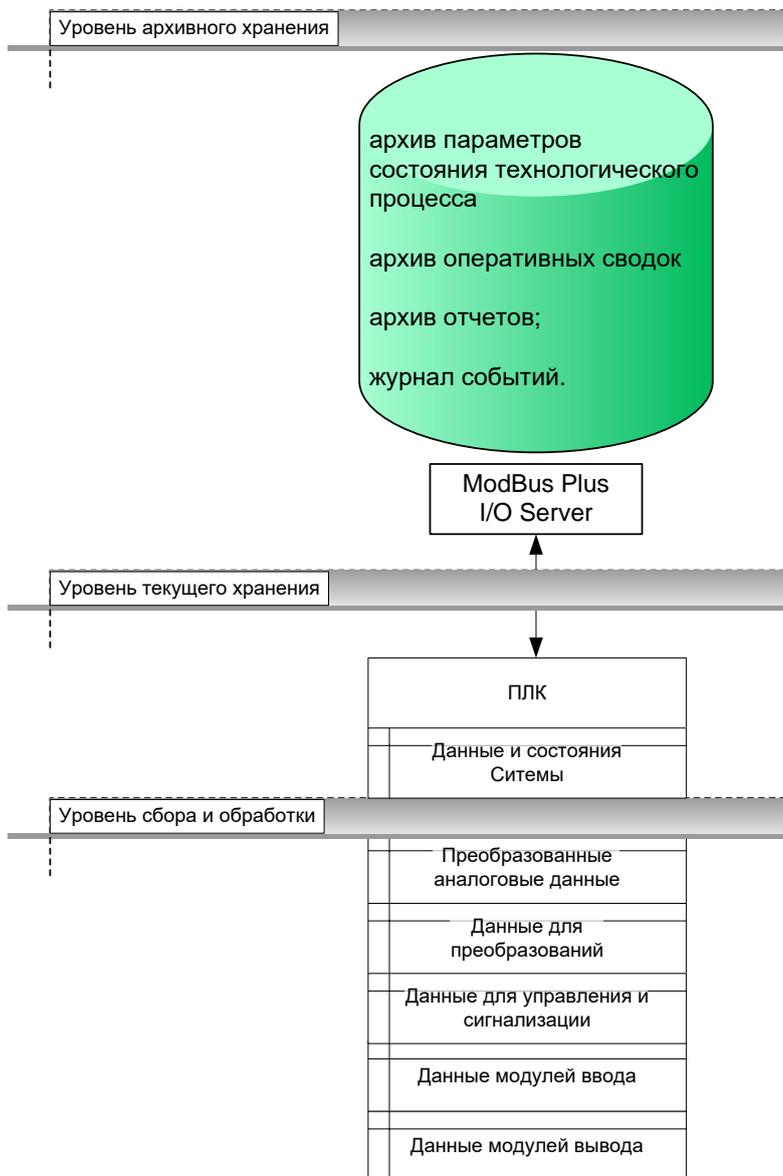
Перечень входных и выходных сигналов

Аналоговые

Наименование	Обозначение	Единицы измерения	Диапазон изменения		Тип	
			min	max	Источник	адрес
Водогрейный котел (№2). Давление воды из котла	WB2_Out_Press_ACP	МПа	0	1.0	Метран-100-ДИ 4...20mA	3:00005
Водогрейный котел (№2). Температура воды из котла	WB2_Out_Tmpr_ACP	°C	0	150	ТСМУ Метран 274-02 4...20mA	3:00006
Водогрейный котел (№2). Расход воды из котла	WB2_Out_FlowRate_ACP	м³/ч	0	55	УРСВ-010М 4...20mA	3:00007
Газопровод к горелке котла №2. Перепад давления на фильтре	WB2_FuelGas_dPress_ACP	кПа	0	6.3	Метран-100-ДД 4...20mA	3:00008
Водогрейный котел (№3). Давление воды из котла	WB3_Out_Press_ACP	МПа	0	1.0	Метран-100-ДИ 4...20mA	3:00009
Водогрейный котел (№3). Температура воды из котла	WB3_Out_Tmpr_ACP	°C	0	150	ТСМУ Метран 274-02 4...20mA	3:00010
Водогрейный котел (№3). Расход воды из котла	WB3_Out_FlowRate_ACP	м³/ч	0	55	УРСВ-010М 4...20mA	3:00011
Газопровод к горелке котла №3. Перепад давления на фильтре	WB3_FuelGas_dPress_ACP	кПа	0	6.3	Метран-100-ДД 4...20mA	3:00012
Водогрейный котел (№4). Давление воды из котла	WB4_Out_Press_ACP	МПа	0	1.0	Метран-100-ДИ 4...20mA	3:00013
Водогрейный котел (№4). Температура воды из котла	WB4_Out_Tmpr_ACP	°C	0	150	ТСМУ Метран 274-02 4...20mA	3:00014
Водогрейный котел (№4). Расход воды из котла	WB4_Out_FlowRate_ACP	м³/ч	0	55	УРСВ-010М 4...20mA	3:00015
Газопровод к горелке котла №4. Перепад давления на фильтре	WB4_FuelGas_dPress_ACP	кПа	0	6.3	Метран-100-ДД 4...20mA	3:00016
Водогрейный котел №5. Давление воды из котла	WB5_Out_Press_ACP	МПа	0	1.0	Метран-100-ДИ 4...20mA	3:00018
Водогрейный котел №5. Температура воды из котла	WB5_Out_Tmpr_ACP	°C	0	150	ТСМУ Метран 274-02 4...20mA	3:00019
Водогрейный котел №5. Расход воды из котла	WB5_Out_FlowRate_ACP	м³/ч	0	55	УРСВ-010М 4...20mA	3:00020
Газопровод к горелке котла №5. Перепад давления на фильтре	WB5_FuelGas_dPress_ACP	кПа	0	6.3	Метран-100-ДД 4...20mA	3:00021
Температура наружного воздуха	BR_OutAirTmpr_ACP	°C	-50	+50	ТСМУ Метран 274-01 4...20mA	3:00032

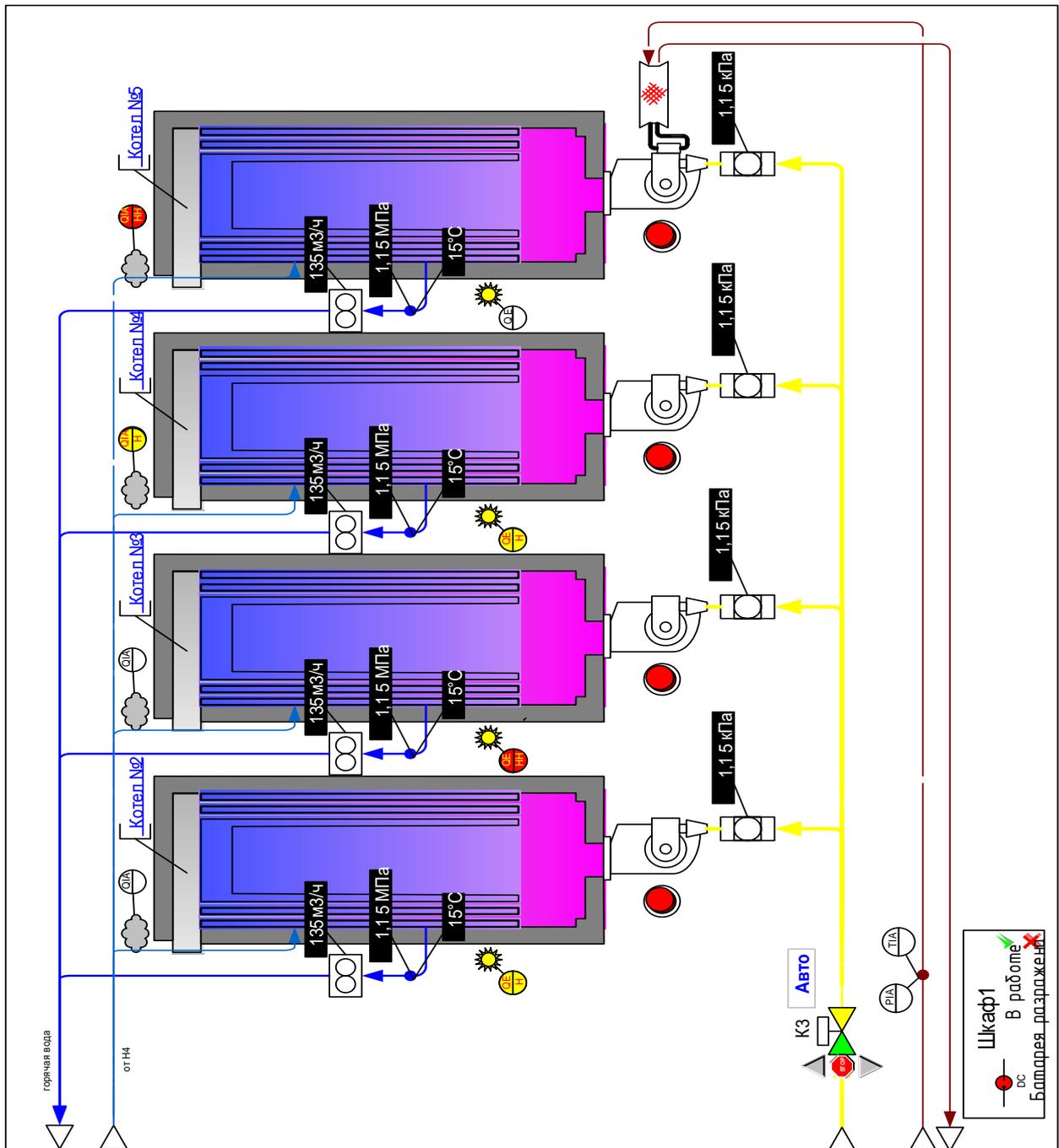
Приложение Г

Схема информационных потоков



Приложение Е

Мнемосхема оператора газовой котельной



- Закрыто;
- поток слева направо
- поток справа налево
- Открыто
- Не управляемая
- Нет достоверных данных
- Верхнее предельное значение параметра
- Верхнее допустимое значение параметра
- Значение параметра в норме
- Нижнее допустимое значение параметра
- Нижнее предельное значение параметра
- Котел в норме
- Авария котла

Приложение Ж

Функциональная схема

